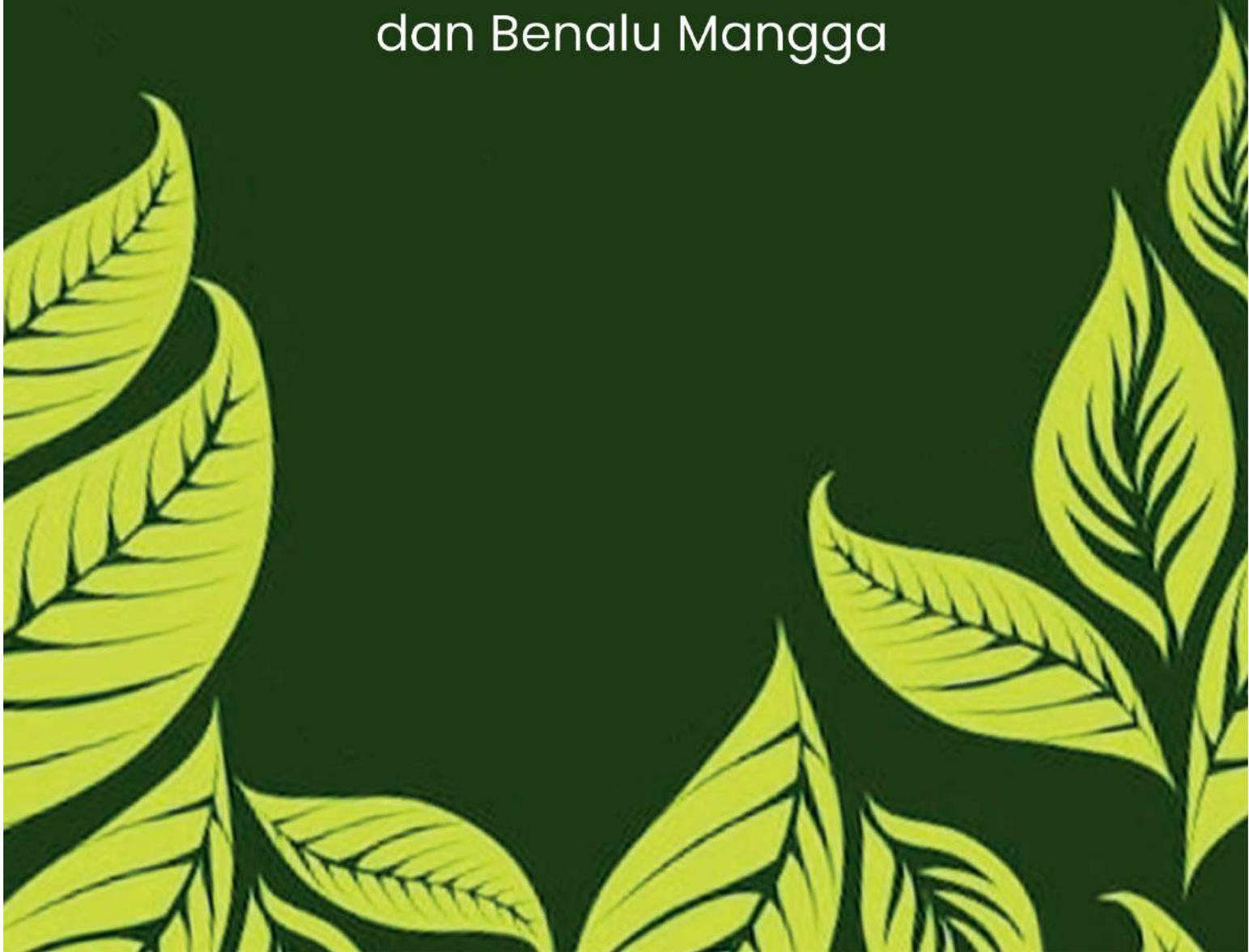




Dr. Nour Athiroh AS.,S.Si.,M.Kes
Dr. Nurul Jadid Mubarakati, M.Si

Karakterisasi Kapang EndoFit

pada Tumbuhan Benalu Teh
dan Benalu Mangga



BUKU REFERENSI

Karakterisasi Kapang Endofit
pada Tumbuhan Benalu Teh
dan Benalu Mangga

BUKU REFERENSI

Karakterisasi Kapang Endofit pada Tumbuhan Benalu Teh dan Benalu Mangga

Oleh:

Dr. Nour Athiroh AS., S.Si., M.Kes
Dr. Nurul Jadid Mubarakati, M.Si

INARA PUBLISHER

2022

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam Terbitan (KDT)

Penulis:

Dr. Nour Athiroh As.,S.Si.,M.Kes

Dr. Nurul Jadid Mubarakati, M.Si

Karakterisasi Kapang Endofit pada Tumbuhan Benalu Teh dan Benalu Mangga

Ed. 1, -1- Malang: Inara Publisher, 2022

xxiv+ 208 hlm., 15,5 cm x 23 cm

ISBN: 978-623-5970-74-5

I. Riset Deskriptif, Metode Eksperimen dan Percobaan Ilmiah

I. Judul

001.43

Hak cipta 2022, pada penulis

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku dengan cara apa pun, baik berupa fotokopi, scan, PDF, dan sejenisnya.

Anggota IKAPI No. 306/JTI/2021

Cetakan I, November 2022

Hak penerbitan pada Inara Publisher

Desain Sampul: Dana Ari

Layout Isi: Nur Saadah

Dicetak oleh **PT Cita Intrans Selaras** (Citila Grup)

Diterbitkan pertama kali oleh **Inara Publisher**

Jl. Joyosuko Agung RT. 3 / RW. 12 No. 86, Malang

Telp. 0341-588010/CS. 081336120162

Email: inara.publisher@gmail.com

Web: www.inarapublisher.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih disampaikan kepada :
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
& Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah VII
Surat Keputusan Nomor: 0054/E5/AK.04/2022.
Kontrak Nomor: 011/SP2H/PT-I/LL7/2022;
279/G164/U.LPPM/K/B.07/VI/2022
Skim Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT)

PENGANTAR PENULIS

Bismillahirrohmaanirrahiim

“Apakah Saudara sering mendengar istilah benalu?”

“Bagaimana pemikiran Saudara tentang benalu?”

“ Bagaimana cara memperbanyak benalu?”

Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas diperlukan penjelasan kuat, rinci dan terpercaya yang tentunya tidaklah mudah. Hal-hal yang menyangkut mengenai benalu akan dibahas di dalam buku ini. Jika mendengar mengenai benalu, pasti hal yang pertama dilakukan adalah “menyengitkan dahi”. Hal ini merupakan reaksi spontan, mengapa demikian? Karena benalu sudah memiliki *image* yang buruk sehingga ketika ada yang menanyakan mengenai benalu, pasti banyak yang bertanya-tanya kenapa orang mengorek mengenai tumbuhan yang merugikan ini. Namun faktanya, benalu memiliki manfaat, karena pada dasarnya semua hal yang ada di bumi memiliki manfaatnya sendiri-sendiri. Seperti yang telah dijelaskan Allah SWT dalam firmanNya (Surah Al-Imron: 191) “*(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka*”

Allah SWT menciptakan benalu teh dan benalu mangga tidaklah sisa-sisa. Gagasan ini muncul dan telah dibuktikan melalui penelitian yang telah dilakukan. Pertama kali dilakukan penelitian secara *invitro*, kemudian dilanjutkan pada penelitian *invivo* dan diteruskan penelitian uji *toksitas*. Hasil pengujian secara *invivo* menunjukkan bahwa kombinasi keduanya dapat menurunkan tekanan darah pada tikus hipertensi yang telah dipapar oleh DOCA-garam. Setelahnya dilanjutkan penelitian uji toksitas, dihasilkan bahwa kombinasi benalu teh dan benalu mangga menunjukkan aman pada hewan uji coba (tikus).

Dengan memohon rida dan rahmat Allah SWT, pada tahun 2002 ini telah dicetuskan monografi berikut yang berjudul: **“Karakterisasi Kapang Endofit Pada Tumbuhan Benalu Teh dan Benalu Mangga”**. Buku monografi ini disajikan pokok-pokok sebagai berikut: 1). Pendahuluan, 2). Kapang Endofit pada Tumbuhan Benalu, 3). Metode Penelitian, 4). Isolasi, Karakterisasi, Identifikasi dan Pertumbuhan Kapang Endofit pada Benalu Teh dan Benalu Mangga, 5). Penutup. Selain itu, pada monografi ini dilengkapi dengan *roadmap* penelitian, daftar pustaka, indeks, glosarium, serta seputar penulis.

Terwujudnya buku monografi ini untuk mendukung Rencana Strategis Penelitian (RENSTRA) Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Malang (UNISMA) dengan tema unggulan institusi “Model Inovasi Sains dan Pengelolaan Lingkungan dan Kajian Keanekaragaman Hayati sebagai Terapi Alternatif”. Tema unggulan ini selaras dengan salah satu tema *Sustainable Development Goals* yaitu kesehatan yang baik dan kesejahteraan. Di samping itu, sesuai dengan Bidang Riset RIRN 2017-2045 (Perpres 38/2018) yaitu bidang Kesehatan dan Fokus Riset PRN 2020-2024 (PermenR 2019) yaitu bidang Kesehatan Obat. Semoga buku monografi ini memberikan manfaat bagi pembacanya. Aamiin ya rabbal ‘alamin

Malang, Oktober 2022

Penulis

PENGANTAR PENERBIT

Siapa yang tak kenal benalu? Tumbuhan yang hidup di atas tumbuhan lain sehingga sering dikatakan parasit. Tak heran tumbuhan ini sering dibabat habis oleh pemilik tanaman yang ditumpangi oleh tumbuhan satu ini. Karena dianggap hama yang merugikan, benalu hanya terdengar eksis citra buruknya saja. Namun, siapa yang menyaka bahwa benalu yang sering dianggap parasit dan merugikan tanaman lain ini ternyata memiliki manfaat.

Bahkan dikatakan benalu ini sudah menjadi obat herbal dari zaman dahulu. Walaupun tidak sepopuler obat herbal lainnya, faktanya benalu mengandung senyawa metabolit sekunder yang tak kalah bagusnya. Fakta akan manfaat dari benalu ini bukan hanya isapan jempol semata. Sederet kandungan yang ada di dalam benalu ini juga telah diteliti untuk memastikan kebenarannya.

Di dalam buku ini mengupas tuntas serba-serbi benalu yang semakin menguatkan argumen bahwa tanaman yang disebut-sebut parasit ini juga memiliki nilai manfaat jika diolah dengan baik. Di dalam buku ini diambil sampel dengan melakukan percobaan melalui benalu teh dan benalu mangga. Di dalam buku ini juga dipaparkan mengenai penelitian terkait untuk memberikan bukti berupa fakta-fakta yang ada. Diharapkan dengan adanya buku ini dapat memberikan informasi tambahan kepada pembaca mengenai sisi lain dari benalu yang selama ini dipandang negatif.

DAFTAR ISI

Ucapan Terima Kasih --v
Pengantar Penulis -- vi
Pengantar Penerbit -- viii
Daftar Isi -- ix
Daftar Gambar -- xii
Daftar Tabel -- xvi
Glosarium -- xviii

BAB 1: PENDAHULUAN -- 1

1.1 Latar belakang -- 1
1.2 Permasalahan -- 10
1.3 Manfaat -- 11
1.4 Urgensi -- 11
1.5 Renstra penelitian -- 12

BAB 2: KAPANG ENDOFIT PADA TUMBUHAN BENALU TEH DAN BENALU MANGGA -- 13

2.1 Kajian benalu -- 13
 2.1.1 Benalu teh -- 15
 2.1.2 Benalu mangga -- 16
 2.1.3 Kandungan senyawa kimia dan manfaat tumbuhan
 benalu teh dan benalu manga -- 18

- 2.2 Kajian fungsi -- 27
 - 2.2.1 Taksonomi fungsi -- 27
 - 2.2.2 Morfologi fungsi -- 31
- 2.3 Kajian kapang endofit -- 44
 - 2.3.1 Asosiasi kapang endofit dengan tumbuhan inang -- 45
 - 2.3.2 Aktivitas senyawa metabolit sekunder kapang endofit -- 48
 - 2.3.3 Produksi senyawa metabolit sekunder oleh endofit -- 51

BAB 3: METODE PENELITIAN -- 58

- 3.1 Kajian pendekatan deskriptif -- 58
- 3.2 Desain Penelitian -- 60
- 3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel -- 61
- 3.4 Populasi dan Sampel Penelitian -- 64
- 3.5 Tahapan Penelitian -- 65
- 3.6 Analisis Data -- 76
- 3.7 Roadmap Penelitian -- 77
- 3.8 Diagram Alir Penelitian -- 78

BAB 4: ISOLASI, KARAKTERISASI, IDENTIFIKASI, DAN PERTUMBUHAN KAPANG ENDOFIT PADA BENALU TEH DAN BENALU MANGGA -- 79

- 4.1 Isolasi Kapang Endofit dari Benalu The Dan Benalu Mangga -- 79
- 4.2 Karakterisasi dan Identifikasi Kapang Endofit Pada Benalu Teh dan Benalu Mangga -- 96
 - 4.2.1 Kajian karakterisasi kapang endofit -- 96
 - 4.2.2 Karakterisasi dan identifikasi kapang endofit dari benalu teh dan benalu mangga -- 98
 - 4.2.3 Hasil karakterisasi dan identifikasi kapang endofit dari benalu teh (*Scurrula antropurpurea* (BI) Dans) -- 100
 - 4.2.4 Hasil karakterisasi dan identifikasi kapang endofit dari benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L) Miq -- 109

- 4.3 Pertumbuhan kapang endofit yang berasosiasi dengan benalu teh dan benalu mangga -- 154
 - 4.3.1 Kajian pertumbuhan kapang endofit -- 154
 - 4.3.2 Pertumbuhan kapang endofit pada benalu teh dan benalu Mangga -- 158
 - 4.3.3 Hasil pengukuran pertumbuhan kapang endofit dari benalu teh (*Scurrula antropurpurea* (BI) Dans) -- 160
 - 4.3.4 Hasil pengukuran pertumbuhan kapang endofit dari benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L) Miq -- 166

BAB 5: PENUTUP -- 180

- 5.1 Kesimpulan dan saran -- 180

Index -- 182

Daftar pustaka -- 184

Tentang penulis -- 205

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Morfologi tumbuhan benalu teh *Scurrula atropurpurea* -- 16
- Gambar 2.2 Morfologi tumbuhan benalu mangga *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. -- 18
- Gambar 2.3 Jenis metabolit pada tumbuhan -- 20
- Gambar 2.4 Struktur Senyawa Flavonol – 18
- Gambar 2.5 Struktur kimia senyawa alkaloid – 22
- Gambar 2.6 Struktur kimia tanin – 22
- Gambar 2.7 Struktur Senyawa Timol -- 23
- Gambar 2.8 Struktur Senyawa Steroidal Saponin -- 23
- Gambar 2.9 Senyawa kuersetin 3,3',4',5,7-penta hydroxy flavone -- 25
- Gambar 2.10 Struktur sel fungi -- 34
- Gambar 2.11 Tipe karpus seksual pada fungi -- 37
- Gambar 2.12 Bentuk-bentuk konidium pada fungi -- 40
- Gambar 2.13 Tipe konidium pada fungi berdasarkan ada atau tidaknya septum -- 41
- Gambar 2.14 Interaksi kapang endofit dengan tumbuhan inang -- 48
- Gambar 2.15 Aplikasi bioteknologi dari senyawa metabolit sekunder dan enzim yang diproduksi oleh kapang endofit -- 51
- Gambar 2.16 Biosintesis giberelin pada kapang endofit *Gibberella fujikuroi*. [FDP= Farnesil Difosfat;

