

**PROFIL METABOLIT DAN KADAR ANTIOKSIDAN DAUN
MANGROVE *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. ASAL SUNGSANG IV,
BANYUASIN, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**KHARISMA AYU PUTRI
08041282126028**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul skripsi : Profil Metabolit dan Kadar Antioksidan Daun Mangrove
Avicennia marina (Forssk.) Vich. Asal Sungsang IV,
Banyuasin, Sumatera Selatan.

Nama Mahasiswa : Kharisma Ayu Putri

Nim : 08041282126028

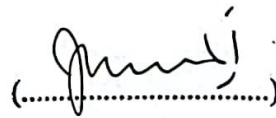
Jurusan : Biologi

Telah disidangkan pada tanggal 06 Maret 2025

Indralaya, Maret 2025

Pembimbing:

1. Drs. Juswardi, M.Si.
NIP. 196309241990021001


(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul skripsi : Profil Metabolit dan Kadar Antioksidan Daun Mangrove
Avicennia marina (Forssk.) Vierh. Asal Sungsang IV,
Banyuasin, Sumatera Selatan.

Nama Mahasiswa : Kharisma Ayu Putri

Nim : 08041282126028

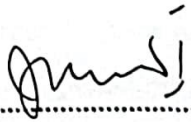
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 06 Maret 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui dengan syarat sesuai dengan yang diberikan.

Indralaya, Maret 2025

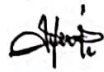
Pembimbing:

1. Drs. Juswardi, M.Si.
NIP. 196309241990021001

()
(.....)

Pembahas:

1. Dra. Harmida, M.Si.
NIP. 196704171994012001
2. Dra. Nina Tanzerina, M.Si.
NIP. 196402061990032001

()
(.....)

()
(.....)

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



Dr. Laila Hanum, M.Si.
NIP:197308311998022001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kharisma Ayu Putri
NIM : 08041282126028
Prodi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA)

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Maret 2025
Penulis,



Kharisma Ayu Putri
NIM.08041282126028

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Kharisma Ayu Putri
NIM : 08041282126028
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (non-exclusively royalty-free right)” atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Profil Metabolit dan Kadar Antioksidan Daun Mangrove *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. Asal Sungsang IV, Banyuasin, Sumatera Selatan”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Maret 2025

Yang Menyatakan,



Kharisma Ayu Putri

NIM. 08041282126028

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk:

- Allah SWT dan Para Rasul
- Kedua Orang Tua
- Adik dan seluruh keluarga besar
- Sahabat, Orang terdekat, serta teman-teman seperjuanganku
- Almamaterku

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan
sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah, 2:286)

*“Jangan pergi mengikuti kemana arah jalan akan berujung,
tentukan jalanmu sendiri, lalu tinggalkan jejaknya.”*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan anugerah yang dilimpahkan, sehingga diselesaikan skripsi yang berjudul “Profil Metabolit dan Kadar Antioksidan Daun Mangrove *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. Asal Sungsang IV, Banyuasin, Sumatera Selatan” sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Terima kasih yang tercinta kepada kedua orang tua dan adik yang selalu mendukung dan mendoakan penulis. Terima kasih juga kepada Drs. Juswardi, M.Si yang selalu memberikan saran, dukungan, ilmu, semangat serta arahan dengan sabar dan ikhlas sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Terima kasih juga disampaikan kepada yang terhormat:

1. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Laila Hanum, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi serta Dr. Elisa Nurnawati, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Drs. Endri Junaidi, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama perkuliahan.
4. Dra. Harmida, M.Si dan Dra. Nina Tanzerina, M.Si selaku dosen Pembahas Skripsi yang telah memberikan masukan serta saran kepada penulis.
5. Seluruh dosen dan staff Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh teman-teman Biologi Angkatan 2021 serta pihak lain yang tidak dapat ditulis satu persatu atas segala bantuan dan dukungannya.

Semoga skripsi ini dapat berguna bagi berbagai pihak khususnya penulis.

Indralaya, Maret 2025

Penulis

METABOLITE PROFILE AND ANTIOXIDANT CONTENT OF *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. MANGROVE LEAVES FROM SUNGSANG IV, BANYUASIN, SOUTH SUMATRA

Kharisma Ayu Putri
NIM 08041282126028

SUMMARY

Avicennia marina leaves have long been used as traditional medicine due to the presence of secondary metabolite compounds that have biological activity, including antioxidant activity. The mangrove forest area in Sungsang IV village is still well maintained and is a place for mangrove restoration and nursery. This study aims to determine the metabolite profile, compound abundance, antioxidant levels and identification of metabolite compound groups in *A. marina* leaves originating from Sungsang IV, Banyuasin, South Sumatra.

The method involved taking mature leaves in sequence 3-5 from the shoots through accidental. Metabolite profile analysis was conducted using a metabolomics approach with GC-MS and antioxidant levels were determined using the DPPH method with quercetin and ascorbic acid as standard antioxidants. The GC-MS analysis data were utilized to trace the compound class and biosynthesis pathway from the total compound abundance to identify compounds with potential bioactivity using the PubChem, ChEBI and PlantCyc websites.

Based on the GC-MS chromatogram, the results of the metabolite profile of the 96% methanol extract of *A. marina* leaves showed a total abundance of 99.07%. A total of 22 compounds were detected, with 4 dominant compounds identified. The dominant compounds were *2-Propanol, 1,1'-oxybis* (26.8%) which has antimicrobial bioactivity, *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative* (18.17%) with antioxidant, antibacterial, antimalarial and anticancer activity, and compounds *1-Propanol, 2,2'-oxybis* (15.6%) and *1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-* (15.6%) which have bioactivity as antimicrobials. The antioxidant content of *A. marina* leaves was 39.16 ± 10.05 ppm using ascorbic acid and 64.21 ± 17.32 ppm using quercetin. The group of compounds present in *A. marina* leaves exhibited bioactivity as antioxidants, antimicrobials, antitumors, anticancer, anti-inflammatory, antifungal, antiasthma, antiandrogenic, antifungal, anticancer, and antimalarial agents, which have the potential to be developed as herbal medicines and fishery preservatives.

Keywords: GC-MS, Metabolite Profile, Antioxidant, *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.

PROFIL METABOLIT DAN KADAR ANTIOKSIDAN DAUN MANGROVE *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. ASAL SUNGSANG IV, BANYUASIN, SUMATERA SELATAN

Kharisma Ayu Putri
NIM 08041282126028

RINGKASAN

Daun *Avicennia marina* telah lama digunakan sebagai obat tradisional dengan adanya senyawa metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas biologis, diantaranya aktivitas antioksidan. Kawasan hutan mangrove yang ada di desa Sungsang IV masih terjaga dengan baik dan merupakan tempat restorasi serta pembibitan mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil metabolit, kelimpahan senyawa, kadar antioksidan serta identifikasi golongan senyawa metabolit pada daun *A. marina* yang berasal dari Sungsang IV, Banyuasin, Sumatera Selatan.