- GGDP=Geranylgeranyl Diphosphate; CDP=Ent-Kopalil Difosfat] -- 55
- Gambar 2.17 Mekanisme kapang endofit dalam pengendalian hayati fitopatogen -- 57
- Gambar 3.1 Ilustrasi pengukuran diameter koloni kapang endofit -- 73
- Gambar 3.2 Roadmap Penelitian -- 77
- Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian -- 78
- Gambar 4.1 Proses isolasi dan purifikasi kapang endofit dari tumbuhan inang -- 88
- Gambar 4.2 Hasil isolasi kapang endofit dari daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 92
- Gambar 4.3 Hasil isolasi kapang endofit dari tangkai daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 93
- Gambar 4.4 Hasil isolasi kapang endofit dari batang benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 94
- Gambar 4.5 Hasil isolasi kapang endofit dari haustorium benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 95
- Gambar 4.6 Morfologi kapang secara makroskopis -- 97
- Gambar 4.7 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat DBT1 --101
- Gambar 4.8 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat DBT2 -- 103
- Gambar 4.9 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat DBT3 -- 104
- Gambar 4.10 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat TDBT1 -- 106
- Gambar 4.11 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat TDBT2 -- 107
- Gambar 4.12 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat TDBT3 -- 108

- Gambar 4.13 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat DBM1 -- 110
- Gambar 4.14 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat DBM2 -- 111
- Gambar 4.15 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat DBM3 -- 113
- Gambar 4.16 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat DBM4 -- 114
- Gambar 4.17 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat TDBM1 --116
- Gambar 4.18 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat TDBM2 -- 117
- Gambar 4.19 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat TDBM3 -- 119
- Gambar 4.20 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat BABM1 -- 120
- Gambar 4.21 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat BABM2 -- 122
- Gambar 4.22 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat BABM3 -- 124
- Gambar 4.23 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat BABM4 -- 126
- Gambar 4.24 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM1 -- 128
- Gambar 4.25 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM2 -- 129
- Gambar 4.26 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM3 -- 131
- Gambar 4.27 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM4 -- 132
- Gambar 4.28 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM5 -- 134

- Gambar 4.29 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM6 -- 136
- Gambar 4.30 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM7 -- 138
- Gambar 4.31 Gambaran makroskopis dan mikroskopis isolat HBM8 -- 140
- Gambar 4.32 Pertumbuhan spora menjadi miselium – 154
- Gambar 4.33 Kurva pertumbuhan kapang -- 156
- Gambar 4.34 Kurva pertumbuhan kapang endofit yang diisolasi dari daun benalu Teh (*Scurrula arthropurpurea* (Bl.) Dans.) -- 160
- Gambar 4.35 Kurva pertumbuhan kapang endofit yang diisolasi dari tangkai daun benalu Teh (*Scurrula arthropurpurea* (Bl.) Dans.) -- 163
- Gambar 4.36 Kurva pertumbuhan kapang endofit yang diisolasi dari daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 166
- Gambar 4.37 Kurva pertumbuhan kapang endofit yang diisolasi dari tangkai daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 169
- Gambar 4.38 Kurva pertumbuhan kapang endofit yang diisolasi dari batang benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 172
- Gambar 4.39 Kurva pertumbuhan kapang endofit dari haustorium benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) – 176

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Komponen penyusun dinding sel fungi -- 32
- Tabel 3.1 Rancangan percobaan isolasi kapang endofit dari Tumbuhan benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 65
- Tabel 4.1 Hasil karakterisasi makroskopis dan mikroskopis serta identifikasi genus kapang endofit yang diisolasi dari benalu teh (*Scurrula arthropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 145
- Tabel 4.2 Hasil pengukuran diameter koloni kapang endofit dari daun benalu Teh (*Scurrula arthropurpurea* (Bl.) Dans.) – 160
- Tabel 4.3 Hasil pengukuran diameter koloni kapang endofit dari tangkai daun benalu Teh (*Scurrula arthropurpurea* (Bl.) Dans.) -- 163
- Tabel 4.4 Hasil pengukuran diameter koloni kapang endofit dari daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 166
- Tabel 4.5 Hasil pengukuran diameter koloni kapang endofit dari tangkai daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) – 169

Tabel 4.6 Hasil pengukuran diameter koloni kapang endofit dari batang benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 171

Tabel 4.7 Hasil pengukuran diameter koloni kapang endofit dari haustorium benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) -- 175

GLOSARIUM

A

- Agar : Senyawa phycocolloid yang dihasilkan alga merah *Gelidium*, digunakan untuk mengeraskan media pertumbuhan mikroorganisme.
- Allantoid : Bentuk spora atau konidia seperti sosis
- Amerospora : Spora atau konidia yang tidak memiliki sekat, bentuk bulat, semi bulat, oval, eliptik, silindris, fusiform (mirip silindris dengan ujung runcing).
- Amorf : Tidak berbentuk.
- Anaerob : Lingkungan yang tidak mengandung oksigen bebas dan dihuni oleh organisme yang tidak membutuhkan oksigen bebas untuk respirasinya.
- Anastomosis : Fusi antara hifa-hifa somatic, pada titik sentuh terjadi lisis sehingga protoplasma mengalir ke semua sel, secara keseluruhan hifa-hifa tersebut membentuk miselium.
- Antibiotik : Senyawa yang dihasilkan mikroorganisme hidup, yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lainnya.
- Ascomycota : Filum dalam kingdom fungi yang bereproduksi seksual dengan menghasilkan askus dan askospora.

Askospora : Suatu meiospora yang terbentuk di dalam askus.

Askus : Meiosporangium dari Ascomycota yang berbentuk, mengandung sejumlah askospora yang terbentuk secara bebas sesuai kariogami dan plasmogamy.

B

Basidiomycota : Filum dalam kingdom fungi yang bereproduksi seksual dengan menghasilkan basidium dan *basidiospore*.

Basidiospora : Meiospora askogenos (spora aseksual) yang dihasilkan pada basidium.

Basidium : Sel terminal yang membesar dari hifa fertile pada Basidiomycota yang membawa basidiospora.

Blastik : Cara pembentukan konidia, dimulai dari pembesaran suatu konidium yang sudah diketahui sebelum konidia tersebut dibatasi oleh suatu septum, berasal dari pertunasan (*budding*).

C

Chytrid : Istilah umum untuk mendeskripsikan fungi dalam Chytridiomycota.

Chytridiomycota : Filum dalam kingdom fungi yang bereproduksi seksual dengan cara kopulasi planogamete atau gamet atau somatogami. Sel reproduksinya berupa zoospore.

Conidial head : Bagian struktur pada kapang *Aspergillus*, mencakup vesikel, metula, fialid, dan keseluruhan rantai-rantai konidia.

D

Deuteromycota : Wadah untuk menampung kelompok fungi yang fase seksualnya belum ditemukan (bukan suatu takson).

E

Eksudat : Tetesan-tetesan yang diekskresi oleh miselium, dapat berwarna hialin, merah, kuning, putih susu, jingga, atau kemerahan.

Enteroblastik : Konidia yang terbentuk seluruhnya dari dalam fialid.

F

Fialid : Sel konidiogenos yang membentuk konidia secara blastik dan basipetal tanpa perubahan bentuk.

Foot cell : Istilah untuk menunjukkan sel basal yang membawa konidiofor atau langsung membawa konidia.

Fungi imperfekti : Kelompok fungi yang fase seksualnya belum diketahui (Deuteromycota/Anamorfik/Mitosporik).

G

Genikulatum : Membengkok seperti lutut.

Giberelin : Senyawa kompleks mirip hormone yang ditemukan pada kapang spesies *Gibberella fujikuroi*.

H

Hialin : Bening, tembus pandang, tidak berwarna.

I

Inkubator : Suatu alat yang suhunya bisa diatur konstan.

Inokulum : Bahan (cair/padat) yang mengandung spora atau potongan hifa yang sengaja

Interkalar : dimasukkan atau diletakkan pada suatu media (cair/padat).
 : Menyatakan lokasi diantara dua sekat pada suatu hifa.

K

Khamir (yeast) : Fungi uniseluler, bereproduksi dengan pertunasan, pembelahan, arthrospora, balistospora, sterigmatokonidia, atau pseudomiselium.

Kitin : Polisakarida utama dalam dinding sel Sebagian besar fungi; suatu polimer dari N-asetilglukosamin.

Klamidospora : Sel hifa berdinding tebal, merupakan mitospora yang resisten yang dorman, terbentuk karena lingkungan kurang menguntungkan, dapat berupa rantai pada bagian interkalar hifa, atau terminal pada hifa.

Konidium : Mitospora non motil yang tidak terbentuk pada sporangium, khas pada fungi anamorf yang dikariotik. Juga disebut konidiospora.

Konidiofor : Hifa fertile, tunggal atau bercabang, yang membawa alat reproduksi atau menghasilkan konidia.

Konidiogenesis : Proses pembentukan konidia.

Kontaminasi : Kehadiran sel mikroorganisme dalam lingkungan sel yang sudah murni, yang seharusnya tidak ada.

M

Makrokonidia : Konidia dengan bentuk yang lebih besar.

Melanin : Pigmen berwarna gelap, hitam, atau coklat tua kehitaman.

- Metabolit sekunder : Senyawa hasil metabolisme yang tidak diperlukan lagi oleh fungi dan dikeluarkan dari sel ke lingkungan.
- Metula : Sel khusus yang membawa atau menyangga fialid.
- Mikotoksin : Racun yang dihasilkan oleh fungi, mempunyai efek toksik bagi organisme lainnya.
- Mikrokonidia : Konidia dengan bentuk yang lebih kecil, dapat berfungsi sebagai suatu spermatium.
- Miselium : Massa sel yang terbentuk dari kumpulan hifa.

P

- Pseudohifa : Suatu struktur menyerupai hifa tapi bukan hifa (Hifa palsu), seperti pada *Candida*.

S

- Senyawa bioaktif : Senyawa hasil metabolisme yang tidak diperlukan lagi oleh fungi tapi memiliki efek bagi kehidupan organisme lainnya, contoh antibiotic.
- Septum : Suatu sekat atau dinding transversal yang membagi hifa atau spora ke dalam kompartemen-kompartemen.
- Spora : Unit kecil yang tidak mengandung embrio, dan berfungsi sebagai alat reproduksi pada kelompok fungi.
- Sporangiofor : Hifa khusus, tegak, berfungsi membawa sporangium.
- Substrat : Setiap materi atau zat yang dapat memberi nutrisi bagi fungi.

T

- Taksa : Pengelompokan organisme yang dibuat untuk tujuan sistematik, dimulai dari

- spesies (paling rendah) hingga kingdom (paling tinggi).
- Taksonomi : Klasifikasi organisme berdasarkan kekerabatan evolusi mereka.
- X**
- Xerofil : Organisme yang menyukai lingkungan dengan kelembaban yang rendah (70%) atau lingkungan kering
- Z**
- Zygomycota : Salah satu filum dalam kingdom fungi/Eumycota, terdiri dari dua kelas yaitu Zygomycota dan Trichomycetes.
- Zigospora : Spora seksual yang terbentuk dari fusi dua gametangia pada Zygomycota dan pada beberapa Chytridiomycota

BAB 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Era globalisasi yang mewarnai abad ke 20 ini, telah memunculkan perubahan dan kemajuan pada berbagai bidang kehidupan manusia. Meningkatnya interkoneksi antar sektor dan antar aktor pada era terkini dunia memungkinkan terjadinya perubahan lingkungan global secara cepat dalam berbagai sektor kehidupan. Seperti, lingkungan hidup, demografi, teknologi, ekonomi, dan kesehatan. Jika dilihat dari sektor kesehatan, berbagai macam perubahan dan kemajuan yang terjadi di dunia, di samping memiliki beragam dampak positif juga dapat memicu peningkatan permasalahan kesehatan (Maryadi, *dkk.*, 2018).

Dilihat dari dalam bidang kesehatan, seperti halnya negara berkembang lain. Indonesia masih menghadapi masalah yang cukup besar. Dalam beberapa dekade terakhir Indonesia diketahui sedang menghadapi masalah kesehatan *triple burden* akibat adanya pergeseran epidemiologi. *Triple burden* tersebut meliputi; peningkatan kejadian penyakit menular (PM), penyakit tidak menular (PTM), dan gangguan kesehatan akibat cedera atau kecelakaan. Berdasarkan data Kementerian kesehatan Republik Indonesia (KEMENKES RI) tahun 2015 diketahui terjadi peningkatan kejadian penyakit menular (PM) sebesar 30%, penyakit tidak menular (PTM) sebesar 57%, dan gangguan kesehatan akibat cedera

atau kecelakaan sebesar 13% (Kementerian Kesehatan, 2015). Selanjutnya berdasarkan data hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018, penyakit tidak menular yang memiliki tingkat prevalensi tinggi adalah hipertensi (34,1%), kemudian stroke (10,9%), diabetes melitus (8,5%), ginjal kronik (3,8%), dan kanker (1,8%) (Kementerian Kesehatan, 2018). Tingginya persentase kejadian penyakit tidak menular (PTM) tersebut disebabkan oleh banyak faktor dengan etiologi yang kompleks. Kondisi ini memungkinkan penyembuhan tidak dapat dilakukan dengan metode pengobatan konvensional yang umumnya hanya bersifat simptomatik. Selain itu, obat untuk penyakit ini umumnya dikonsumsi oleh penderita seumur hidup, sehingga dapat meningkatkan resiko terjadinya gangguan kesehatan lain akibat efek samping penggunaan obat dalam jangka panjang (Mathur dan Sutton, 2017).

Sebagai salah satu upaya mengatasi permasalahan ini, dan dengan berpegang pada prinsip "*back to nature*", para ilmuwan telah banyak melakukan kajian dan penelitian dalam pemanfaatan bahan alam sebagai bahan baku obat (Hardianti, 2021). Nugroho (2017), menyatakan bahwa terdapat lebih dari 9.600 spesies tumbuhan di dunia yang telah diketahui memiliki khasiat sebagai herbal karena memiliki kandungan aktif, sehingga dapat digunakan untuk untuk mengobati atau mencegah terjadinya penyakit tertentu. Salah satu tumbuhan yang memiliki potensi sebagai herbal adalah tumbuhan benalu.

Benalu merupakan tumbuhan parasit yang hidup menumpang pada batang, cabang, atau ranting tumbuhan inang. Tumbuhan benalu banyak tersebar di wilayah tropis seperti di Indonesia. Pemanfaatan benalu sebagai tumbuhan herbal oleh masyarakat sudah dilakukan sejak lama. Hanya saja dikarenakan sifat parasitisme yang dimiliki oleh tumbuhan benalu, umumnya masyarakat akan memangkas habis benalu yang menumpang pada tumbuhan inang karena dianggap mengganggu pertumbuhan tumbuhan inangnya tersebut. Akan tetapi, seiring dengan kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan, telah banyak dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan dan membuktikan manfaat dari tumbuhan benalu secara ilmiah.

Tumbuhan benalu dapat hidup menumpang pada beberapa tumbuhan inang, diantaranya adalah tanaman teh, mangga, kopi, duku, dan srikaya (Athiroh dan Mubarakati, 2021).

Benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) merupakan jenis tumbuhan parasit yang hidup menumpang pada tumbuhan teh dan mangga. Adapun berdasarkan kajian ilmu taksonomi keduanya diketahui masuk dalam famili *loranthaceae*. Benalu hidup dengan cara menempelkan haustoriumnya pada batang tumbuhan inang. Haustorium ini berperan dalam mengambil air dan zat hara yang ada di dalam tubuh tumbuhan inang (Mudgal, 2011). Meskipun bersifat parasit, akan tetapi dalam kajian ilmu fitofarmaka tumbuhan benalu memiliki potensi sebagai tumbuhan herbal karena memiliki beragam kandungan senyawa metabolit sekunder yang bermanfaat secara farmakologis. Ohashi (2003) melaporkan bahwa pada ekstrak methanol benalu teh (*Scurrula atropurpurea*) terdapat 16 bahan aktif yang terdiri dari 6 senyawa lemak tak jenuh, 2 senyawa xantin, 2 senyawa flavonol glikosida, 1 senyawa glikosida monoterpene, 1 senyawa glikosida lignan, dan 4 senyawa flavon. Kemudian, Athiroh dan Permatasari (2012) melaporkan bahwa ekstrak methanol daun benalu teh (*Scurrula atropurpurea*) mengandung senyawa alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, kuinon dan tannin. Menurut Nasution (2012) pada organ daun dan batang benalu teh (*Scurrula atropurpurea*) terdapat senyawa alkaloid, flavonoid, terpenoid, glikosida, triterpene, saponin, dan tannin.

Untuk selanjutnya pada benalu mangga, berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan Khakim (2000) diketahui bahwa kandungan senyawa kimia pada ekstrak air daun *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq., pada inang mangga antara lain yaitu flavonoid, tanin, asam amino, karbohidrat, alkaloid dan saponin. Selanjutnya pada hasil penelitian Nurfaat dan Indriyati (2016) diketahui bahwa kandungan senyawa kimia yang dimiliki oleh *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq., pada inang mangga antara lain yaitu flavonoid, tanin, steroid, triterpenoid, monoterpenoid, siskuiterpene, kuinon

dan senyawa polifenol. Ridlo (2018) pada hasil penelitiannya menyebutkan bahwa berdasarkan hasil skrining fitokimia ekstrak etanol daun *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq., pada inang mangga menunjukkan adanya senyawa metabolit sekunder antara lain yaitu flavonoid, alkaloid, terpenoid, steroid dan polifenol. Dari keseluruhan kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada benalu, diketahui bahwa flavonoid merupakan jenis senyawa utama yang terdapat pada benalu. Senyawa ini dapat bertindak sebagai antioksidan yang dapat membantu mencegah dan memperbaiki kerusakan sel-sel di dalam tubuh akibat paparan radikal bebas (Simanjuntak, *dkk.*, 2004). Lebih lanjut tentang kandungan senyawa metabolit sekunder pada benalu, Mandrasari (2014) menyebutkan bahwa kuersetin merupakan senyawa utama turunan flavonoid yang terdapat pada benalu. Endharti, *dkk.*, (2016) menyampaikan pada hasil penelitiannya bahwa kadar kuersetin pada benalu mangga lebih tinggi 39,8 mg/g jika dibandingkan dengan kadar kuersetin pada benalu teh yang hanya berjumlah 9,6 mg/g.

Adanya kandungan senyawa metabolit pada tumbuhan benalu memungkinkan tumbuhan ini memiliki beragam manfaat secara farmakologis. Telah banyak dilakukan penelitian untuk mengetahui manfaat dari tumbuhan benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.). Cowan (1999) menjelaskan bahwa senyawa *flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid* yang terdapat di dalam benalu teh (*Scurrula atropurpurea*) mempunyai efek antibakteri, memperbaiki sistem saraf (Winarno, 2003); menghambat pertumbuhan sel tumor (Nugroho, 2003);. Serta dapat dimanfaatkan sebagai herbal diuretik, penyembuhan cacar air, antivirus, dan antihipertensi (Sulistyo, 2008). Adapun berdasarkan Kurniasari (2009) salah satu senyawa flavonoid yang dihasilkan benalu teh (*Scurrula atropurpurea*) yaitu *kuersetin* diketahui memiliki peran sebagai imunomodulator. Selanjutnya, berdasarkan hasil pengujian secara *in vitro* yang telah dilakukan oleh Athiroh (2009) diketahui bahwa benalu teh (*Scurrula oortiana*) mampu menurunkan kontraktilitas pembuluh darah arteri

ekor tikus terpisah yang telah dilakukan pre kontraksi dengan *Norepinefrin* (NE). Selanjutnya, berdasarkan hasil pengujian secara in vivo dilaporkan bahwa benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dapat menurunkan tekanan darah melalui perbaikan stress oksidatif dan perbaikan disfungsi endotel pada hewan uji (Athiroh, *dkk.*, 2014).

Adapun pada benalu mangga, juga telah dilakukan banyak penelitian untuk mengetahui potensi dari benalu mangga tersebut. Diantaranya seperti pada hasil penelitian Riesanti, *dkk.*, (2013) diketahui bahwa pemberian ekstrak air benalu mangga dengan dosis 800 mg/kgBB dapat menurunkan kadar LDL dan meningkatkan kadar HDL secara signifikan serta mampu memperbaiki gambaran histopatologi aorta pada tikus (*Rattus norvegicus*) strain Wistar hiperkolesteromia. Sehingga dengan ini (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) diketahui memiliki potensi sebagai agen antikolesterol. Kemudian, pada hasil penelitian Wicaksono dan Permana (2013) dilaporkan bahwa fraksi etanol benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) pada dosis 0,5 mg/kgBB mampu memperbaiki sel goblet serta pada dosis 0,25 mg/kgBB dan dosis 0,50 mg/kgBB mampu memperbaiki abnormalitas jaringan kolon yang ditunjukkan dengan tidak terjadinya displasia pada mencit yang sudah diinduksi dengan 10 mg/kg AOM dan 5% DSS. Sehingga dengan ini (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) diketahui memiliki potensi sebagai agen antikanker kolon. Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Suroyya, *dkk.*, (2021) dilaporkan bahwa ekstrak metanolik daun benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) pada dosis 50 mg/kgBB mampu meningkatkan kadar SOD (*Superoksida dismutase*) serum pada tikus hipertensi yang sudah diinduksi dengan *Deoxycorticosterone asetat* (DOCA) garam. Sehingga dengan ini (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) diketahui memiliki potensi sebagai salah satu herbal adjuvant antihipertensi. Adanya beragam aktivitas biologis yang dimiliki oleh benalu terjadi karena adanya interaksi antara benalu dengan tumbuhan inang. Sehingga kemungkinan terjadinya proses transfer senyawa metabolit sekunder antara tumbuhan inang dengan

benalu akibat proses penyerapan air dan unsur hara dari tumbuhan inang oleh benalu (Adler, 2002).

Alam sebagai sumber utama bahan baku obat-obatan bersifat terbatas. Maka penggunaan secara terus menerus bahan alam untuk produksi obat-obatan terkadang justru menimbulkan masalah baru di bidang ekologi yaitu penurunan kuantitas bahkan kemusnahan sumber daya tumbuhan terkait (Radji, 2005). Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa kandungan senyawa metabolit sekunder yang berkhasiat secara farmakologis tidak hanya dihasilkan oleh tumbuhan, akan tetapi juga dapat diproduksi oleh mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tumbuhan tersebut. Murdiah (2017) menyampaikan bahwa potensi farmakologi yang dimiliki oleh suatu jenis tumbuhan sangat mungkin disebabkan karena adanya asosiasi mutualistik yang terjadi antara tumbuhan dengan mikroorganisme endofit. Pembuktian secara ilmiah berdasarkan pendekatan molekuler telah dilakukan oleh Wink (2008). Berdasarkan hasil penelitian Wink, diketahui bahwa hampir 80% senyawa metabolit sekunder dapat diproduksi oleh kapang endofit yang berasosiasi dengan spesies tumbuhan, sehingga diduga tumbuhan justru memperoleh gen biosintesis senyawa metabolit sekunder dari mikroorganisme endofit utamanya dari kelompok kapang. Untuk itu, diperlukan upaya untuk tetap menjaga kelestarian tumbuhan obat sebagai bahan baku obat-obatan melalui pemanfaatan mikroorganisme endofit yang terdapat pada tumbuhan.

Mikroorganisme endofit dapat didefinisikan sebagai organisme hidup berukuran mikroskopis yang hidup dan membentuk koloni di dalam jaringan tumbuhan pada periode waktu tertentu serta mengadakan interaksi dengan tumbuhan inang baik interaksi yang bersifat menguntungkan ataupun merugikan bagi tumbuhan inang (Venugopalan, *dkk.*, 2015). Setiap tumbuhan tingkat tinggi dapat mengandung lebih dari satu jenis mikroorganisme endofit. Strobel dan Daisy (2003) memperkirakan setidaknya terdapat 1 hingga 4 jenis mikroorganisme yang dapat berasosiasi dengan tumbuhan inang dan hidup di dalam jaringan tumbuhan inang sebagai endofit serta bersifat

culturable (dapat ditumbuhkan atau dikembangbiakkan pada media buatan), salah satunya adalah dari kelompok kapang yang selanjutnya disebut sebagai kapang endofit.

Kapang endofit adalah kapang yang hidup dan membentuk koloni di dalam jaringan tumbuhan yang sehat pada periode waktu tertentu tanpa membahayakan tumbuhan inangnya (Murdiyah, 2017). Masuknya mikroorganisme endofit termasuk kapang endofit pada jaringan tumbuhan dapat melalui berbagai organ seperti akar, batang, daun, bunga maupun organ lainnya. Strobel dan Daisy (2003) menjelaskan bahwa mikroorganisme endofit masuk ke dalam jaringan tumbuhan utamanya adalah melalui organ akar, namun tidak menutup kemungkinan bahwa masuknya mikroorganisme endofit juga dapat melalui daun dan atau organ lain yang terpapar langsung dengan lingkungan luar. Sehingga secara umum, mikroorganisme endofit termasuk juga kapang endofit dapat ditemukan pada hampir seluruh jaringan tumbuhan, baik pada jaringan akar, batang, daun, bunga dan buah. Kapang endofit memiliki kemampuan menginduksi tumbuhan inang untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder ini bermanfaat bagi tumbuhan inang, diantaranya adalah; 1) sebagai sarana komunikasi maupun respons terhadap adanya perubahan kondisi pada habitat, termasuk adaptasi terhadap stres yang ada di lingkungan, seperti cekaman kekeringan dan minimnya unsur hara pada tanah; 2) upaya pertahanan dari gangguan virus, bakteri, serangga, nematoda dan patogen lainnya, dengan cara menghasilkan senyawa metabolit yang berperan sebagai antivirus, antifungi, antibakteri dan insektisida alami; 3) meningkatkan daya saing spesies inang terhadap spesies lain melalui efek alelopati (Tanaka, *dkk.*, 2005; Vega, *dkk.*, 2008; Sugijanto, 2011; Lugtenberg, *dkk.*, 2016; Lata, *dkk.*, 2018).

Kelimpahan biodiversitas, kekayaan senyawa metabolit sekunder, keragaman aktivitas biologi dan besarnya manfaat ekologi menjadikan kapang endofit dianggap sebagai produk alam yang potensial untuk dimanfaatkan dalam beberapa bidang tertentu seperti farmakologi, kedokteran, pertanian dan lainnya. Bagi industri

farmasi misalnya, penggunaan dan pengembangan potensi kapang endofit dinilai menguntungkan. Hal ini dikarenakan siklus hidup kapang endofit yang cenderung lebih singkat jika dibandingkan dengan tumbuhan inangnya, sehingga akan lebih menghemat waktu produksi senyawa aktif yang dimiliki oleh kapang endofit. Disamping itu, dari segi ekologi, pemanfaatan kapang endofit sebagai bahan baku obat-obatan dapat membantu menekan eksploitasi terhadap sumber daya hayati tumbuhan, sehingga kelestarian hayati terutama tumbuhan obat dapat tetap terjaga (Xie, *dkk.*, 2022).

Penelitian terdahulu telah banyak membuktikan secara ilmiah mengenai produk alami yang dihasilkan oleh kapang endofit dan perannya terutama dibidang farmakologi melalui proses isolasi kapang endofit dari berbagai macam organ tumbuhan, seperti akar, batang, daun, buah, dan biji. Beberapa diantaranya adalah; spesies *Taxomyces andreanae*, diisolasi dari tumbuhan *Taxus brevifolia*, mampu memproduksi senyawa Paclitaxel/Taxol yang berperan sebagai antikanker (Stierle dan Strobel, 1993); spesies *Fusarium subglutinans* diisolasi dari tumbuhan *Tripterygium wilfordii*, mampu memproduksi senyawa *Subglutinols* A dan B yang berperan sebagai Imunosupresan (Tejasvi, *dkk.*, 2007); spesies *Diaporthe* sp., diisolasi dari tumbuhan *Oryctanthus alveolatus* yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap bakteri *Escherichia Coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus* (Ribeiro, *dkk.*, 2018).

Untuk dapat mengetahui potensi dari kapang endofit, terlebih dahulu perlu dilakukan penelitian pendahuluan mengenai isolasi dan karakterisasi kapang endofit dari suatu jaringan tumbuhan. Isolasi kapang endofit dapat diartikan sebagai suatu proses menumbuhkan kapang yang berasal dari jaringan tumbuhan pada suatu media buatan pada kondisi aseptis di laboratorium (Gandjar, 2009). Umumnya, kapang endofit dapat diisolasi dari berbagai organ tumbuhan, mulai dari akar, batang, kulit batang, daun, bunga, buah, hingga biji (Zhang, *dkk.*, 2006). Tujuan umum dilakukannya proses isolasi kapang endofit adalah untuk mendapatkan produk senyawa metabolit sekunder yang aktif secara biologis (Tejasvi, *dkk.*, 2007). Adapun karakterisasi dapat

didefinisikan sebagai suatu proses menggambarkan suatu organisme berdasarkan pada karakter atau ciri morfologi baik secara makroskopis maupun mikroskopis, yang kemudian dicocokkan dengan hasil karakterisasi yang telah dirumuskan oleh para ahli sebelumnya sehingga dapat diketahui nama takson dari masing-masing organisme yang dikehendaki (Purnamasari, *dkk.*, 2012). Berdasarkan hasil penelusuran terhadap beberapa publikasi ilmiah baik internasional maupun nasional dalam 5 tahun terakhir, diketahui telah banyak dilakukan penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi kapang endofit terutama dari organ daun, batang dan akar tumbuhan seperti; Cheng, *dkk.*, pada tahun 2018 telah melakukan isolasi kapang endofit dari bagian daun, batang, dan akar tumbuhan *Paeonia lactiflora*, dan diperoleh 101 isolat kapang dengan rincian 42 isolat dari daun, 38 isolat dari batang, dan 21 isolat dari akar. Adapun berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan diketahui genus dari isolat kapang yang ditemukan antara lain yaitu; *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Cystobasidiomycetes*, *Rabbauera*, dan *Shiraia*. Selanjutnya pada tahun 2019, Le, *dkk.*, melakukan isolasi kapang endofit dari bagian daun, batang, dan akar tumbuhan *Huperzia serrata* dan diperoleh 153 isolat kapang dengan rincian 27 isolat dari daun, 84 isolat dari batang, dan 42 isolat dari akar. Adapun berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan diketahui genus dari isolat kapang yang ditemukan antara lain yaitu; *Mucor*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Phoma*, dan *Fusarium*.