Metode pengambilan daun dewasa urutan 3-5 dari pucuk secara kebetulan. Profil metabolit dengan analisis pendekatan metabolomik menggunakan GC-MS serta kadar antioksidan metode DPPH dengan kuersetin dan asam askorbat sebagai antioksidan standar. Data analisis GC-MS yang diperoleh dilakukan penelusuran kelas senyawa dan jalur biosintesis dari total kelimpahan senyawa untuk mengetahui senyawa-senyawa yang berpotensi memiliki bioaktivitas dengan menggunakan website PubChem, ChEBI dan PlantCyc.

Berdasarkan kromatogram GC-MS diperoleh hasil profil metabolit ekstrak metanol 96% daun *A. marina* dengan kelimpahan total 99,07%. Total senyawa yang terdeteksi sebanyak 22 senyawa dengan 4 senyawa dominan. Senyawa – senyawa yang dominan adalah *2-Propanol, 1,1'-oxybis* (26,8%) yang memiliki bioaktivitas antimikroba, *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative* (18,17%) memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antimalaria dan antikanker, serta senyawa *1-Propanol, 2,2'-oxybis* (15,6%) dan *1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-*. (15,6%) yang memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba. Kadar antioksidan daun *A. marina* sebesar $39,16 \pm 10,05$ ppm dengan menggunakan asam askorbat dan $64,21 \pm 17,32$ ppm kuersetin. Golongan senyawa yang terkandung dalam daun *A. marina* memiliki bioaktivitas sebagai antioksidan, antimikroba, antitumor, antikanker, antiinflamasi, antifungi, antiasma, antiandrogenik, antijamur, antikanker, dan antimalaria yang berpotensi sebagai pengembangan obat-obatan herbal dan pengawet hasil perikanan.

Kata Kunci: GC-MS, Profil Metabolit, Antioksidan, *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	viii
RINGKASAN	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Masalah Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh	4
2.2. Profil Metabolit	6
2.3. Senyawa Metabolit Pada <i>Avicennia marina</i>	7
2.3.1. Alkaloid	7
2.3.2. Triterpenoid	7
2.3.3. Flavonoid	8
2.4. GC-MS (<i>Gass Cromatography-Mass Spectrometry</i>)	8
2.5. Antioksidan	9
2.5.1. Penentuan Antioksidan dengan Metode DPPH	10
2.5.2. Standar Antioksidan Asam Askorbat dan Kuersetin	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.3. Cara Kerja	13
3.3.1. Preparasi Sampel	13
2.3.2. Ekstraksi Daun <i>Avicennia marina</i>	13
2.3.3. Penentuan Senyawa Metabolit	13
2.3.4. Penentuan Kadar Antioksidan	13

3.3.5. Analisis Data	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Profil Metabolit Daun <i>Avicennia marina</i>	15
4.2. Identifikasi dan Bioaktivitas Senyawa Metabolit Ekstrak Metanol Daun <i>Avicennia marina</i>	19
4.3. Kadar Antioksidan Daun <i>Avicennia marina</i>	27
BAB V KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Morfologi <i>Avicennia marina</i>	4
3.1. Peta lokasi pengambilan sampel daun <i>Avicennia marina</i>	12
4.1. Hasil Kromatogram GC-MS dari ekstrak metanol daun <i>A. marina</i>	15
4.2. Perbandingan senyawa metabolit berdasarkan jalur biosintesis pada daun <i>A. marina</i>	22
4.3. Perbandingan berdasarkan golongan kelas senyawa pada daun <i>A. marina</i>	23

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Profil metabolit dan kelimpahan senyawa metabolit daun <i>Avicennia marina</i> berdasarkan waktu retensi dan kelimpahan area	17
4.2. Identifikasi dan bioaktivitas senyawa metabolit ekstrak daun <i>Avicennia marina</i>	19
4.3. Kadar antioksidan daun <i>Avicennia marina</i> berdasarkan standar antioksidan	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
L.1. Morfologi <i>Avicennia marina</i>	36
L.2. Proses maserasi	36
L.3. Proses evaporasi	37
L.4. Hasil analisis dan struktur senyawa	37
L.5. Surat keterangan hasil GC-MS daun <i>Avicennia marina</i>	38
L.6. Protokol Kerja GC-MS	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mangrove merupakan tumbuhan yang hidup di kawasan pesisir, muara sungai dan estuaria yang beradaptasi terhadap kondisi salinitas yang tinggi. Salah satu ekosistem mangrove yang ada di Sumatera Selatan terdapat di Sungsang IV, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan dengan hutan mangrove yang terjaga dengan baik (Afriyani *et al.*, 2017). Kawasan ini juga diketahui memiliki peran penting sebagai lokasi restorasi serta pembibitan mangrove. Salah satu mangrove yang ditemukan dikawasan ini adalah *Avicennia marina* (Septinar *et al.*, 2023).

Avicennia marina (Forssk.) Vierh. dimanfaatkan sebagai obat tradisional sejak lama. Daun *A. marina* dapat digunakan sebagai obat untuk mengatasi berbagai penyakit kulit, cacar, bisul dan rematik (Johannes *et al.*, 2017) dan juga dikenal sebagai bahan untuk obat karena dari setiap bagian kulit, batang, daun, akar, serta buahnya yang dapat mencegah terjadinya radikal bebas. Kandungan yang terdapat pada daun *A. marina* memiliki aktivitas antioksidan yang berfungsi sebagai pencegah radikal bebas serta dapat digunakan sebagai pengganti antioksidan sintetik, antioksidan dari bahan alami diketahui jauh lebih aman dalam penggunaannya (Wulandari *et al.*, 2024).

Aktivitas antioksidan berfungsi untuk melindungi tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas. Antioksidan merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat mampu menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas sehingga dapat menghambat reaksi yang dihasilkan oleh radikal bebas (Fitri dan Usman, 2021). Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif dan dapat merusak sel, protein, dan DNA, yang berpotensi menyebabkan berbagai penyakit serta merupakan suatu molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan yang dapat menyerang molekul lain di sekitarnya untuk mengikat elektron dan mencapai kestabilan (Angarani *et al.*, 2023).

Daun *A. marina* mengandung senyawa bioaktif yang memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk antijamur, antiulkus, antioksidan, antikanker, dan antitumor (Mitra *et al.*, 2023). Hasil dari beberapa penelitian mengungkapkan bahwa ekstrak dari daun mangrove *A. marina* efektif digunakan sebagai antibakteri dan sebagai pengawet alami pada ikan segar karena mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yang mampu mengendalikan perkembangan bakteri. Salah satu senyawa tersebut merupakan golongan saponin yang dapat bekerja sebagai antimikroba yang merusak membran sitoplasma (Afifah *et al.*, 2014).