Pada tahun 2020 Turbat, *dkk.*, melakukan isolasi kapang endofit dari bagian daun, batang, dan akar tumbuhan *Sophora flavescens*, dan diperoleh 15 isolat kapang dengan rincian 4 isolat dari daun, 6 isolat dari batang, dan 5 isolat dari akar. Adapun berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan diketahui genus dari isolat kapang yang ditemukan antara lain yaitu; *Alternaria*, *Didymella*, *Fusarium*, dan *Xylogone*. Pada tahun 2021 Habisukan, *dkk.*, melakukan isolasi kapang endofit dari bagian daun, kulit batang, dan kulit akar tumbuhan *Syzygium aqueum*, dan diperoleh 16 isolat kapang dengan rincian 4 isolat dari daun, 8 isolat dari kulit batang, dan 4 isolat dari

kulit akar. Adapun berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan diketahui genus dari isolat kapang yang ditemukan antara lain yaitu; *Cylindrocarpon*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Pestalotia*, *Beltrania*, *Chaetomium*, *Cochliobolus*, *Penicillium*, dan *Cylindrocladium*. Dan pada tahun 2022 Cui, *dkk.*, melakukan isolasi kapang endofit dari bagian daun, batang, dan akar tumbuhan *Scutellaria baicalensis*, dan diperoleh 6877 isolat kapang dengan rincian 230 isolat dari daun, 261 isolat dari batang, dan 194 isolat dari akar. Adapun berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan diketahui genus dari isolat kapang yang ditemukan antara lain yaitu; *Alternaria*, *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Phialophora*, *Paraphoma*, *Talaromyces*, dan *Trichoderma*. Berdasarkan hasil penelitian diketahui kapang endofit yang paling populer atau sering ditemukan berasosiasi dengan tumbuhan antara lain yaitu dari genus *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* dan *Alternaria* (Liu, *dkk.*, 2017 dan Qader, *dkk.*, 2021).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan pengkajian mengenai isolasi dan karakterisasi kapang endofit dari tumbuhan benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq). Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya, serta rujukan bagi pengembangan bioteknologi dalam peningkatan produksi senyawa metabolit sekunder dari kapang endofit demi menjaga kelestarian tumbuhan obat, khususnya tumbuhan benalu teh dan benalu mangga.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang mendasari dilakukannya kajian dan penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi kapang endofit dari tumbuhan benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) adalah terjadinya penurunan kuantitas sumber daya tumbuhan terkait akibat penggunaannya secara masif dalam upaya pengadaan bahan baku fitofarmaka. Permasalahan ini mendorong peneliti untuk melakukan eksplorasi senyawa metabolit sekunder dari kapang endofit yang berasosiasi di

BAB 2

Kapang Endofit pada Tumbuhan Benalu Teh dan Benalu Mangga

2.1. Kajian Benalu

Benalu atau juga sering disebut Kempladean (Jawa); Tette (Madura); Pasilan (Melayu); dan Mangandeuh (Sunda) merupakan jenis tumbuhan parasit yang secara taksonomi masuk dalam famili *loranthaceae*. Tumbuhan benalu bersifat parasite obligat, yang berarti tumbuhan ini mutlak membutuhkan tumbuhan inang sebagai tempat hidup. Meskipun demikian, seperti yang diketahui bahwa sebagian besar tumbuhan benalu memiliki warna daun hijau sehingga memungkinkan tumbuhan ini dapat melakukan proses fotosintesis secara normal. Oleh karena itu umumnya kelompok tumbuhan benalu yang memiliki daun berwarna hijau hanya memparasiti tumbuhan inang secara parsial dan buka secara keseluruhan (*hemiparasit*) (Sunaryo, 2008).

Tumbuhan benalu hidup menumpang pada batang dan ranting tumbuhan inang dengan cara menempelkan haustoriumnya. Haustorium ini berperan dalam mengambil air dan zat hara yang ada di dalam tubuh tumbuhan inang (Mudgal, 2011). Kata haustorium berasal dari Bahasa Latin "*Haustor*" yang jika diterjemahkan ke dalam Bahasa Inggris akan menjadi "*Drinker*"

yang berarti “peminum”, ini sesuai dengan peran dari haustorium itu sendiri pada tumbuhan benalu yaitu untuk menyerap air dan unsur hara dari tumbuhan inang (Tennakoon, *dkk.*, 2011). Karena sifat parasitisme yang dimiliki oleh tumbuhan benalu, umumnya masyarakat akan membabat habis tumbuhan benalu karena dianggap tidak memiliki manfaat dan hanya akan mengganggu pertumbuhan tumbuhan inangnya. Padahal dalam Al-Qur’an surat *shad* (38) ayat 27, Allah SWT berfirman: yang artinya “*Dan kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya tanpa hikmah, yang demikian itu adalah anggapan orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka*” (QS. *Shad* (38): 27). Dari ayat tersebut dapat kita ketahui bahwa segala sesuatu yang telah diciptakan oleh Allah SWT yang ada di bumi ini tidak ada yang sia-sia termasuk juga benalu.

Tumbuhan benalu memiliki sebaran ekologi yang luas. Tumbuhan ini banyak ditemukan di daerah hutan hujan, di wilayah perkebunan, taman kota, hingga sekitar pemukiman penduduk. Tumbuhan ini dapat hidup menumpang pada berbagai jenis tumbuhan berkayu seperti; mangga, belimbing, sirsak, jambu, srikaya, kopi, teh, coklat, dan lainnya (Sunaryo, 2008). Proses perkembangbiakan dan penyebaran tumbuhan benalu mangga umumnya terjadi secara sederhana. Mula-mula biji tumbuhan ini dimakan oleh hewan khususnya burung pemakan biji yang umumnya masuk dalam suku *Dicacidae*. Setelah melalui proses pencernaan di dalam tubuh burung, biji tersebut kemudian dikeluarkan dan akhirnya melekat pada dahan atau batang tumbuhan inang bersama dengan feses burung tersebut. Penyebaran oleh burung umumnya terjadi dari satu jenis inang ke jenis inang lainnya, dan sangat terbantu oleh sifat biji benalu mangga yang lengket karena mengandung zat kimia “*viscin*” (Solikin, 2016). Setelah menempel pada tumbuhan inang, selanjutnya biji tersebut mengalami pemecahan dan tumbuh menjadi individu baru. Untuk selanjutnya individu baru tumbuhan benalu tersebut kemudian mengeluarkan enzim tertentu sehingga

mampu menembus kulit batang tumbuhan inang. Enzim-enzim yang dihasilkan oleh haustorium benalu ini kemudian menyebabkan sel-sel *xylem* pada tumbuhan inang mengalami proliferasi, hingga pada akhirnya terbentuklah simbiosis antara *xylem* benalu dengan *xylem* tumbuhan inang, dan dengan demikian maka benalu otomatis dapat menjadi parasite bagi tumbuhan inang karena memanfaatkan suplai air dan unsur hara dari dalam tumbuhan inang melalui jaringan *xylem* (Tennakoon, *dkk.*, 2011).

2.1.1. Benalu Teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.)

a. Klasifikasi

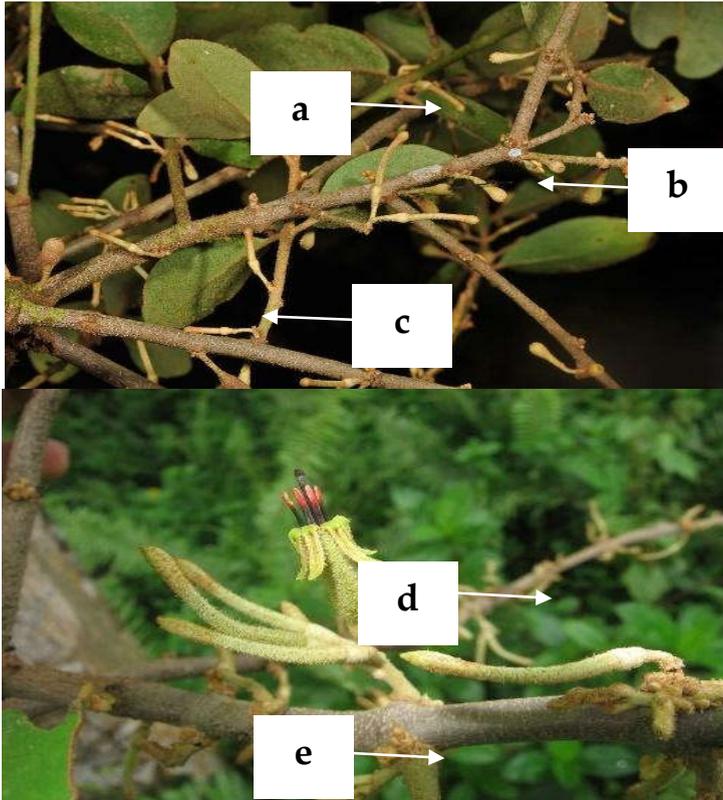
Menurut Tjirosoepomo (2010) klasifikasi benalu teh adalah sebagai berikut :

Regnum : Plantae
 Divisio : Spermatophyta
 Sub Divisi : Angiospermae
 Classis : Dicotyledoneae
 Ordo : Santales
 Familia : Loranthaceae
 Genus : *Scurrula*
 Spesies : *Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.

b. Deskripsi

Benalu teh termasuk jenis parasit kelompok anggota *Loranthaceae* yang bersifat parasite. Tumbuhan ini hidup dengan cara melekatkan haustoriumnya pada inang. Memiliki daun tunggal yang saling berhadapan dan berseling, berbentuk helaian lonjong hingga bundar telur dengan panjang 9-14 cm dan lebar 4,5-6 cm, pangkal daun agak menjantung. Tangkai daun berukuran 3-8 cm. Bunga dari benalu termasuk jenis bunga majemuk, terdiri dari 4-6 bunga, biasanya mengelompok membentuk seperti tandan atau payung, terdapat pada bagian aksiler dan jarang ditemui pada bagian terminal. Mahkota bunga berbentuk *koripetalus* atau *gamopetalus*, terdiri dari 4-6 *merus*, dan mengatup. Bakal buah

tenggamel, tangkai putik dan kepala putik tunggal, buah menyerupai beri. Benalu teh berbiji satu dan dikelilingi oleh lapisan lengket di bagian luar (Sunaryo,2006).



Gambar 2.1 Morfologi tumbuhan benalu teh *Scurrula atropurpurea* dengan bagian-bagian sebagai berikut: (a) daun, (b) tangkai daun, (c) haustorium (d) bunga (e) batang (Sumber: Oleune, 2019).

2.1.2. Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq)

a. Klasifikasi

Klasifikasi benalu mangga menurut Backer dan Brink (1963) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

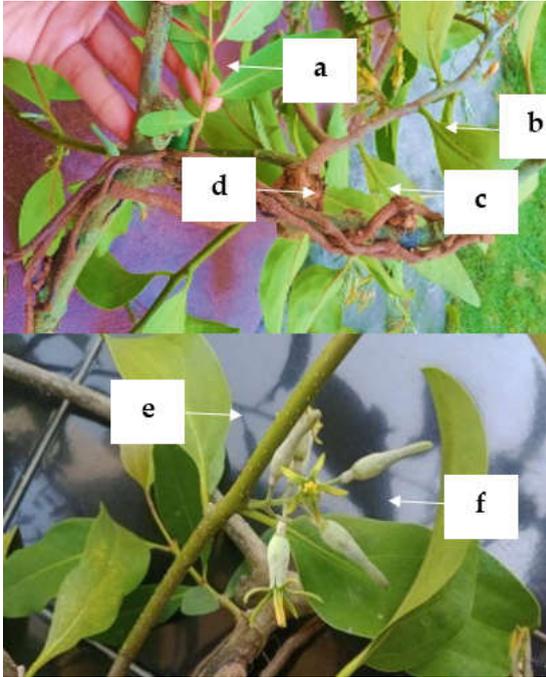
Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledoneae
 Ordo : Santalales
 Famili : Loranthaceae
 Genus : *Dendrophthoe*
 Spesies : *Dendrophthoe pentandra* (Linnaeus) Miquel.

b. Deskripsi

Secara Morfologi, *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq memiliki habitus semak. Akar tumbuhan benalu mangga termodifikasi menjadi haustorium. Batang tumbuhan benalu mangga berkayu dan arah tumbuh batang tegak dengan banyak percabangan. Tinggi tanaman dapat mencapai 0,5-1 meter. Daun berbentuk lanset atau bulat memanjang. Panjang daun antara 6-13 cm dan lebar daun antara 1,5-8 cm, ujung daun tumpul atau runcing, pangkal daun menirus atau membaji, tangkai daun pendek, letak daun tersebar pada batang. Bunga tumbuhan benalu mangga termasuk jenis bunga biseksual atau hermaprodit yang berarti memiliki dua alat reproduksi dalam satu bunga. Bunga benalu mangga berbentuk tabung, kelopak bunga tereduksi berbentuk silindris atau mangkuk. Mahkota bunga terdiri dari lima cuping dan berwarna kuning atau jingga. Benang sari berjumlah lima, panjang kepala sari antara 2-5 cm, ujung kepala sari tumpul. Bagian kepala putik berbentuk menyerupai tombol yang tumpul. Tangkai bunga pendek. Bunga benalu mangga biasanya terdapat pada bagian ketiak dan terkumpul dalam bentuk tandan dengan jumlah antara 10-20 bunga pada setiap tandan. Buah benalu mangga berbentuk bulat telur, berwarna kuning saat masih muda dan merah jika sudah tua. Buah benalu mangga memiliki ukuran Panjang 1 cm. Biji benalu mangga termasuk jenis biji tunggal. Secara morfologi, biji tersebut dilapisi dengan lapisan yang bertekstur lengket (Sunaryo, 2008; Mudgal, 2011; Solikin, 2016).



Gambar 2.2 Morfologi tumbuhan benalu mangga *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. dengan bagian-bagian sebagai berikut: (a) batang tumbuhan inang (mangga); (b) batang benalu; (c) haustorium primer; (d) haustorium sekunder; (e) daun benalu, dan (f) bunga benalu (Sumber: Dok. Pribadi, 2022).

2.1.3 Kandungan Senyawa Kimia dan Manfaat Tumbuhan Benalu Teh dan Benalu Mangga

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk mengubah dan menggabungkan secara selaras sejumlah senyawa organik yang ada di dalam tubuhnya. Proses ini dimaksudkan untuk menjaga kestabilan pertumbuhan dan perkembangannya. Tumbuhan menyediakan energi dalam bentuk ATP dan gugus pembangun dalam membentuk jaringan. Hubungan kolektif yang selaras dari reaksi kimia yang telah dimediasi enzim yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan ini disebut sebagai metabolisme. Proses metabolisme melibatkan perubahan kimia di dalam sel hidup, meliputi pembentukan dan penguraian senyawa kimia. Senyawa

BAB 3

Metode Penelitian

Penjelasan secara menyeluruh dan komprehensif tentang hasil riset telaah ilmiah yang telah disajikan pada bab 2 tidak dapat diperoleh tanpa adanya metode penelitian yang jelas dan valid. Maka dari itu, diperlukan pembahasan khusus mengenai metode penelitian sebagai wadah dalam pembuktian hipotesis dan kebenaran suatu pengetahuan.

3.1 Kajian Pendekatan Deskriptif

Terdapat lebih dari 9.600 spesies tumbuhan di dunia yang telah diketahui memiliki khasiat sebagai herbal karena memiliki kandungan aktif sehingga dapat digunakan untuk mengobati atau mencegah terjadinya penyakit tertentu. Salah satu tumbuhan yang memiliki potensi sebagai herbal adalah tumbuhan benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq). Benalu teh dan benalu mangga merupakan salah satu jenis tumbuhan parasit yang secara taksonomi masuk dalam famili *loranthaceae*. Benalu teh dan benalu mangga hidup menumpang pada tumbuhan teh dan mangga dengan cara menempelkan haustoriumnya pada batang tumbuhan inang tersebut. Meskipun bersifat parasit, akan tetapi dalam kajian ilmu fitofarmaka tumbuhan benalu teh dan benalu mangga memiliki potensi sebagai herbal karena memiliki beragam kandungan senyawa metabolit sekunder yang

bermanfaat secara farmakologis (Mudgal, 2011). Athiroh dan Permatasari (2012) melaporkan bahwa ekstrak methanol daun benalu teh (*Scurrula atropurpurea*) mengandung senyawa alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, kuinan dan tannin. Begitu juga pada benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) Nurfaat dan Indriyati (2016) melaporkan pada hasil penelitiannya bahwa kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan benalu mangga antara lain yaitu: flavonoid, tanin, steroid, monoterpenoid, siskuitergen, triterpenoid, kuinon, dan senyawa polifenol. Namun demikian, mengingat alam sebagai sumber utama bahan baku obat-obatan bersifat terbatas, penggunaan secara terus menerus bahan alam untuk produksi obat-obatan terkadang justru menimbulkan kerusakan ekologi dan penurunan SDA tumbuhan terkait (Radji, 2005).

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa kandungan senyawa metabolit sekunder yang berkhasiat secara farmakologis tidak hanya dihasilkan oleh tumbuhan, akan tetapi juga dapat diproduksi oleh mikroorganisme yang tumbuh di dalam jaringan tumbuhan. Setiap tumbuhan tingkat tinggi dapat mengandung 1 hingga 4 jenis mikroorganisme yang hidup berasosiasi di dalam jaringan dengan tumbuhan sebagai endofit serta bersifat *culturable*, salah satunya adalah dari kelompok kapang yang selanjutnya disebut sebagai kapang endofit (Strobel dan Daisy, 2003). Kapang endofit adalah kapang yang hidup dan membentuk koloni di dalam jaringan tumbuhan yang sehat pada periode waktu tertentu tanpa membahayakan tumbuhan inangnya (Murdiyah, 2017). Kapang endofit memiliki kemampuan menginduksi tumbuhan inang untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang serupa dengan tumbuhan inang (Tan dan Zou, 2001). Kapang endofit merupakan produk alam baru yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam beberapa bidang tertentu seperti farmakologi, kedokteran, pertanian dan lainnya (Xie, dkk., 2020). Mengingat adanya potensi besar, baik yang dimiliki oleh tumbuhan benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) dan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) maupun kapang endofit, maka

penelitian mengenai isolasi kapang endofit dari tumbuhan benalu teh dan benalu mangga perlu dilakukan. Isolasi kapang endofit dapat diartikan sebagai suatu proses menumbuhkan kapang yang berasal dari jaringan tumbuhan pada suatu media buatan pada kondisi aseptis di laboratorium (Gandjar, 2009). Isolasi kapang endofit pada penelitian ini dilakukan dari bagian daun, tangkai daun, batang dan haustorium. Setelah proses isolasi dan diperoleh isolat murni, selanjutnya dilakukan karakterisasi morfologi isolat kapang yang meliputi karakterisasi makroskopis dan mikroskopis sehingga dapat diketahui genus dari isolat kapang endofit. Karakterisasi makroskopis dilakukan dengan pengamatan morfologi koloni kapang yang tampak antara lain warna, tekstur, tetes eksudat, daerah tumbuh, garis-garis radial, lingkaran konsentris, diameter koloni (cm). Adapun karakterisasi secara mikroskopis yaitu dengan mengamati beberapa karakter mikroskopis antara lain yaitu: jenis hifa, warna hifa, konidiofor, konidia, serta struktur tambahan lainnya. Setelah diketahui genus dari kapang endofit maka dapat dilakukan uji aktivitas biologi dari kapang endofit tersebut.

3.2 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksploratif-deskriptif. Penelitian eksploratif adalah suatu jenis penelitian yang pada umumnya dilakukan untuk memperoleh data awal yang diperlukan sebagai dasar dalam pengembangan penelitian selanjutnya. Adapun penelitian deskriptif merupakan jenis penelitian yang tidak bertujuan untuk menguji hipotesis, tetapi menggambarkan atau mendeskripsikan suatu hal yang telah ditetapkan sebagai subjek penelitian (Jamaluddin, 2004). Metode eksploratif pada penelitian ini adalah dengan mengisolasi kapang endofit dari bagian daun dan tangkai daun tumbuhan benalu teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans.) yang diperoleh dari pekarangan rumah salah satu warga di Desa Ketindan, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur, serta bagian daun, tangkai daun, batang dan haustorium tumbuhan benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) yang diperoleh dari pekarangan rumah salah satu warga di Jl. Gajayana,

Kelurahan Ketawanggede, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Sedangkan metode deskriptif pada penelitian ini adalah karakterisasi makroskopis dan mikroskopis kapang endofit yang dapat diisolasi dari bagian daun, tangkai daun, batang dan haustorium tumbuhan benalu teh dan benalu mangga.

3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

3.3.1 Variabel Penelitian

Menurut Sugiyono (2009), variabel penelitian dalam penelitian deskriptif dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti menjadi objek untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi daripadanya, kemudian dapat ditarik dalam sebuah kesimpulan. Adapun variabel pengamatan yang ditetapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik makroskopis isolat fungi endofit, yang meliputi:
 - a) Warna permukaan atas koloni (*surface of colony*)
 - b) Warna permukaan bawah koloni (*reverse of colony*)
 - c) Tekstur koloni (*texture of colony*)
 - d) Tetes eksudat (*exudates drops*)
 - e) Daerah tumbuh (*zone growth*)
 - f) Garis-garis radial (*radial furrow*)
 - g) Lingkaran konsentris (*zonasi*)
 - h) Diameter koloni dalam 7 hari (cm)
2. Karakterisasi mikroskopis isolat fungi endofit, yang meliputi:
 - a) Ada atau tidaknya hifa
 - b) Jenis hifa
 - c) Warna hifa
 - d) Ada atau tidaknya konidiofor
 - e) Bentuk konidiofor
 - f) Ada atau tidaknya konidia
 - g) Bentuk dan pengaturan konidia
 - h) Karakter tambahan

3.3.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel adalah penjelasan dari variabel penelitian yang telah ditetapkan. Definisi operasional bertujuan untuk memberikan pemahaman dan menghindari kesalahpahaman dalam memaknai suatu konsep yang kaitannya dengan penelitian yang dilakukan Sugiyono (2009). Adapun definisi operasional variabel pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Karakterisasi, adalah proses mengkarakterisasi atau menggambarkan suatu organisme berdasarkan pada karakteristik morfologi baik secara makroskopis maupun mikroskopis, kemudian dicocokkan dengan kategori tertentu sesuai dengan yang telah dirumuskan oleh para ahli sebelumnya sehingga dapat diketahui nama takson dari masing-masing organisme yang dikehendaki (Purnamasari, *dkk.*, 2012).
- b. Karakterisasi makroskopis, adalah proses karakterisasi yang dilakukan pada suatu isolat berdasarkan karakteristik atau ciri yang tampak dan dapat dilihat dengan mata secara langsung. Karakteristik atau ciri makroskopis kapang yang diamati pada penelitian ini meliputi:
 - Warna permukaan atas koloni (*surface of colony*), adalah visualisasi dari pigmen yang dihasilkan oleh kapang selama proses metabolisme yang dapat diamati pada bagian permukaan atas koloni kapang (Sibero, *dkk.*, 2018).
 - Warna sebalik koloni (*reverse of colony*), adalah visualisasi dari pigmen yang dihasilkan oleh kapang selama proses metabolisme yang dapat diamati pada bagian sebalik koloni kapang (Sibero, *dkk.*, 2018).
 - Tekstur koloni (*texture of colony*), menunjukkan keadaan atau sifat suatu permukaan koloni kapang, antara lain yaitu; beludru (*velvety*), kapas (*cottony*), wol (*wolly*), serbuk (*powdery*), licin (*waxy*) (Gandjar, *dkk.*, 1999).
 - Tetes eksudat (*exudates drops*), berupa tetes air yang terdapat pada permukaan atas koloni atau miselium kapang. Tetes eksudat merupakan produk hasil dari proses

metabolisme kapang. Tetes eksudat dapat dijadikan sebagai indikasi adanya proses pembuangan racun atau sisa hasil metabolisme kapang, serta indikasi pertumbuhan dan kematangan miselium (Krain dan Siupka, 2021).

- Daerah tumbuh (*zone growth*), menunjukkan zona atau wilayah pertumbuhan kapang (Sibero, *dkk.*, 2018).
 - Garis-garis radial (*radial furrow*), adalah struktur seperti garis-garis radial yang mengarah dari pusat ke arah tepi koloni kapang (Sibero, *dkk.*, 2018).
 - Lingkaran konsentris (*zonasi*), struktur menyerupai lingkaran yang membagi koloni kapang pada beberapa daerah atau zona (Sibero, *dkk.*, 2018).
 - Diameter koloni, menunjukkan lebar koloni kapang yang diukur dari pusat inoculum ke arah tepi inoculum (Miyashira, *dkk.*, 2010). Pengukuran diameter koloni pada penelitian ini dilakukan selama 7 hari dalam satuan cm (*centimeter*).
- c. Karakterisasi mikroskopis, adalah proses karakterisasi yang dilakukan pada suatu isolat berdasarkan karakteristik atau ciri yang tidak tampak dan hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Karakteristik atau ciri mikroskopis kapang yang diamati pada penelitian ini meliputi:
- Hifa, merupakan suatu struktur yang berbentuk silinder yang memanjang menyerupai seuntai benang yang terbentuk dari pertumbuhan spora (Gandjar, *dkk.*, 2018).
 - Jenis hifa, menunjukkan jenis atau tipe hifa yang dimiliki oleh suatu isolat kapang berdasarkan ada atau tidaknya sekat pada hifa, yaitu meliputi; hifa bersekat atau tidak bersekat (Gandjar, *dkk.*, 1999).
 - Warna hifa, menunjukkan pigmentasi yang dimiliki hifa dari suatu isolat kapang, yaitu meliputi; hifa berpigmentasi hialin atau biru jika diberi pewarna, dan hifa berpigmentasi gelap yaitu dematiaceous-coklat kehijauan atau kehitaman, hitam kelandan, hitam keabu-abuan (Gandjar, *dkk.*, 1999).

- Konodiofor, merupakan merupakan struktur hifa khusus (hifa generatif) yang berfungsi sebagai penyangga sel pembentuk konidia (konidiospora) (Gandjar, *dkk.*, 2018).
- Bentuk konidiofor, menunjukkan bentuk dari konidiofor suatu isolat kapang, yaitu meliputi; tunggal atau bercabang (Gandjar, *dkk.*, 2018).
- Konidia, merupakan jenis spora aseksual dengan bentuk lebih khusus yang dibentuk pada ujung hifa khusus yang disebut konidiofor (Gandjar, *dkk.*, 2018).
- Bentuk dan pengaturan konidia, menunjukkan bentuk konidia yang meliputi; pengaturan produksi dari spora aseksual suatu isolat kapang, yaitu meliputi; globos (bulat), semi globos (semi bulat), oval, silindris, ellips, Scolecospora (seperti benang), lunata (seperti bulan sabit), reniform (seperti ginjal), staurospora (seperti bintang) dan helicospora (seperti gulungan atau kumparan). Adapun pengaturan konidia meliputi; diproduksi tunggal, diproduksi berantai baik rantai bercabang ataupun tidak bercabang, berbentuk klaster (berkelompok) (Gandjar, *dkk.*, 1999).
- Karakter tambahan, merupakan karakter tambahan yang dapat dijumpai pada beberapa isolat kapang, misalnya klamidospora, *foot cells*, dan lainnya. Juga termasuk bentuk dan pengaturannya (Gandjar, *dkk.*, 2018).

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

Menurut Arikunto (2002) populasi didefinisikan sebagai keseluruhan dari subjek penelitian. Populasi pada penelitian ini adalah tumbuhan benalu teh dan benalu mangga yang utuh dan lengkap seluruh bagian tubuhnya seperti haustorium, batang, daun, bunga, buah dan biji. Sedangkan pengertian sampel menurut Arikunto (2002) adalah sebagian atau wakil dari populasi yang diteliti. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bagian daun dan tangkai daun pada tumbuhan benalu teh, serta bagian daun, tangkai daun, batang dan haustorium pada tumbuhan benalu mangga.

BAB 5

Penutup

5.1 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan sebelumnya disimpulkan bahwa dapat dilakukan isolasi kapang endofit dari tumbuhan benalu teh dan benalu mangga yaitu; 6 isolat dari benalu teh dengan rincian 3 isolat dari daun dan 3 isolat dari tangkai daun, serta 19 isolat dari benalu mangga dengan rincian 4 isolat dari daun, 3 isolat dari tangkai daun, 4 isolat dari batang, dan 8 isolat dari haustorium.

Kapang endofit yang telah diisolasi dari benalu teh dan benalu mangga dapat dilakukan karakterisasi dan identifikasi, sehingga dapat digolongkan ke dalam suatu taksa (genus) secara rinci adalah sebagai berikut; pada benalu teh, 3 isolat kapang yang dapat diisolasi dari bagian daun berasal dari genus *Alternaria* dan *Penicillium*, dan 3 isolat kapang yang diisolasi dari tangkai daun berasal dari genus *Cladosporium*, *Colletotrichum*, dan *Fusarium*. Adapun pada benalu mangga, 4 isolat kapang yang dapat diisolasi dari bagian daun berasal dari genus *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Exerohilum*, dan *Torula* (*Hormiscium*); 3 isolat kapang yang dapat diisolasi dari tangkai daun berasal dari genus *Torula* (*Hormiscium*); 4 isolat kapang yang dapat diisolasi dari batang berasal dari genus *Colletotrichum*, *Cephalosporium* (*Acremonium*), *Fusarium*, dan *Bipolaris*; 8 isolat isolat kapang yang dapat diisolasi dari haustorium berasal dari genus *Sacrocladium*,

Cephalosporium (Acremonium), *Colletotrichum*, *Curvularia*, dan *Torula (Hormiscium)*.

Pada monograf selanjutnya dapat dikaji mengenai kandungan senyawa aktif serta aktivitas biologi dari ekstrak kapang endofit, sehingga dapat diketahui potensi yang dimiliki oleh kapang endofit tersebut, utamanya yang berkaitan dengan pengobatan hipertensi.

Index

A

Agar, 74, 82, 87, 88, 90
Amerospora, 41
Anastomosis, 35
Ascomycota, 29, 30, 33, 37, 38,
45
Askospora, 38

B

Basidiomycota, 29, 30, 33, 38
Basidiospora, 38

C

Chytridiomycota, 29, 30, 33
Conidial head, 109, 151

D

Deuteromycota, 29, 31, 33

E

Enteroblastik, 42
Foot cell, 110, 151

G

Giberelin, 54

H

Hialin, 146, 147, 148, 149, 150,
151, 152, 153, 154, 155, 156,
157, 158, 159

I

Inkubator, 71, 72, 75, 90, 91,
98

Inokulum, 73, 163

Interkalar, 43, 97, 121, 127,
128, 135, 136, 137, 138, 139

K

Kitin, 32, 33
Klamidospora, 44, 123, 137,
139, 152, 153, 154, 156, 158,
159

Konidiofor, 101, 102, 104, 105,
106, 107, 108, 109, 112, 114,
115, 116, 117, 118, 119, 122,
123, 124, 126, 128, 130, 131,
132, 134, 136, 138, 140, 141,
146, 147, 148

Konidium, 40, 42, 43

M

Makrokonidia, 108, 124, 150,
155

- Melanin, 35
Metabolit sekunder, 19
Metula, 102, 104, 147, 148
Mikrokonidia, 108, 124, 150,
155
Miselium, 27, 160
- S
- Senyawa bioaktif, 46
Septum, 29, 36
- Spora, 27, 37, 38, 40, 47, 97
Substrat, 163
- T
- Taksonomi, 27, 28
- Z
- Zigospora, 38
Zygomycota, 29, 30, 33, 38

Daftar Pustaka

- Adeleke, B.S., dan Babalola, O.O. 2021. Pharmacological Potential of Fungal Endophytes Associated with Medicinal Plants: A review. *Journal of Fungi*. 7(2): 1-16.
- Adler, L.S. 2002. Host Effect on Herbivora and Pollination in a Hemiparasitic Plant. *Journal Ecology*. 83(10): 2700-2710.
- Agusta, A. 2009. *Biologi dan Kimia Fungi Endofit*. Bandung: Penerbit ITB.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., dan Blackwell, M. 1996. *Introductory Mycology, 4th edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Angelia, V. 2017. Pengaruh Sodium Hipoklorit 0,5% Terhadap Pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* and Surface Detail Pada Cetakan Alginat Pasien Pasca Hemimaksilektomi. *Tesis*. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Anizah, N., dan Athiroh, N. 2022. Surface Sterilization of Mango's Mistletoe Leaves (*Dendrophthoe Pentandra* (L.) Miq.) to Isolation Endophytic Fungi. *JSMARTech*. 3(1): 1-8.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatam Praktek Edisi Revisi V*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asali, T., Natalia, D., dan Mahyarudin. 2018. Uji Resistensi Jamur Penyebab *Tinea Pedis* pada Satuan Polisi Pamong Praja Kota Pontianak terhadap Griseofulvin. *Jurnal Kesehatan Khatulistiwa*. 4(2): 657-696.
- Athiroh, N. 2009. Kontraktilitas Pembuluh Darah Arteri Ekor Tikus Terpisah Dengan Atau Tanpa Endotel Setelah Pemberian