Senyawa metabolit yang terdeteksi pada ekstrak daun mangrove *A. marina* diketahui masuk kedalam golongan alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid. Senyawa-senyawa tersebut diketahui merupakan senyawa yang memiliki sifat antioksidan yang dapat menghambat produksi terhadap radikal bebas serta tergolong kedalam bahan aktif dalam pembuatan obat modern untuk kegiatan budidaya ikan (Widiawati dan Eka, 2024).

Hasil penelitian dari Vasanthakumar *et al.* (2019) menyatakan bahwa pada ekstrak daun *A. marina* menggunakan analisis GC-MS yang dikumpulkan dari habitat alami bakau Muthupet di distrik Thiruvavur, Tamil Nadu, India terdapat 30 senyawa metabolit di dalamnya. Senyawa metabolit dominan yang ditemukan diantaranya *squalene*; *2(R),3(S)-1,2,3,4- butanetetrol*; *n-hexadecanoic acid*, *hexadecanoic acid ethyl ester*; *3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1ol* dan lain sebagainya, sedangkan untuk penelitian yang dilakukan oleh Vijayaraj *et al.* (2018), diketahui bahwasanya terdapat 15 jenis senyawa metabolit yang terkandung pada daun *A. marina* yang diambil dari Muthupet, Delta Cauvery, Tammil Nadu, India yang dominan diantaranya adalah *Squalene*; *Octadecanoicacid*, *2-methyl-, methylester*; *(E)-9-Octadecenoicacidethylester*, *Phytol* dan *n-Hexadecanoic acid*.

1.2. Rumusan Masalah

Avicennia marina memiliki potensi sebagai obat herbal tradisional dengan aktivitas biologis didalamnya. Aktivitas biologis tersebut disebabkan adanya kandungan senyawa metabolit sekunder diantaranya golongan alkaloid, flavonoid, tanin, dsb. Upaya lebih lanjut untuk mengetahui senyawa-senyawa dan kelimpahannya serta mengetahui kadar antioksidan dari daun mangrove *A. marina*

yang berasal dari Sungsang IV, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, sehingga diperlukan analisis profil metabolit dan kadar antioksidan daun *A. marina*.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui profil metabolit, kelimpahan senyawa metabolit, kadar antioksidan serta identifikasi golongan senyawa metabolit pada daun mangrove *Avicennia marina* yang berasal dari Sungsang IV, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.

1.4. Manfaat Penelitian

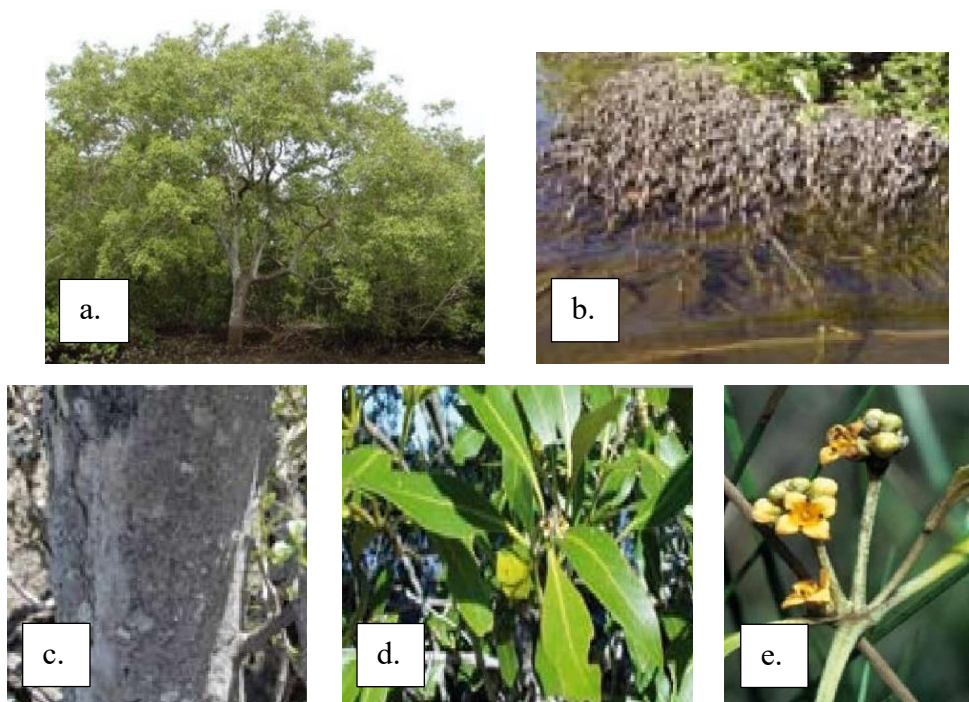
Penelitian ini bermanfaat untuk mendapatkan informasi tentang senyawa metabolit yang berpotensi sebagai bahan pembuatan obat pada daun mangrove *Avicennia marina* yang ada yang berasal dari Sungsang IV, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.

Avicennia marina (Forssk.) Vierh. merupakan salah satu tumbuhan yang hidup dalam ekosistem mangrove dengan lingkungan bersalinitas dan tumbuh di daerah pesisir pantai. *A. marina* diketahui tersebar luas di daerah pesisir pantai Indonesia atau lebih dikenal dengan bahasa lokal sebagai pohon “api-api”. Pohon api-api diketahui memiliki tiga golongan spesies berdasarkan pada habitat dan kondisi iklim yang berbeda, antara lain *A. eucalyptifolia* yang biasa ditemukan di daerah beriklim tropis basah, *A. marina* yang biasa ditemukan pada daerah beriklim tropis kering dan *A. australasica* yang biasa ditemukan di daerah beriklim sedang dengan curah hujan menengah (Li *et al.*, 2016)



Gambar 2.1. Morfologi *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. (a) Pohon, (b) Akar, (c) Batang, (d) Daun dan (e) Bunga.
(Sumber: Duke, 2006).

Avicennia marina merupakan spesies unik dengan beberapa ciri khas, antara lain memiliki pohon yang dapat tumbuh 12-20 m, akar tunggang dengan struktur perakaran napas yang tumbuh secara vertikal dari akar horizontal, yang dapat memungkinkan pohon ini bertahan hidup di daerah berlumpur dan tepi sungai. Daunnya berbentuk elips dengan panjang 7 cm dan lebar 3-4 cm, memiliki warna hijau mengkilat pada permukaan atas dan hijau abu-abu pada permukaan bawah. Buahnya berbentuk bulat dengan panjang sekitar 1 cm dan ujung tumpul dan bunga majemuk yang terdiri dari 8-14 bunga setiap tangkai. *A. marina* merupakan tumbuhan yang tumbuh di daerah berlumpur dan diketahui memiliki sifat toleran terhadap kadar salinitas yang tinggi serta memiliki kemampuan yang bertoleransi pada keadaan pasang-surut (Halidah, 2018).

Menurut Duke (2006), taksonomi *A. marina* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Tracheophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Lamiales
Famili : Acanthaceae
Genus : *Avicennia*
Spesies : *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.