- Ekstrak *Scurulla oortiana* (Benalu Teh). *Berkala Penelitian Hayati*. 31-34.
- Athiroh, N., dan Mubarakati, N.J. 2021. *Bioprospeksi Benalu Teh - Benalu Mangga Sekarang Dan Yang Akan Datang (Terapi Adjuvan Terhadap Hipertensi)*. Malang: Inara Publisher.
- Athiroh, N., dan Permatasari, N. 2012. Mechanism Of Tea Mistletoe Action And Blood Vessels Medical. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 27 (1): 1-7.
- Athiroh, N., dan Sulistyowati, E. 2013. *Scurrula atropurpurea* increases Nitric Oxide and decreases Malondialdehyde in hypertensive rats. *Universa Medicina*. 32:44-50.
- Athiroh, N., Permatasari, N., Sargowo, dan Widodo. 2014. Effect of *Scurrula atropurpurea* on Nitric Oxide, EndoTehlial Damage, and EndoTehlial Progenitor Cells of DOCA-Salt Hypertensive Rats. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. 17: 622-625.
- Azzahra, N., Jamilatun, M., dan Aminah, A. 2020. Perbandingan Pertumbuhan *Aspergillus fumigatus* pada Media Instan Modifikasi *Carrot Sucrose Agar* dan *Potato Dextrose Agar*. *Jurnal Mikologi Indonesia*. 4(1): 168-174.
- Backer, C.A., dan Brink, R.C. Bakhuizen Van Den. 1963. *Flora of Java*. NeTehrlands: N.V.P. Noordhoff.
- Bacon, C.W., dan Siegel, M.R. 1990. *Isolation of Biotechnological Organisms from Nature*. New York: Mc. Grow-Hill.
- Barakat, F. Vansteetandt, M., Triastuti, Lamer. 2018. Three New bithiodiketopiperazines With Two Spirocycle Center Isolated From Endhopythic Fungus *Botryosphaeria mamane*. *Symposium International Aferp Stolon*: Jakarta.
- Barnett, H.L., dan Hunter, B.B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi, 4th Edition*. Teh American Phytopathological Society: USA.
- Bartholomew, H.P., Bradshaw, M., Jurick, W.M., dan Fonseca, J.M. 2021. Teh Good, Teh Bad, and Teh Ugly: Mycotoxin Production During Postharvest Decay and Tehir Influence on Tritrophic Host-Pathogen-Microbe Interactions. *Frontiers in Microbiology*. 12: 1-12.

- Berdy, J. 2005. Bioactive microbial metabolites. *Journal Antibiotic*. 58: 1-26.
- Bhojwana, S.S., dan Razdan, M.K. 1996. *Plant Tisu Culture Tehory and Practice, a Revised Edition*. Amsterdam: Elsevier.
- Bilkay, IS., Karakoc, S., dan Aksoz N. 2010. Indole-3-acetic acid and Gibberellic Acid Production in *Aspergillus niger*. *Turkish Journal of Biology*. 34: 313-316.
- Bomke, C., dan Tudzynski, B. 2009. Diversity, Regulation, and Evolution of Teh Gibberellin BiosynTehtic Pathway in Fungi Compared to Plants and Bacteria. *Phytochemistry Journal*. 70: 1876-1893.
- Bomke, C., Rojas, M.C., dan Gong F. 2008. Isolation and Characterization of Teh Gibberellin BiosynTehtic Gene Cluster in *Sphaceloma Manihoticola*. *Applied and Environmental Microbiology*. 74: 5325-5339.
- Brewer, M.S. 2011. NAtural Antioxidants, Source, Compounds, Mechanism Of Action And Potential Application. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 10: 221-247.
- Bullerman, L.B. 2003. Fungi in Food-an Overview. *Spoilage*. Elsevier Science, Ltd. 1-12.
- Cappucino, J. G., dan Sherman, N. 2014. *Manual Laboratorium Mikrobiologi, Edisi 8*. EGC: Jakarta.
- Carlile, M.J., dan Watkinson, S.C. 1994. *Teh Fungi*. London: Academic Press.
- Casella, T. M., Eparvier, V., Mandavid, H., Bendelac, A., Odonne, G. 2013. Antimicrobial and Cytotoxic Secondary Metabolites From Tropical Leaf Endophytes: Isolation of Antibacterial Agent Pyrrocidine. *Phytochemistry journal*: 370-377.
- Cheng, X., Wei, Z., Pu, S., Xiang, M., Yan, A., Zhang, Y., dan Wang, X. 2018. Diversity of endophytic fungi of *Paeonia lactiflora* Pallas and screening for fungal paeoniflorin producers. *FEMS Microbiology Letters*. 365(4):1-8.

- Chiang, Y.M., Lee, K.H., Sanchez, J.F., Keller, N.P., dan Wang, C.C.C. 2009. Unlocking Fungal Cryptic Natural Products. *Natural Product Communications*. 4: 1505-1510.
- Cowan, M. 1999. Plants Products An Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology*. 12 (4): 564-582.
- Cui, X.X., Wang, L., Fanga, H.Y., Zheng, Y.G., dan Su, C.Y. 2022. Teh cultivable endophytic fungal community of *Scutellaria baicalensis*: diversity and relevance to flavonoid production by Teh host. *Plant Signaling & Behavior*. 17 (1): 1-8.
- Deore, S., Khadabadi, K., Chittam, P., Bhujade, T., Wane, Y., Nagpurkar, P., Jain, R. 2009. Properties And Pharmacological Applications of Saponins. *Properties and Pharmacological Applications of Saponins*. 2: 61-68.
- Desmiaty, Y., Ratih, H., Dewi, M., & Agustin, R. 2008. Penentuan Jumlah Tanin Total Pada Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia* Lamk) Dan Daun Sambaing Darah (*Excoecaria bicolor* Hassk) Secara Kolometri Dengan Pereaksi Biru Prusia. *Ortocarpus*. 8: 106-109.
- Dettrakul, S., Kittakoop, P., Isaka, M., Nopichai, S. 2003. Antymicrobacterial Pimarane Diterpenes from the Fungus *Diaporthe* sp. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*. 13 (7): 1253-1255.
- Dewi, A.K., Anwar,C., dan Komohara, Y. 2020. Brain Structure Morphology After Being Fixated With Ethanol on Electron Microscope. *International Journal of Morphology*. 38(2):305-308.
- Do Nascimento, A.M., Soares, M.G., da Silva Torchelsen, F.K.V., de Araujo, J.A.V., Lage, P.S., Duarte, M.C., Andrade, P.H.R., Ribeiro, T.G., dan Coelho, E.A.F. 2015. Antileishmanial Activity of Compounds Produced by Endophytic Fungi Derived from Medicinal Plant *Vernonia polyanTehs* and Tehir Potential as Source of Bioactive Substances. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 31 (11): 1793-1800.
- Endharti, A.T., Wulandari, A., Listyana, A., Norahmawati, E., dan Permana, S. 2016. (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Extract

- Effectively Inhibits Inflammation, Proliferation and Induces P53 Expression On Colitis-Associated Colon Cancer. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 16(374): 1-8.
- Fatimah, Ni'matuzahroh, Ardiyati, T., dan Baktir, A. 2016. Identification and Characterization of Biosurfactant Producing Bacteria *Arthrobacter* sp. P2(1). *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 10(1):151-156.
- Fernandes, E.G.,Pereira, O.L., da Silva, C.C., Bento, C.B.P., dan de Queiroz, M.V. 2015. Diversity of Endophytic Fungi In *Glycine max*. *Microbiological Research*. 181: 84-92.
- Fitri. 2009. *Pengaruh Kadar Bahan Pengikat Polivinil Pirolidon Terhadap Sifat Fisik Tablet Effervescent Ekstrak Benalu Teh (Scrulla Atropurpurea (Bl.) Dans)*. Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Furi, T. 2018. *Uji Antagonis Fungi Endofit Trichoderma dan Mucor sp. Terhadap Fungi Patogen Penyebab Bercak Daun (Leaf Spot) Pada Tanaman Stroberi (Agraria x ananassa)*. Skripsi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang : Malang.
- Gandjar, I. 2009. *Glosarium Mikologi*, Edisi-1. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gandjar, I., Samson, R.A., Tweel-Vermeulen, K.V.D., Oetari, A., dan Santoso, I. 1999. *Pengenalan Kapang Trofik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gandjar, I., Sjamsuridzal, W., dan Oetari, A. 2018. *Mikologi Dasar dan Terapan. Edisi Revisi*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Gangwar, S., Singh, V.P., Srivastava, P.K., dan Maurya, J. 2011. Modification of Chromium (VI) Phytotoxicity by Exogenous Gibberellic Acid Application in *Pisum sativum* (L.) Seedlings. *Acta Physiology Plant*. 33: 1385-1397.
- Guerreo, J.M., Guerra-Sierra, B.E., dan Alvarez, J.C. 2021. Funga Endophytes of Tahiti lime (*Citrus citrus x latifolia*) and Tehir Potential for Control of *Collectrichum acutatum* J.H.

- Simmonds Causing Anthracnose. *Frontiers in Engineering and Bitechology*. 9: 1-13.
- Habisukan, U.H., Elfita, Widjajanti, H., Setiawan, A., dan Kurniawan, A. 2021. Diversity of endophytic fungi in *Syzygium aqueum*. *Biodiversitas*. 22(3): 1129-1137.
- Hamayun, M., Khan, S.A., dan Iqbal, I. 2009. *Chrysosporium pseudomerdarium* Produces Gibberellins and Promotes Plant Growth. *Journal of Microbiology*. 47: 425-430.
- Hanifa, Ines. 2012. Studi Mekanisme Antikanker Senyawa Analog Calkon 3,5-BIS-(2,3-Dimetoksibenzilidin)-1-Metilpiperidin-4-On Terhadap Guanin. *Skripsi*.
- Hardianto, D., Isdiyono, B.W., dan Ivan, F.X. 2016. Biokonfersi Sefalosporin C Menjadi Asam 7-Aminosefalosporanat Dengan Sifalosporin Asilase. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 3(2): 89-95.
- Hardiyanti, R., Marpaung, L., Adnyana, I.K, dan Simanjuntak, P. 2018. Antioxidant and Antibacterial Activities of Various Extracts of Duku's Mistletoe Leaf (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) Collected from Medan, Indonesia. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 11(12): 526-529.
- Haryani, D. 2013. *Karakterisasi Dan Skrining Isolate Kapang Endofit Dari Tumbuhan Benalu Teh Sebagai Antibakteri Terhadap Escheria Coli Dan Bacillus Subtilis*. Purwokerto: Skripsi Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Hipol, R.M., Tamang, S.M.A., Amor, M. 2014. Antioxidant Activities of Fungal Endophytes Isolated from Strawberry *Fragaria x Ananassa* Fruit. *Electronic Journal of Biology*. 10 (4): 107-112.
- Hou, X.M., Wang, C.Y., Gerwick, W.H., dan Shao, C.L. 2019. Marine Natural Products as Potential Anti-Tubercular Agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 165: 273-292.
- Ibrar, M., Ullah, M.W., Manan, S., Farooq, U., Rafiq, M., dan Hasan, F. 2020. Fungi From Teh Extremes Of Life: An Untapped Treasure For Bioactive Compounds. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 104: 2777-2801.

- Ikawati, M., Wibowo, A.E., Octa, N.S., dan Adelina, R. 2008. Pemanfaatan Benalu Sebagai Agen Anti Kanker. *Prosiding Internasional*. Disampaikan pada International Seminar of Indonesia-Malaysia: Yogyakarta.
- Ilyas, M. Rahmansyah, M., dan Kanti, A. 2006. *Seri Panduan: Teknik Isolasi Fungi*. LIPI Press: Jakarta.
- Isaka, M., Chinthanom, P., Boonruangprapa, T., Rungjindamai, N., dan Pinruan, U. 2010. Eremophilane-type Sesquiterpenes from Teh Fungus *Xylaria* sp. BCC 21097. *Journal of Natural Products*. 73 (4): 683-687.
- Jamaluddin, R. 2004. *Riset Kehumasan*. Jakarta: Grasindo.
- Julianto, T. S. 2019. *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kawanabe, Y., Yamane, H., dan Murayama T. 1983. Identification of Gibberellins A3 in mycelia of *Neurospora crassa*. *Agricultural and Biological Chemistry*. 47: 1693-1694.
- Kementerian Kesehatan RI. 2015. *Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2015-2019*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI.
- Kementerian Kesehatan RI. 2018. *Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI.
- Khakim, A. 2000. Ketoksikan Akut Ekstrak Air Daun Benalu (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) dan *Dendrophthoe falcata* (L.f) ertingsh) pada Mencit Jantan Dan Uji Kandungan Kimia. *Skripsi*. Fakultas farmasi. Universitas Gadjah mada: Yogyakarta.
- Khalil, A.M.A., Hassan, S.E.D., Alsharif, S.M., Eid, A.M., Ewais, E.E.D., Azab, E., Gobouri, A.A., Elkelish, A., dan Fouda, A. 2021. Isolation and Characterization of Fungal Endophytes Isolation from Medicinal Plant *Ephedra pachyclada* as Plant Growth-Promoting. *Biomolecules*. 11(140): 1-19.
- Khan, A. L., Hussain, J., Al-Harrasi, A., Al-Rawahi, A., dan Lee, I.J. 2013. Endophytic Fungi: Resource for Gibberellins and Crop

- Abiotic Stress Resistance. *Critical Reviews in Biotechnology*. 35(1): 62-74.
- Khan, A.L., Hamayun, M., dan Kim, Y.H. 2011. Gibberellins Producing Endophytic *Aspergillus fumigatus* LH02 Influenced Endogenous Phytohormonal Levels, Plant Growth and Isoflavone Biosynthesis in Soybean Under Salt Stress. *Process Biochemistry*. 46: 440-447.
- Khare, E., Mishra, J., dan Arora, N.K. 2018. Multifaceted Interactions Between Endophytes and Plant: Developments and Prospects. *Frontiers in Microbiology*. 9: 1-12.
- Krain, A., dan Siupka, P. 2021. Fungal Guttation, a Source of Bioactive Compounds, and Its Ecological Role-A Review. *Biomolecules*. 11 (1270): 1-17.
- Kuncoro, H., dan Sugijanto, N.E. 2011. Fungi Endofit, Biodiversitas, Potensi dan Prospek Penggunaannya Sebagai Sumber Bahan Obat Baru. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*. 1(3): 247-262.
- Kurniasari, N., Hidayati, N.A., dan Wahyuni, T. 2019. Identifikasi Cendawan Yang Berpotensi Menyebabkan Penyakit Busuk Kuning Pada Batang Tanaman Buah Naga. *Ekotonia*. 4(1): 1-6.
- Kurniasari, N., Hidayati, N.A., dan WahyuniKurniasari, F. 2009. Pengaruh Kadar Bahan Pengikat Polivinil Pirolidon Terhadap Sifat Fisik Tablet Effervescent Ekstrak Benalu Teh (*Scrolla Atropurpurea* (Bl.) Dans). *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.
- Kurniasih, N., Kusmiyati, M., Nurhasanah, Sari, R.P., dan Wafdan, R. 2015. Potensi Daun Sirsak (*Anona muricata* Linn.). Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis), dan Daun Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra*) Sebagai Antioksidan Pencegah Kanker. *Jurnal Istek*. 9(1):162-184.
- Kurniawansyah, I.S. 2016. Penentuan Tingkatan Jaminan Sterilisasi Pada Autoklaf Dengan Indikator Biologi Spore Strip. *Jurnal Farmaka*. 14(1): 59-69.