Tumbuhan *A. marina* telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat yang tinggal di daerah pesisir sebagai obat herbal. Penggunaan obat herbal diketahui memiliki keunggulan yang baik dikarenakan menggunakan bahan dasar alami tanpa campuran bahan kimia berbahaya tambahan serta mudah ditemui dan diolah. Daun *A. marina* diketahui dapat digunakan untuk menyembuhkan penyakit asma dan diare dengan cara merebus daunnya lalu disaring kemudian air rebusannya diminum (Rosyida *et al.*, 2023). Ekstrak daun *A. marina* juga diketahui mengandung senyawa bioformalin yang dapat digunakan sebagai pengawet pada ikan karna dapat mencegah terjadinya pembusukan (Lukviani dan Usman, 2019).

2.2. Profil Metabolit

Profil metabolit adalah suatu metode yang digunakan dalam identifikasi dan penentuan kuantitatif dari berbagai macam metabolit, yang berkaitan dengan metabolit spesifik, serta merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi serta mengukur berbagai jenis metabolit yang ada pada tumbuhan. Telah diketahui bahwasanya tumbuhan dapat menghasilkan metabolit yang memiliki beragam fungsi tertentu. Profil metabolit dapat digunakan untuk memberikan gambaran komparatif fungsi gen. Profil metabolit memiliki potensi yang lebih dalam tentang proses regulasi yang kompleks, namun juga berpotensi untuk menentukan fenotipe secara langsung (Hanwar *et al.*, 2015).

Tanaman diketahui memiliki dua golongan metabolit, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer merupakan senyawa yang dihasilkan pada tanaman untuk pertumbuhannya sedangkan metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan tanaman yang memiliki fungsi untuk pertahanan tanaman dikarenakan metabolit sekunder ini diketahui dapat menjadi racun bagi hewan (Kusbiantoro dan Purwaningrum, 2018).

Metabolit sekunder pada tumbuhan dalam hal fungsi umumnya bersifat secara spesifik dan tidak berpengaruh pada tumbuhan serta tidak akan menyebabkan kematian pada tanaman apabila tidak diproduksi dalam jangka waktu yang pendek. Metabolit sekunder pada tumbuhan memiliki beberapa fungsi diantaranya sebagai pertahanan diri dari virus, bakteri, dan fungi atau tumbuhan pesaing, sebagai atraktan bagi hewan penyerbuk dan hewan penyebar benih, juga berfungsi sebagai perlindungan terhadap radiasi sinar UV dan penyimpanan nitrogen (Anggraito *et al.*, 2018).

Metabolisme sekunder menghasilkan senyawa yang spesifik (sekitar 200.000 senyawa) yang tidak berfungsi dalam pertumbuhan. Metabolit sekunder pada tumbuhan juga dimanfaatkan sebagai senyawa yang berperan didalam bidang obat-obatan, diantaranya golongan senyawa-senyawa tersebut adalah flavonoid, alkaloid, triterpenoid, tanin, saponin, dan steroid (Ergina *et al.*, 2014).

2.3. Senyawa Metabolit Pada *Avicennia marina*

Avicennia marina mempunyai kandungan metabolit sekunder meliputi alkaloid, triterpenoid, dan flavonoid (Hasibuan dan Sumartini 2020).

2.3.1. Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa kimia alami yang biasa ditemukan pada tumbuhan serta dapat ditemukan pada semua bagian pada tumbuhan termasuk bunga, buah, biji, daun, akar dan batang. Alkaloid berperan sebagai perusak membran sel dengan berikatan erat dengan ergosterol sehingga membentuk pori-pori yang dapat menyebabkan kebocoran dari membran sel. Alkaloid juga diketahui memiliki efek antibakteri dengan menghambat esterase, DNA, RNA polimerase, respirasi sel, dan berperan dalam interkalasi DNA (Maisarah dan Chatri, 2023).

Senyawa alkaloid dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan obat dikarenakan memiliki bioaktivitas sebagai antidiare, antidiabetes, antimikroba dan antimalaria. Senyawa yang termasuk ke dalam golongan alkaloid yaitu 2-Propenamide, *N*- (1-cyclohexylethyl)- ditemukan pada buah *A. marina* yang diambil dari Desa Saliki, Kalimantan Timur (Fernandes dan Noor'an, 2019).

2.3.2. Triterpenoid

Senyawa metabolit sekunder turunan terpenoid adalah triterpenoid. Kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isoprena (2-metilbuta-1,3-diene), yaitu hidrokarbon C₅, dan berasal dari skualena, hidrokarbon asiklik C₃₀. Senyawa ini sering memiliki gugus alkohol, aldehida, atau asam karboksilat. Aktivitas farmakologi utama senyawa golongan triterpenoid termasuk antiviral, antibakteri, antiinflamasi, penghentian sintesis kolesterol, dan antikanker. Senyawa triterpenoid pada tumbuhan memiliki peran sebagai perlindungan dari serangga dan serangan mikroba (Alhaddad *et al.*, 2019).

Senyawa yang termasuk ke dalam golongan alkaloid yaitu triterpenoid β -amyrin, lupeol, dan α -amyrin yang ditemukan pada daun, batang dan akar *A. Alba* yang diambil di Desa Pulau Kampai, Sumatera Utara. Senyawa- senyawa ini diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan yang dapat digunakan dalam pembuatan obat-obatan (Hamka *et al.*, 2012).

2.3.3. Flavonoid

Flavonoid diketahui memiliki sifat anti-inflamasi, yang dapat membantu mengurangi peradangan dan nyeri. Flavonoid juga diketahui dapat berfungsi sebagai anti-inflamasi yang dapat mengurangi peradangan di dalam tubuh serta diketahui memiliki berbagai macam sifat biokimia, antioksidan, dan antikanker yang berhubungan dengan berbagai penyakit seperti penyakit alzheimer, kanker, dan aterosklerosis (Khoirunnisa dan Sumiwi, 2019).

Senyawa flavonoid memiliki fungsi yang penting bagi manusia, dikarenakan memiliki bioaktivitas antioksidan, yang dapat melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Senyawa yang termasuk kedalam golongan flavonoid adalah senyawa 3-O-pentosides yang ditemukan pada daun *Juniperus phoenice* (Keskes *et al.*, 2017).

2.4. GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*)

GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) adalah cara yang dapat digunakan dalam pemisahan senyawa organik atau menganalisis senyawa yang berbeda dalam analisis sampel dengan menggabungkan fitur kromatografi gas dan spektrometri massa. Gas kromatografi digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa pada sampel yang terdapat pada campuran gas serta menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam fase gas, sedangkan spektroskopi massa digunakan untuk mendapatkan berat molekul dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan dari ion. Hasil analisis GC-MS dapat memberi informasi terkait komponen senyawa yang bersifat volatile, non-ionik dan stabil termalnya selain itu juga berat molekul yang relatif rendah (Indriani *et al.*, 2023).

GC-MS menggunakan suatu penggabungan antara dua metode yang memiliki keunggulan utama yang telah terbukti menjadi alat identifikasi yang akurat, memungkinkan untuk pemisahan komponen-komponen secara efektif, memiliki sensitivitas dan deteksi yang tinggi, serta memiliki sifat yang fleksibilitas. Kromatografi dapat berfungsi sebagai cara untuk mengetahui senyawa senyawa yang terdapat pada tumbuhan mulai dari konsentrasi terendah sehingga metabolit sekunder teridentifikasi dengan hasil disajikan berupa kromatogram dan spektrum massa (Hotmian *et al.*, 2021).

Metode LC-MS diketahui lebih unggul dalam menganalisis senyawa non-volatil dan dapat menganalisis berbagai jenis molekul tanpa proses derivatisasi, sedangkan GC-MS memiliki keunggulan dalam menganalisis senyawa volatil dengan tingkat sensitivitas dan akurasi yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi senyawa-senyawa yang mudah menguap dengan akurat. Metode GC-MS memiliki beberapa keunggulan, antara lain waktu identifikasi yang cepat, sensitivitas yang cukup tinggi, pemisahan yang baik, dan alat yang dapat digunakan dalam waktu lama (Fitri *et al.*, 2024).

Hasil analisis GC-MS ekstrak ethanol daun *A. marina* mengandung 22 senyawa teridentifikasi yang termasuk kedalam golongan alkohol, asam lemak dan turunannya, serta komponen utama yang ditemukan adalah *2H-Pyran-3-ol, tetrahydro-2,2,6-trimethyl-6-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)*, *b-Sitosterol*, *1,2-Benzenedicarboxylic acid*, dan *Bergamotol* (Ibrahim *et al.*, 2022).

2.5. Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang memiliki peran penting dalam melindungi tubuh dari dampak negatif oksidan. Cara kerja antioksidan adalah dengan mendonorkan satu atau lebih elektronnya kepada senyawa oksidan, sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut terhambat dan tidak dapat menyebabkan kerusakan pada sel tubuh, sehingga antioksidan dapat melindungi tubuh dari serangan radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan pada sel tubuh dan memicu berbagai penyakit degeneratif. Antioksidan diketahui memiliki fungsi yang sangat baik terhadap perlindungan tubuh, dan dapat mempertahankan keseimbangan antioksidan dalam tubuh (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Antioksidan termasuk suatu yang memiliki peran penting dalam melindungi sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh molekul yang tidak stabil, yang lebih dikenal sebagai radikal bebas. Radikal bebas ini merupakan senyawa yang sangat reaktif dan dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai komponen tubuh, termasuk membran sel, protein, dan asam nukleat, sehingga berpotensi memicu sejumlah masalah kesehatan yang serius, seperti penuaan dini, penyakit degeneratif, dan kanker (Fadlilah dan Lestari, 2023).

Antioksidan dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu antioksidan sintetik dan alami. Antioksidan sintetik, seperti BHA dan BHT, memiliki efek samping yang berbahaya, yaitu dapat mengakibatkan kerusakan hati. Di sisi lain, antioksidan alami, seperti flavonoid, vitamin C, beta karoten, dan vitamin E, terbukti lebih efektif dan relatif aman untuk digunakan (Lung dan Destiani, 2017).

2.5.1. Penentuan Antioksidan dengan Metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*)

Uji DPPH diketahui merupakan metode yang populer digunakan untuk mendeteksi kadar antioksidan. DPPH adalah senyawa radikal bebas dengan struktur kimia dimana gugus nitro (NO₂) terikat pada cincin benzene. Metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan berdasarkan kemampuannya dalam menangkal radikal bebas dan didasarkan pada reduksi dari larutan metanol DPPH yang berwarna dengan menghambat radikal bebas. Pengujian antioksidan dengan metode DPPH memiliki keunggulan yaitu metode ini mudah digunakan karena senyawa radikal yang digunakan lebih stabil (Laksono *et al.*, 2023)

DPPH diketahui bertindak sebagai radikal bebas yang dapat berubah menjadi bentuk tidak berwarna ketika bereaksi dengan antioksidan, hal ini dapat terjadi dikarenakan antioksidan dapat menghilangkan satu atau lebih elektron dari DPPH sehingga dapat mengubah struktur pada radikal. DPPH radikal bebas diketahui banyak digunakan sebagai metode untuk mengevaluasi kemampuan senyawa-senyawa yang berperan aktif sebagai pemulung radikal bebas dan pemasok hidrogen. DPPH diketahui memiliki keuntungan antara lain metode ini tergolong cepat untuk dilakukan, sederhana, dan murah dalam menguji kemampuan antioksidan (Baliyan *et al.*, 2022).

Dalam pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, senyawa pembanding yang sering digunakan adalah Vitamin A, Vitamin C, dan Vitamin E. Hal ini disebabkan karena senyawa antioksidan alami relatif lebih aman dan tidak beracun dibandingkan dengan senyawa sintetik. Di antara ketiga vitamin tersebut, Vitamin C lebih sering digunakan sebagai pembanding karena beberapa alasan, antara lain Vitamin C relatif lebih terjangkau dibandingkan dengan Vitamin

A dan Vitamin E serta ketersediaan Vitamin C juga lebih luas, sehingga memudahkan peneliti untuk memperolehnya (Lung dan Destiani, 2017).

2.5.2. Standar Antioksidan Asam Askorbat dan Kuersetin

Asam askorbat merupakan nutrisi yang dibutuhkan bagi manusia dan hewan dikarenakan sifatnya yang dapat digunakan sebagai vitamin C dan terbentuk secara alami didalam tubuh apabila terjadi pertemuan didalam sel dan mengalami perubahan bentuk karena adanya pengaruh pH (Anggraini dan Desmaniar, 2020). Asam askorbat dapat menetralkan radikal bebas dengan cara mengubah DPPH menjadi bentuk yang tidak berbahaya dan merupakan lakton (ester-dalam asam hidroksikarbosilat) dengan ciri-ciri memiliki gugus enadiol yang berfungsi sebagai pereduksi kuat (Rahayu *et al.*, 2021).

Kuersetin termasuk kedalam golongan senyawa flavonol dan merupakan salah satu zat aktif yang memiliki aktivitas biologis yang kuat. Kuersetin diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi yang memiliki sifat dapat melindungi tubuh dari berbagai jenis penyakit degeneratif dengan cara mencegah terjadinya proses peroksidasi lemak. Dalam pengujian DPPH, kuersetin berfungsi untuk mengurangi radikal bebas DPPH, yang ditandai perubahan warna dari ungu menjadi kuning. Kuersetin dapat mencegah proses oksidasi dari *Low Density Lipoproteins* (LDL) dengan cara menangkap radikal bebas (Rustanti dan Lathifah, 2018).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan September hingga bulan Desember 2024. Sampel daun *Avicennia marina* diambil dari Desa Sungsang IV, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan, dengan titik koordinat yaitu -2,308641 104,915555 (Gambar 3.1). Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Perkembangan, Laboratorium Genetika dan Bioteknologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya serta Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu, Universitas Padjadjaran.



Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel daun *Avicennia marina* di Desa Sungsang IV, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu blender, timbangan analitik, batang pengaduk, corong pemisah, botol vial, kuvet, labu evaporator, labu penampung, gelas, kolom, erlenmeyer, GC-MS Kolom HP-5MS UI, mikropipet, gelas ukur, spektrofotometer UV-Vis, sentrifuse, rotary evaporator, dan inkubator. Sedangkan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa daun *A. marina*, methanol 96%, Kit DPPH, kuersetin dan asam askorbat (vitamin C).

3.3. Cara Kerja

3.3.1. Preparasi Sampel

Sampel daun *A. marina* diambil bagian daun yang dewasa seberat 2 kg, kriteria daun yang diambil yaitu daun dewasa urutan 3-5 dari pucuk, berwarna hijau tua dan sehat. Setelah daun diambil, daun dibersihkan dari kotoran dan dikeringkan di bawah panas matahari tidak langsung (di dalam rumah kaca selama 3 hari), dan dikeringkan kembali di dalam oven selama 24 jam dengan suhu 50°C. Selanjutnya daun dihaluskan dengan blender, hingga didapat simplisia halus.

3.3.2. Ekstraksi Daun *Avicennia marina*

Serbuk simplisia seberat 200 gram dimaserasi dengan methanol 96%, selama 3x24 jam dan dilakukan pengadukan secara berkala 1 x 1 hari. Setelah maserasi, dilakukan penyaringan dan diuapkan menggunakan evaporator pada suhu 80°C untuk mendapatkan ekstrak kental sampel daun.

3.3.3. Penentuan Senyawa Metabolit

Analisis GC-MS dilakukan untuk mengetahui senyawa-senyawa metabolit. Dimulai dari diambil ekstrak metanol 96% daun *A. marina* sebanyak 0,1 µl dan ditambahkan 2 ml MeOH, dan 2 ml chloroform, lalu itu disonikasi selama 10 menit. Setelah sonic, kemudian disentrifuge selama 5 menit dengan kecepatan 10.000 rpm dan supernatan diambil lalu diinjeksikan ke GCMS. Sampel yang telah diinjeksikan sebanyak 1 µl ke dalam GC-MS selanjutnya dianalisis pada suhu 40°C hingga 70°C selama 60 menit.

3.3.4. Penentuan Kadar Antioksidan

Penentuan kadar antioksidan menggunakan metode DPPH (*2,2-difenil 1-pikrihidrazil*) diambil 0,5 ml ekstrak sampel daun *A. marina* selanjutnya dicampur dengan 2 ml larutan methanol DPPH 0,1 mM dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu 25°C dan diukur kerapatan optik (Ad) pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer UV Vis. Methanol 96% digunakan sebagai blanko. Percobaan dilakukan dalam tiga ulangan dengan menggunakan standar asam askorbat (vitamin C) dan kuersetin. Kemudian, dilanjutkan dengan pembuatan larutan asam askorbat (vitamin C) dan kuersetin sebagai antioksidan standar. Data absorbansi yang diperoleh dari masing-masing konsentrasi ekstrak dihitung nilai

kadar antioksidan. Data kadar antioksidan dihitung dengan menggunakan rumus menurut AO (2019):

$$\text{Kadar Antioksidan (ppm)} = \frac{\text{OD sampel}}{\text{OD standar}} \times \text{antioksidan standar}$$

3.3.5. Analisis Data

Data hasil GCMS dibuat dalam bentuk kromatogram berisi grafik yang dilengkapi daftar komponen kimia terdeteksi, struktur kimia, retensi waktu, dan luas area. Lalu, senyawa akan diidentifikasi dan dilakukan penelusuran jalur biosintesis pada senyawa dominan menggunakan website PubChem, ChEBI, dan PlanCyc disajikan dalam tabel. Data kadar antioksidan dianalisis dengan data pemusatan rata-rata dan standar deviasi.

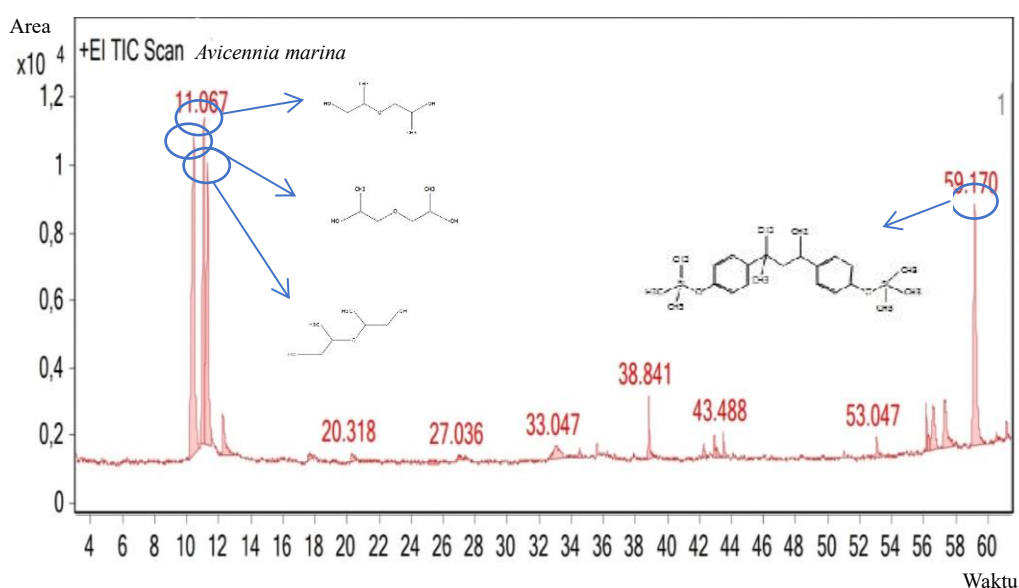
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian mengenai profil metabolit dan kadar antioksidan ekstrak metanol daun *Avicennia marina* didapatkan hasil sebagai berikut:

4.1. Profil Metabolit Daun *Avicennia marina*

Kromatogram pada GC-MS (*Gas Chromatography* dan *Mass Spectrometry*) pada daun *Avicennia marina* menunjukkan kelimpahan senyawa metabolit. Senyawa-senyawa yang telah terdeteksi identifikasi menggunakan website resmi PubChem dan ChEBI dan dilakukan pengelompokkan berdasarkan kelasnya dan diketahui berasal dari 13 golongan senyawa. Kromatogram yang diperoleh dari hasil analisis GC-MS sampel daun *A. marina* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hasil Kromatogram GC-MS dari ekstrak metanol daun *Avicennia marina*.

Kelimpahan senyawa metabolit pada ekstrak metanol daun *A. marina* disajikan dalam bentuk kromatogram yang menunjukkan komponen senyawa dengan ditandai adanya 22 puncak senyawa teridentifikasi. Setiap puncak kelimpahan tersebut memiliki luas area dan waktu retensi masing-masing

sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.1. Menurut Isa (2014), waktu retensi merupakan lamanya waktu yang diperlukan bagi senyawa bergerak melalui kolom untuk sampai menuju detektor.