- Kusari, S., Hertweck, C., dan Spiteller, M. 2012. Chemical Ecology of Endophytic Fungi: Origins of Secondary Metabolites. *Chemistry & Biology*. 19(7): 792-798.
- Kusuma, Y., Pinatih, K.J.P., dan Hendrayana, M.A. 2019. Efek Sinergis Kombinasi *Chlorhexidine* dan Alkohol Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*. *E-Jurnal Medika*. 8(3): 3-5.
- Lata, R., Chowdhury, S., Gond, S. K., dan White, J. F. Jr. 2018. Induction of abiotic stress tolerance in plants by endophytic microbes. *Letters in Applied Microbiology*. 66: 268-276.
- Le, T.T.M., Hoang, A.T.H., Le, T.T.B., Vo, T.T.B., Quyen, D.V., dan Chu, H.H. 2019. isolation of endophytic fungi and screening of Huperzine A-producing fungus from *Huperzia serrata* in Vietnam. *Scientific Reports*. 9(16152): 1-13.
- Leck A. (1999). Preparation of lactophenol cotton blue slide mounts. *Community eye health*, 12(30), 24.
- Liberty, P., Malagia, M., & Sangi, J. 2012. Penentuan Kandungan Tanin Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.). MIPA Unsrat. 1: 5-10.
- Liu, T., Greenslade, A., dan Yang, S. 2017. Levels Of Rhizome Endophytic Fungi fluctuate In *Paris polyphylla* Var. Yunnanensis As Plants Age. *Plant Diversity*. 39: 60-64.
- Lu, Y., Chen, C., Chen, H., Zhang, J., dan Chen, W. 2012. Isolation and Identification of Endophytic Fungi from *Actinidia macrosperma* an Investigation of Tehir Bioactivitie. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 1-8.
- Lugtenberg, B. J. J., Caradus, J. R., dan Johnson, L. J. 2016. Fungal endophytes for sustainable crop production. *FEMS Microbiology Ecology*. 92
- Mahardhika, W.A., Rukmi, M.G.I., dan Pujiyamto, S. 2021. Isolasi Fungi endofit dari tanaman ciplukan (*Physalis angulata* L.) dan potensi antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan

- Staphylococcus aureus*. *NICHE Journal of Tropical Biology*. 4(1): 33-39.
- Mandrasari, S.M.W. 2014. Pemberian Ekstrak Benalu Mangga Terhadap Perubahan Histologi Hepar Tikus Yang Diinduksi Kodein. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Manias, D., Verma, A., dan Soni, D. K. 2020. Isolation and characterization of endophytes: Biochemical and molecular approach. *Microbial Endophytes*. 1-14.
- Maryadi, H.L.P., Dewi, E.D., Aryadi, T., Santikajaya, A., Fitri, W., dan Putro, R.A. 2018. Kesehatan Untuk Semua: Strategi Diplomasi Kesehatan Global Indonesia. Jakarta Pusat: BPPK KEMENLU RI.
- Mathur, S., & Sutton, J. 2017. Personalized medicine could transform healthcare. *Biomedical reports*. 7(1) :3-5
- Mawarni, N., Iqbal, E., & Rudi, W. 2020. Isolasi Cendawan *Aspergillus* sp. Pada Tanaman Organik. *Journal Of Applied Agricultural Science*, 5 (1), 68-74.
- Mbilu, M., Wanyoike, W., Kangogo, M., Bii, C., Agnes, M., dan Kihia, C. 2018. Isolation and Characterization of Endophytic Fungi from Medicinal Plant *Warburgia ugandensis*. *Journal of Biology*. Agriculture and Healthcare, 8(12):57-66.
- Meffeh, F.B., Daoud, A., Bouket, A.C., Alenezi, F.N., Luptakova, L., Rateb, M.E., Kadri, A., Gharsallah, N., dan Belbahri, L. 2017. Fungal Root Microbiome From Healthy And Brittle Leaf Diseased Date Palm Trees (*Phoenix dactylifera* L.) Reveals A Hidden Untapped Arsenal Of Antibacterial And Broad Spectrum Antifungal Secondary Metabolites. *Frontiers in Microbiology*. 8(307).
- Meletiadis, J., Meis, J.F.G.M., Mouton, J.W., dan Verweij, P.E. 2001. Analysis of Growth Characteristics of Filamentous Fungi in Different Nutrient Media. *Journal of Clinical Microbiology*. 39(2): 474-484.

- Michael, J., Rani, N.Z.A., dan Husain, K. 2020. A Review on Teh Potential Use Of Medicinal Plants From Asteraceae And Lamiaceae Plant Family In Cardiovascular Diseases. *Frontiers in Pharmacology*. 11(852).
- Minarno, E. 2015. Skrining Fitokimia Dan Kandungan Total Flavonoid Pada Buah *Carica pubescens* Lenne & K. Koch Di Kawasan Bromo, Cangar Dan Dataran Tinggi Dieng. *El-Hayah*. 5 (2).
- Miyashira, C.H., Tanigushi, D.G., Gugliotta, A.M., dan Santos, D.Y.A.C. 2010. Comparison Of Radial Growth Rate of Teh Mutualistic Fungus of *Atta sexdens rubropilosa* forel in two culture media. *Brazilian Journal of Microbiology*. 41: 506-511.
- Moore-Landecker, E. 1996. *Fundamentals of Teh Fungi*, 4th edition. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.
- Mousa, W.K., dan Raizada, M.N. 2013. Teh Diversity of Anti-Microbial Secondary Metabolites Produced by Fungal Endophytes: an Interdisciplinary Perspective. *Frontiers in Microbiology*, 4(65): 1-8.
- Mudgal, G. 2011. Evidence for Unusual Choice of Host and Haustoria by *Dendrophthoe falcata* (L.f) Ettingsh, a leafy mistletoe. *Archives of Pathology and Plant Protection*. 44(2): 186-190.
- Mueller, G.M., Bills, G.F., dan Foster, M.S. 2004. *Biodiversity Of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. Amsterdam: Elsevier Acad Press.
- Mufida, N., Athiroh, N., dan Mubarakati, N.J., 2022. Paparan benalu (teh dan mangga) terhadap kadar *Superoksida Dismutase* (SOD) serum tikus hipertensi model preventif. *Jurnal Biologi Udayana*. 26(1): 58-65.
- Mukhlis, D.K., Rozirwan, dan Hendri, M. 2018. Isolasi dan Aktivita Antibakteri Jamur Endofit Pada Mangrove *Rhizophira apiculate* 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 Praktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 3(1): 64-71.
- Mutmainah, S. 2015. Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Nasution, P., Periadnadi, dan Nurmiati. 2017. Kecepatan Pertumbuhan Kapang (*Trichoderma harzianum* Rifai A1300-F006) dan Aktivitas Selulase Dalam Penanganan Sampah Selulosa. *Jurnal Metamorfosa*. 4(1): 35-40.
- Nasution, P., Rodensia, M., dan Fitmawati. 2012. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Benalu (*Scurulla* sp.) yang Tumbuh Pada Beberapa Inang Terhadap Pertumbuhan *Salmonella typhi*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau: Riau.
- Natasha, K., dan Restiani, R. 2019. Optimasi sterilisasi eksplan pada kultur in vitro ginseng jawa (*Talium paniculatum*). Prosiding Symbion (*Symposium on Biology Education*), Yogyakarta: 30 Agustus 2019. 87-95.
- Newman, D.J., dan Cragg, G.M. 2020. Natural Products As Sources Of New Drugs Over Teh Nearly Four Decades From January 1981 to September 2019. *Journal of Natural Products*. 83: 770-803.
- Nugroho, A.W. 2017. Konservasi Keanekaragaman Hayati Melalui Tanaman Obat Dalam Hutan di Indonesia Dengan Teknologi Farmasi: Potensi dan Tantangan. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(7): 377-383.
- Nugroho, Y., Nuratmi, B., & Suhardi. 2000. Daya Hambat Benalu Teh (*Scrulla atropurpurea*) Terhadap Prolofrasi Sel Tumor Kelenjar Susu Mencit (*Mus mucus* L.) C3H. *Cermin Dunia Kedokteran*. 127: 15-17.
- Nurfaat, D., dan Indriyati, W. 2016. Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Benalu Mangga (*Dendrophtoe pentandra* (L.) Miq.)

- Terhadap Mencit Swiss Webster. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 3(2):53-65.
- Octavia, A., dan Wantini, S. 2017. Perbandingan pertumbuhan cendawan *Aspergillus flavus* pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan media alternatif dari singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Analis Kesehatan*. 6(1): 625-631.
- Ohashi, K., Winarno, M., Mukai, F., dan Ali. 2003. Indonesian medicinal plants. XXV. Cancer Cell Invasion Inhibitory Effects of Chemical Constituents In Teh Parasitic Plant *Scrolla atropurpurea* (Loranthaceae). *Chemical & pharmaceutical bulletin*. 51(3): 343-345.
- Oleune, U. 2019. *Manfaat Benalu Teh Untuk Kesehatan*. Diakses pada tanggal 12 Juni 2022. URL: <http://manfaatdaunku.blogspot.co.id/2014/manfaatbenalutehbagikesehatan.html>
- Oyebanji, O.B., Nweke, O., Odebunmi, O., Galadima, N.B., Idris, M.S., Nnodi, U.N., Afolabi, A.S., dan Oghadu, G.H. 2009. Simple, Effective, and Economical Explant-Surface Sterilization Protocol for Cowpea, Rica and Sorghum Seeds. *African Journal of Biotechnology*. 8(20): 5395-5399.
- Patil, M., Patil, R., Mohammad, S., Maheswari, V. 2017. Bioactivities of Phenolic Rich Fraction From Diaporthe Arengae. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*: 296-402.
- Prasad P.S., Sam J.E., Kumar A., dan Kannan. 2014. Teh effect of 5% sodium hypochlorite, 17% EDTA and Triphala on two different rotary NiTi instruments: an AFM and EDS analysis. *Journal Conservative Dentistry*. 17(5):462-6.
- Purnamasari, H., Rahayuningsih, M., dan Chasnah. 2012. Kunci Determinasi dan Flashcard Sebagai Media Pembelajaran Inkuiri Klasifikasi Makhluk Hidup SMP. *Unnes Science Education Journal*. 1(2): 228-235.
- Qader, M.M., Hamed, A.A., Soldatou, S., Abdelraof, M., Elawady, M.E., Hassane, A.S.I., Belbahri, L., Ebel, R., dan Rateb, M.E. 2021. Antimicrobial And Antibiofilm Activities Of Teh Fungal Metabolites Isolatd From Teh Marine Endophytes *Epicoccum*

- Nigrum* M13 and *Alternaria alternata* 13A. *Marine Drugs*. 19(232).
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi Dan Mikroorganisme Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 2(3):113-126.
- Ramdhani, A.P. 2019. Isolasi Dan Uji Potensi Kapang Pelarut Fosfat dan Dekomposer Bahan Organik dari Tanah Rhizosfer *Mangrove Center Tuban*. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga: Surabaya.
- Rana, K.L., Kour, D., Sheikh, I., Dhiman, A., Yadav, N., Yadav, A.N., Rastegari, A.A., Singh, K., dan Saxena, A.K. 2019. Endophytic Fungi: Biodiversity, Ecological Significance, And Potential Industrial Applications. *In Recent Advancement In White Biotechnology Through Fungi: Volume 1: Diversity and Enzymes Perspectives Fungal Biology*; Yadav, A.N., Mishra, S., Singh, S., Gupta, A., Eds.; *Springer*: Cham, Switzerland, pp. 1-62.
- Ribeiro, S.F.L., Garcia, A.D.C., Santos, H.E.D.D., Montoya, Q.V., Rodrigues, A., Oliveira, J.M.D., dan Oliviera, C.M.D. 2018. Antimicrobial Activity OF Crude Extract OF Endophytuc Fungi from *Oryctanthus alveolatus* (Kunth) Kujit (Mistletoe). *African Journal of Microbiology Research*. 12 (1): 263-268.
- Ridlo, M. 2018. Skrining Fitokimia, Penetapan Kadar Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Benalu (*Dendrophloe pentandra* (L.) Miq.) pada Inang Mangga. *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Universitas Jember: Jember.
- Riesanti, D.G., Padaga, M.C., dan Herawati. 2013. Kadar HDL, Kadar LDL dan Gambaran Histopatologi Aorta pada Hewan Model Tikus (*Rattus norvegicus*) Hiperkolesterolemia Dengan Terapi Ekstrak Air Benalu Mangga (*Dendrophloe pentandra* (L.) Miq.). [diunduh pada 27 Maret 2022]. URL. <https://fkh.ub.ac.id/wp-content/uploads/2012/10/0911310008-DiajengGaluhR.pdf>.
- Risdianto, H., Setiade, T., Suhardi, S.H., dan Niloperbowo, W. 2007. Pemilihan Spesies Jamur dan Media Imobilisasi Untuk

- Produksi Enzim Ligninolitik. *Prosiding seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*. 25-26 Juli 2007. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sabbathini, G.C., Pujiyanto, S., Wijanarka, dan Lisdiyanti, P. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus *Sphingomonas* dari Daun Padi (*Oryza sativa*) di Area Persawahan Cibinong. *Jurnal Biologi*. 6(1): 59-64.
- Sadeghi, F., Samsampour, D., Seyahooei, M.A., Bagheri, A., dan Soltani, J. 2019. Diversity and Spatiotemporal Distribution of Fungal Endophytes Associated with *Citrus reticulata* cv. Siyadoo. *Current Microbiology*. 76: 279-289
- Sayuti, Kesuma dan Yenrina, Rina. 2015. *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press.
- Schueffler, A., dan Anke, T. 2014. Fungal Natural Products in Research And Development. *Natural Product Reports*. 31: 1425-1448.
- Schulz, B., Boyle, C., dan Sieber, T. 2006. Soil biology Microbial Root Endophytes. Vol. 9. Berlin: Springer.
- Sembiring, H., Lenny, S., dan Marpaung, L. 2016. Aktifitas Antioksidan Senyawa Flavonoida dari Daun Benalu Kakao (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.). *Chimica et Natura Acta*. 4(3): 117-122.
- Sibero, M.T., Tarman, K., Radjasa, O.K., Sabdon, A., Trianto, A., dan Bachtiarini, T.U. 2018. Produksi Pigmen dan Identifikasi Fungi Penghasilnya Menggunakan Pendekatan Dna Barcoding. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 99-1-8.
- Simanjuntak, P., Parwati, T., Lenny, L.E., Tamat, S.R., dan Maurwani, R. 2004. Isolasi dan Identifikasi Antioksidan Dari Ekstrak Benalu Teh (*Scurrulla oortiana* (Korth) Danser). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indoenesia*. 2(1): 19-24.
- Skellam, E. 2019. Strategies For Engineering Natural Product BiosynTehsis In Fungi. *Trends Biotechnol*. 37: 416-427.
- Slama, H.B., Bouket, A.C., Alenezi, F.N., Pourhassan, Z., Golinska, P., Oszako, T., dan Belbahri, L. 2021. Potentials of Endophytic