Terdapat 4 puncak senyawa dominan berdasarkan luas area pada ekstrak metanol daun *A. marina* yaitu senyawa *2-Propanol, 1,1'-oxybis; 4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative; 1-Propanol, 2,2'-oxybis; dan 1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-* yang ditandai dengan lingkaran pada puncaknya. Tinggi puncak yang dihasilkan pada kromatogram, disebabkan karena besarnya luas area senyawa tersebut menurut Harianingsih *et al.*, (2017), semakin tinggi persentase komponen pada suatu sampel, akan semakin tinggi juga puncak yang akan dihasilkan, dan begitu pula sebaliknya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa senyawa dominan yang terdeteksi termasuk dalam kelas senyawa eter, yang memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba. Senyawa yang dimaksud adalah *2-Propanol, 1,1'-oxybis*, yang telah terbukti memiliki sifat antimikroba yang efektif. Senyawa ini juga telah ditemukan pada beberapa spesies tanaman lainnya, seperti daun *Ehretia Microphylla* yang telah dianalisis menggunakan metode GC-MS oleh Sain dan Manjul (2023). Selain itu, senyawa ini juga telah ditemukan pada kayu pohon Gaharu (*Gyrinops versteegii*) dengan menggunakan metode GC-MS oleh Adnyana *et al.* (2022).

Senyawa lainnya yang terdeteksi yaitu *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS(Tetrametylsilene) derivative* yang merupakan golongan senyawa fenolik. Senyawa fenolik menurut Lai dan Lim (2011), adalah senyawa yang diproduksi oleh tanaman sebagai respons terhadap tekanan lingkungan. Senyawa ini bertindak sebagai pelindung terhadap sinar UV-B dan kematian sel.

Hasil profil metabolit daun *A. marina* didapatkan golongan senyawa eter, fenolik, terpenoid (triterpenoid dan seskuiterpenoid), asam lemak jenuh, asam lemak palmitat, asam propanoat, nitroalkana, alkohol, asam amino, amina, amida, aldehida, dan organosilika serta senyawa dominan terdapat pada kelas eter yaitu dengan kelimpahan sebesar 61,48% disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Profil metabolit dan kelimpahan senyawa metabolit daun *Avicennia marina* berdasarkan waktu retensi dan kelimpahan area

Nama Senyawa	Rumus Molekul	Waktu Retensi (Menit)	Kelimpahan Area (%)
<i>2-Propanol, 1,1'-oxybis</i>	C ₆ H ₁₄ O ₃	10,43	26,8
<i>1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-</i>	C ₆ H ₁₄ O ₃	11,06	15,6
<i>1-Propanol, 2,2'-oxybis</i>	C ₆ H ₁₄ O ₃	11,31	15,4
<i>1-Propanol, 3,3'-oxybis</i>	C ₆ H ₁₄ O ₃	12,25	2,74
<i>Benzaldehyde, 2-methyl</i>	C ₈ H ₈ O	17,63	0,45
<i>4-Acetoxy-3-methoxystyrene</i>	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	20,32	0,69
<i>sec-Butylamine</i>	C ₄ H ₁₁ N	25,36	0,66
<i>1,2,4-Triazolidine-3,5-dione, 4-amino</i>	C ₂ H ₄ N ₄ O ₂	27,04	0,44
<i>Silane, ethyltrimethyl</i>	C ₅ H ₁₄ Si	33,05	2,28
<i>1,3-Dioxolane, 2-methyl</i>	C ₄ H ₈ O ₂	34,50	0,27
<i>n-Hexadecanoic acid</i>	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	38,84	1,89
<i>Propanamide</i>	C ₃ H ₇ NO	40,34	0,27
<i>2-Propanamide</i>	C ₃ H ₅ NO	42,27	0,52
<i>1-Hexyl-2-nitrocyclohexane</i>	C ₁₂ H ₂₃ NO ₂	42,92	0,7
<i>4-Octanol</i>	C ₈ H ₁₈ O	43,06	0,67
<i>n-Decanoic acid</i>	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	43,49	0,85
<i>l-Proline, n-heptafluorobutyryl-, isobutyl ester</i>	C ₁₃ H ₁₆ F ₇ NO ₃	53,05	0,83
<i>Supraene</i>	C ₃₀ H ₅₀	56,15	1,07
<i>2,4,4-Trimethyl-3-hydroxymethyl-5a-(3-methyl-but-2-enyl)-cyclohexene</i>	C ₁₅ H ₂₆ O	56,29	0,92
<i>.beta.-Amyrin</i>	C ₃₀ H ₅₀ O	56,55	3,61
<i>Lupeol</i>	C ₃₀ H ₅₀ O	57,29	4,24
<i>4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative</i>	C ₂₄ H ₃₆ O ₂ Si ₂	59,17	18,17
Jumlah 22 senyawa dengan total kelimpahan senyawa			99,07

Berdasarkan Tabel 4.1, didapatkan total kelimpahan senyawa pada ekstrak metanol daun *A. marina* yaitu sebanyak 99,07% dan jumlah seluruh senyawa yang teridentifikasi sebanyak 22 senyawa, Diketahui 4 senyawa memiliki persen relatif area besar yang ditentukan berdasarkan persen total area yang dimiliki yaitu berkisar 15-26 persen.

Berdasarkan tabel 4.1. hasil analisis GC-MS didapatkan persamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Vijayaraj *et al.* (2018) dan penelitian yang dilakukan oleh Vasanthakumar *et al.* (2019), yaitu terdapat senyawa *n-hexadecanoid acid* yang termasuk kelas asam lemak palmitat serta senyawa *Supraene* atau lebih dikenal dengan nama *Squalene* yang termasuk golongan senyawa triterpenoid. Menurut Saputra *et al.* (2014), *squalene* diketahui dapat menjadi bahan baku untuk pembuatan kosmetik dan pelembap, serta dapat dikonsumsi dalam bentuk pil sebagai suplemen yang mampu mengobati berbagai macam penyakit.

Pada daun *A. marina* ditemukan 4 senyawa dominan berupa senyawa 2-Propanol, 1,1'-oxybis; 4-Methyl-2,4-bis(*p*-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative; 1-Propanol, 2,2'-oxybis; dan 1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-. yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Vasanthakumar *et al.* (2019), yaitu senyawa dominan yang ditemukan diantaranya *squalene*; 2(*R*),3(*S*)-1,2,3,4-butanetetrol; *n-hexadecanoic acid*, dan *hexadecanoic acid ethyl ester*. Adapun pada penelitian yang dilakukan oleh Vijayaraj *et al.* (2018), senyawa dominan yang ditemukan adalah *Squalene*; *Octadecanoic acid*, 2-methyl-, methyl ester; (*E*)-9-Octadecenoic acid ethyl ester, *Phytol* dan *n-Hexadecanoic acid*.