- Fungi** in Teh BiosynTehsis of Versatile Secondary Metabolites and Enzymes. *Forest*. 12(1784): 1-13.
- Solikin. 2016. Upaya Perbanyak Generatif Benalu: *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. Pasuruan: International Conference on Global Resource Conversation.
- Srivastava, A.K., Kapkoti, D.S., Gupta, M., Rout, P.K., Bhakuni, R.S., dan Samad, A. 2020). Enhanced production of phytotoxic polyketides isolatd from *Curvularia lunata* by applying chemical stresses. *Industrial Crops & Product*. 160: 1-9.
- Stekel, D. 2018. First Report of Antimicrobial Resistance Pre-Dates Penicillin. *Nature*. 562(192).
- Stierle, A., dan Strobel, G. 1993. Taxol and Taxane Production by *Taxomyces andreanae*, an Endophytic Fungus of Pacific Yew. *Science*. 260(5105): 214-216.
- Strobel, G. dan Daisy, B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Tehir Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 67 (4): 491-502.
- Suciatmih, Y., & Supriyati, D. 2011. Isolasi, Identifikasi, Dan Skrining Jamur Endofit Penghasil Agen Biokontrol Dari Tanaman Di Lahan Pertanian Dan Hutan Penunjang Gunung Salak. *Jurnal Media Litbang Kesehatan*, 17-25.
- Sugijanto, N.E. 2011. Produksi Bahan Bioaktif Berkhasiat Obat Menggunakan Fungi Endofit. Pidato pengukuhan jabatan guru besar pada Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. Universitas Airlangga: Surabaya.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujadmiko, W.K.K.Y., dan Wikandari, P.R. 2017. Resistensi Antibiotik Amoksisilin Pada Strain *Lactobacillus plantarum* B1765 Sebagai Kandidat Kultur Probiotik. *Journal of Chemistry*. 6(1): 54-58.
- Sulistyo, H. 2008. Inhibisi Aktivitas Proliferasi Sel Dan Perubahan Histopatolgik Epitelial Mukosa Nasofaring Mencit C3H

- Dengan Pemberian Ekstrak Benalu Teh. *Tesis*. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Sunaryo, E., & Uji, T. 2006. Kerusakan Morfologi Tumbuhan Koleksi Kebun Raya Purwodadi Oleh Benalu (Loranthaceae Dan Viscaceae). *Berita Biologi*, 8 (2), 129-139.
- Sunaryo. 2008. Pemasaran Benalu *Dendrophthoe petandra* (L) Miq. Pada Tanaman Koleksi Kebun Raya Cibodas. *Jurnal Nature Indonesia*, 11 (1), 48-58.
- Suroyya, M, Athiroh, N., dan Mubarakati, N.J. 2021. Role of Superoxide Dismutases (SODs) in Hypertensive Rats After Administration of Mango Mistletoe Methanolic Extract. *JSMARTech*. 2(2): 1-5.
- Talukdar, R., Padhi, S., Rai, A.K., Masi, M., Evidente, A., Jha, D.K., Cimmino, A., dan Tayung, K. 2021. Isolation and Characterization of an Endophytic Fungus *Collectrichum coccodes* Producing Tyrosol from *Houttuynia cordata* Thunb. Using ITS2 RNA Secondary Structure and Molecular Docking Study. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 9: 1-12.
- Tan, R.X., dan Zou, W.X. 2001. Endophytes: a rich source of Functional Metabolites. *Natural Product Report*. 18(4):448-459.
- Tanaka, A., Tapper, B. A., Popay, A., Parker, E. J., dan Scott, B. 2005. A symbiosis expressed non-ribosomal peptide synthetase from a mutualistic fungal endophyte of perennial ryegrass confers protection to *Teh* symbiotum from insect herbivory. *Molecular Microbiology*. 57
- Tatang, S. 2019. *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Tawfike, A.F., Romli, M., Clements, C., Abbott, G., Young, L., Schumacher, M., Diederich, M., Farage, M., dan Ebela, R.E. 2019. Isolation Of Anticancer And Anti-Trypanosome Secondary Metabolites From *Teh* Endophytic Fungus *Aspergillus flocculus* Bioactivity Guided Isolation And MS Based Metabolomics. *Journal of Chromatography*. 1106-1107.

- Tejasvi, M.V., Nalini, M.S., Mahesh, B., Prakash, H.S., Kini, K.R., Shetty, H.S., dan Sabbiah, V. 2007. New Hopes from Endophytic Fungal Secondary Metabolites. *Boletín de la Sociedad Química de México*. 1(1): 19-26.
- Tennakoon, K.U., Wang, H.C., dan Bolin, J.F. 2011. Nutritional and Isotopic Relationship of Selected Bornean Tropical Mistletoe-Host Associations in Brunei Darussalam. *Functional Plant Biology*. 38: 505-513.
- Tjirosoepomo, G. 2010. *ITumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: UGM Press.
- Tuna, L.A., Kaya, C., Dikilitas, M., dan Higgs, D. 2008. Teh Combined Effects of Gibberellic Acid and Salinity on Some Antioxidant Enzyme Activities, Plant Growth Parameters and Nutritional Status in Maize Plants. *Environmental and Experimental Botany*. 62: 1-9.
- Turbat, A., Raak, D., Vigneshwari, A., Kocsube, S., Thu, H., Szepesi, A., Bakacsy, S., Skrbic, B.D., Jigjiddorj, E.M., Vagvolgyi, C., dan Szekeres, A. 2020. Characterization of Teh Plant Growth-Promoting Activities of Endophytic Fungi Isolatd from *Sophora flavescens*. *Microorganism*. 8(683): 1-15.
- Vaessen, C.V., Monte, J., Cela, E.G., Magan, N., dan Medina, A. 2020. Proof of Concept: Could Snake Venoms be a Potential Source of Bioactive Compounds for Control of Mould Growth and Mycotoxin Production. *Letters in Applied Microbiology*. 71: 459-465.
- Van Steenis, C.G.G.J. 2008. *Flora*. Jakarta: PT. Padnya Paramita.
- Vega, F. E., Posada, F., Aime, M. C., Pava-Ripoll, M., Infante, F., dan Rehner, S. A. 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biology Control*. 46: 72-82.
- Venugopalan, A., dan Srivastava, S. 2015. Endophytes as In Vitro Production Platforms of High Value Plant Secondary Metabolites. *Biotechnology Advances*. 33(6). 873-887.
- Waluyo, L. 2007. *Mikrobiologi Umum*. Malang: UMM Press.

- Wang, F. W., Ye, Y.H., Ding, H., Chen, Y.X., Tan, R.X and Song, Y.C. 2010. Benzophenones from *Guignardia* sp. *Chemistry dan Biodiversity*. 7 (1): 216-220.
- Wang, W., de Silva, D. D., Moslemi, A., Edwards, J., Ades, P. K., Crous, P. W., dan Taylor, P. 2021. *Colletotrichum* Species Causing Anthracnose of Citrus in Australia. *Journal of fungi*. 7(47): 1-24.
- Wicaksono, M.H.B., dan Permana, S. 2013. Potensi Fraksi Etanol Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Sebagai Agen Anti Kanker Kolon Pada Mencit (*Mus muscullys* Balb/c) Setelah Induksi Dextran Sulvat (DSS) dan Azoxymethane (AOM). *Jurnal Biotropika*. 1(2): 75-79.
- Widyasari, E.M., Sriyani, M.E., Daruwati, I., Halimah, I., dan Nuraeni, E. 2018. Karakteristik Fisiko-Kimia Senyawa Bertanda ^{99m}Tc-Kuersetin. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*. 20(1): 9-18.
- Widyastuti. 2013. *Terapi Herbal Ragam Kanker Pada Wanita*. Yogyakarta: Flash Book.
- Winarno, M., Sundai, & Nuratmi, B. 2003. Penelitian Aktivitas Biologic Infus Benalu Teh (*Scurrula atropurpurea* Bl. Dans) Terhadap Aktivitas System Imun Mencit. *Cermin Dunia Kedokteran*. 127: 11-14.
- Wink, H. 2015. Modes Of Action of Herbal Medicines and Plant Secondary Metabolites. *Medicines*. 2: 251-286.
- Wink, M. 2008. Plant Secondary Metabolism: Diversity, Function and its Evolution. *Natural Product Communications*. 3(8): 1205-1216.
- Xie, H., Feng, X., Wang, M., Wang, Y., Awasthi, M.K., dan Xu, P. 2020. Implications of Endophytic Microbiota in *Camelia sinensis*: a Review on Current Understanding and Future Insigth. *Bioengineered*. 11(1):1011-1015.
- Yanis, Ikel, F., Alamsjah, Feskaharny., Agustien, A dan Maideiza.. 2020. Potensi Antibakteri Dari Ekstrak Segar Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Dalam Menghambat Pertumbuhan

- Bakteri *Shigella dysenteriae*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 8(1): 14-19.
- Yee, L.S., Fauzi, N.F.M., Najihah, N.N., Daud, N.M., dan Sulain, M.D. 2017. Study of *Dendrophthoe Pentandra* Ethyl Acetate Extract as Potential Anticancer Candidate on Safety and Toxicity Aspects. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*. 6(1): 1-11.
- Yulva, I. 2021. *Aktivitas Antioksidan dan Senyawa Aktif Daun dan Batang Benalu Teh (Scrulla atropurpurea (Bl.) Dans) Pada Berbagai Metode Pengeringan Simplisia*. Unieversitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang: Malang.
- Yunianto, P., Rusman, Y., Saepudin, E., Suwarno, W., & Sumaryono, W. 2014. Alkaloid (*meleagrine and chrysogine*) from endophytic fungi (*Penicillium* sp.) of *annona squamosa* L. *Journal Biology Science*. 17: 667-674.
- Zaiyou, J., Hongsheng, W., Ning, W., Li, M., dan Guifang, X. 2015. Isolation and Identification of an Endophytic Fungus Producing Paclitaxel from *Taxus wallichiana* var *mairei*. *Nutricion Hospitalaria*. 32(6): 2932-2937.
- Zeilinger, S., Gupta, V.K., Dahms, T.E.S., Silva, R.N., Singh, H.B., Upadhyay, R.S., Gomes, E.V., Tsui, C.K.M., dan Nayak, S.C. 2016. Friends Or Foes? Emerging Insights from Fungal Interactions With Plants. *FEMS Microbiology. Rev.* 40: 182-207.
- Zhang, H.W., Song, Y.C., dan Tan, R.X. 2006. Biology and Chemistry of Endophytes. *Natural Product Report, Teh Royal Society of Chemistry*. 23(5): 753-771.
- Zinniel, D.K., Lambrecht, P., Harris, N.B., Feng, Z., Kuczmariski, D., Higley, P., Ishimaru, C.A., Arunakumari, A., Barletta, R.G., dan Vidaver, A.K. 2002. Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria From Agronomic Crops and Prairie Plant. *Applied and Environmental Microbiology*. 68(5): 2198-2208.
- Zuo, y., Hu, Q., Zhang, K., dan He, X. 2022. Host and Tissue Affiliations of Culturable Endophytic Fungi Associated with

Xerophytic Plants in Teh Desert Region of Northwest China.
Agronomy. 12(727): 1-19.

Tentang Penulis



Nour Athiroh Abdoes Sjakoer adalah dosen DPK (Diperbantukan) Universitas Islam Malang, diperbantukan pada Jurusan Biologi FMIPA UNISMA. Lahir di kota Sampang, tanggal 17 Juli 1969. Lulusan S1 dari Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) Purwokerto, lulus pada tahun 1993. Lalu melanjutkan Program Magister Biomedik di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang, lulus tahun 2000. Kemudian melanjutkan ke Program Doktorat Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang, lulus tahun 2014. Telah mendapatkan beberapa *grant* penelitian dari Kemenristekdikti dan Kemenag RI. Berkecimpung dalam penelitian sejak menjadi dosen pada tahun 1995. Pengalaman pertama mendapat hibah penelitian dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DPPM) Kemendikbud tahun 1998 dan 2006 skim **Berbagai Bidang Ilmu (BBI)** untuk dosen pemula. Penelitian berikutnya tahun 2011-2012 mendapat dana hibah skim **Penelitian Hibah Bersaing (PHB)** selama 2 (dua) tahun. Penulis aktif melakukan riset, pada tahun 2013 mendapat *grant* Hibah Kompetitif **Unit Pengembangan Penelitian (UPP)** Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Selanjutnya pada tahun 2015-2017 melanjutkan

riset PHB, meraih dana riset penelitian sentralisasi skim **Strategis Nasional (Stranas)** selama 3 tahun dari Kemenristekdikti.

Penelitian yang panjang ini telah mewujudkan beberapa luaran publikasi pada **jurnal nasional ISBN, jurnal nasional terakreditasi, dan jurnal internasional bereputasi**. Telah dipublikasikan pada **konferensi nasional maupun internasional** dan telah menghasilkan beberapa **prosiding**. Disamping itu penulis aktif melibatkan mahasiswa baik jurusan Biologi maupun Kedokteran sebagai **tim pohon penelitian**. Mahasiswa yang ikut terlibat penelitian disamping sebagai tim riset, juga menghasilkan data sebagai tugas akhir (skripsi). Pada tahun 2017, penulis telah berhasil membuat **Monograf Benalu Teh dan Hipertensi**. Pada tahun 2019, penulis berhasil mendapatkan **granted paten** dari Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia RI. Semua data publikasi peneliti bisa diakses pada **google scholar** dan **ID Sinta, Index Scopus 2**.

Pada tahun 2019, penulis mendapat hibah riset dari Kemenristekdikti skim **Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT)** dan **Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT)**. Penulis sangat takjub dengan tumbuhnya rempah-rempah yang melimpah dan masyarakat sangat menyukainya, melimpahnya rempah-rempah sangat bermanfaat, sesuai surat Al-Imron ayat 191, bahwa **“Engkau tidak menciptakan semua ini sia-sia. Maha suci Engkau, maka jagalah kami dari adzab neraka”**. Penelitian tentang benalu khususnya benalu teh dan benalu mangga telah lama dilakukan penelitian terhadap tikus putih jalur wistar bersama tim mahasiswa. Upaya menghilangkan hasil penelitian ini maka dilakukan terobosan membuat inovasi adjuvan dari kombinasi benalu teh dan benalu mangga. Output dari kegiatan ini maka terwujudlah **Monograf Bioprospeksi Benalu Teh-Mangga sekarang dan yang akan Datang (Terapi Adjuvan terhadap Hipertensi)**.

Pada tahun 2022, penulis mewujudkan buku monograf hasil penelitian PDUPT dengan judul : Kepada para pembaca dimohon melakukan sitasi (mengutip) beberapa tulisan penulis melalui *google*

scholar yaitu klik : https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=Dc_SssIAAAAJ.

Alamat email penulis: nur_athiroh_mlg@yahoo.co.id; nour.athiroh@unisma.ac.id. Harapan penulis monograf ini bermanfaat dan membawa kemaslahatan umat. Aamiin YRA..



Nurul Jadid Mubarakati, Lahir di Malang, Jawa Timur pada tanggal 31 Desember 1984 adalah Dosen di Jurusan Biologi Universitas Islam sejak Tahun 2011. Pendidikan formal sarjana diselesaikan di UIN Malang, pendidikan S2 di Universitas Brawijaya Tahun 2009 dan pendidikan S3 di Universitas Brawijaya pada Tahun 2016. Bidang ilmu yang dia tekuni saat ini adalah Bioinformatika.

Selama menjadi dosen, penelitian yang dihasilkannya diantaranya: Karakterisasi profil zona pelusida manusia menggunakan Analisis *in silico* (2016), Studi senyawa phenol pada daun zaitun sebagai AChE inhibitor untuk alzheimer's disease secara *in silico* (2019) dll. Selain itu juga mempunyai pengalaman membimbing mahasiswa dalam ajang bergengsi Program Kreativitas Mahasiswa dan masuk PIMNAS ke 32 di Bali tahun 2019. Penulis merupakan tim riset kombinasi benalu teh dan benalu mangga. Penulis bersama tim telah melakukan publikasi hasil penelitian pada jurnal internasional bereputasi, jurnal internasional, jurnal nasional terindeks serta aktif berpartisipasi pada kanchah internasional dan atau nasional.