Hasil penelitian didapatkan senyawa golongan eter, fenolik, terpenoid (triterpenoid dan seskuiterpenoid), asam lemak jenuh, asam lemak palmitat, asam propanoat, nitroalkana, alkohol, asam amino, amina, amida, aldehida, dan organosilika, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Rozirwan *et al.* (2022), pada daun *A. marina* yang diambil dari muara Banyuasin, Tanjung api api dengan menggunakan metode GC-MS serta etil asetat dan metanol sebagai pelarut didapatkan hasil berupa senyawa asam lemak, fenol, terpenoid, alkaloid, alkohol, hidrokarbon, kelompok kecil kanabinoid dan amina. Perbedaan hasil ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain faktor lingkungan dan jenis pelarut yang digunakan berbeda.

Perbedaan hasil senyawa metabolit pada penelitian sebelumnya disebabkan karena beberapa faktor, antara lain faktor lingkungan. Menurut Li *et al.* (2020), produksi senyawa metabolit pada tanaman dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor

seperti suhu, intensitas cahaya, kadar garam, jenis tanah, dan konsentrasi ion logam. Salah satu faktor yang signifikan adalah kadar garam tanah yang tinggi, yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, stres osmotik, dan penurunan aktivitas fotosintesis, pertumbuhan, dan penyerapan nutrisi pada tumbuhan.

4.2. Identifikasi dan Bioaktivitas Senyawa Metabolit Ekstrak Metanol Daun *Avicennia marina*

Daun *Avicennia marina* memiliki 22 senyawa metabolit yang terdeteksi dari ekstrak metanol dengan GC-MS. Senyawa-senyawa tersebut dilakukan identifikasi untuk mengetahui kelas dan bioaktivitasnya seperti disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Identifikasi dan bioaktivitas senyawa metabolit ekstrak metanol daun *Avicennia marina*

Nama Senyawa	Kelas	Area Relatif (%)	Bioaktivitas	Referensi
<i>2-Propanol, 1,1'-oxybis</i>	Eter	26,8	Antimikroba	Setyati <i>et al.</i> , (2024)
<i>1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-</i>	Eter	15,6	Antimikroba	Setyati <i>et al.</i> , (2024)
<i>1-Propanol, 2,2'-oxybis</i>	Eter	15,4	Antimikroba	Setyati <i>et al.</i> , (2024)
<i>1-Propanol, 3,3'-oxybis</i>	Eter	2,74	Antimikroba	Setyati <i>et al.</i> , (2024)
<i>Benzaldehyde, 2-methyl</i>	Aldehida	0,45	Antimikroba	Lyzu <i>et al.</i> , (2022)
<i>4-Acetoxy-3-methoxystyrene</i>	Fenolik	0,69	Antimikroba	Alagbe (2023)
<i>sec-Butylamine</i>	Amina	0,66	Antibakteri	Ihenetu <i>et al.</i> , (2024)
<i>1,2,4-Triazolidine-3,5-dione, 4-amino</i>	Amina	0,44	-	<i>n/a</i>
<i>Silane, ethyltrimethyl</i>	Organosilika	2,28	Antibakteri	Radhi dan Khashan (2022)
<i>1,3-Dioxolane, 2-methyl</i>	Eter	0,27	Antibakteri, Antifungi	Küçük <i>et al.</i> , (2011)
<i>n-Hexadecanoic acid</i>	Asam Lemak Palmitat	1,89	Antioksidan, Antiandrogenik	Parthipan <i>et al.</i> , (2015)

Lanjutan tabel 4.2

Nama Senyawa	Kelas	Area Relatif (%)	Bioaktivitas	Referensi
<i>Propanamide</i>	Asam propanoate	0,27	Antimikroba	Ölgen <i>et al.</i> (2008)
<i>2-Proopenamide</i>	Amida	0,52	Antiasma	Elshiekh dan Mona (2015)
<i>1-Hexyl-2-nitrocyclohexane</i>	Niroalkana	0,7	Antiinflamasi antioksidan	Alagbe (2023)
<i>4-Octanol</i>	Alkohol	0,67	-	<i>n/a</i>
<i>n-Decanoic acid</i>	Asam lemak jenuh	0,85	Antijamur	Asrianto <i>et al.</i> , (2022)
<i>l-Proline, n-heptafluorobutyryl-, isobutyl ester</i>	Asam amino	0,83	-	<i>n/a</i>
<i>Supraene (Squalene)</i>	Triterpenoid	1,07	Antioksidan	Iyappan <i>et al.</i> , (2014)
<i>2,4,4-Trimethyl-3-hydroxymethyl-5a-(3-methyl-but-2-enyl)-cyclohexene .beta.-Amyrin</i>	Seskuiterpenoid	0,92	Antibakteri	Sharma <i>et al.</i> , (2018)
	Triterpenoid	3,61	Antiinflamasi	Ababutain, (2019)
<i>Lupeol</i>	Triterpenoid	4,24	Antitumor, Antioksidan, Antikanker, Antiinflamasi	Gopu <i>et al.</i> , (2021)
<i>4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative</i>	Fenolik	18,17	Antibakteri, Antioksidan, Antimalaria, Antikanker.	Wiraswati <i>et al.</i> (2019)

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwasanya terdapat 22 senyawa yang memiliki bioaktivitas yang berbeda. Daun *A. marina* memiliki 4 senyawa dominan yaitu senyawa *2-Propanol*, *1,1'-oxybis* memiliki bioaktivitas antimikroba. *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative* memiliki bioaktivitas sebagai antibakteri, antioksidan, antimalaria serta antikanker. Senyawa *1 Propanol, 2,2'-oxybis* yang menurut Farahat *et al.* (2024), berpotensi sebagai insektisida dan dianggap memiliki aktivitas antimikroba. Senyawa *1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-* diketahui memiliki bioaktivitas antimikroba. Bioaktivitas yang

terdapat pada daun *A. marina* ini disebabkan karena adanya senyawa metabolit sekunder yang merupakan senyawa dengan fungsi sebagai perlindungan dan pertahanan pada tumbuhan. Menurut Irmawan (2022), senyawa metabolit sekunder adalah molekul organik yang tidak memiliki peran secara langsung terhadap proses perkembangan dan pertumbuhan pada tumbuhan.

Senyawa *1-Propanol, 3,3'-oxybis* memiliki nama lain *3,3'-Oxybis(1-propanol) dibenzoate; 3-(3-benzoyloxypropoxy)propyl benzoate; 1-Propanol, 3,3'-oxydi-, dibenzoate; 3,3'-Oxydipropyl dibenzoate*. Senyawa ini memiliki rumus kimia $C_6H_{14}O_3$ serta memiliki berat molekul sebesar 137,17 gram yang termasuk kedalam golongan senyawa eter. Senyawa ini diketahui dapat digunakan sebagai humektan atau bahan tambahan makanan serta dapat berfungsi sebagai pelembab di bidang kosmetik (Chukwu *et al.*, 2024).

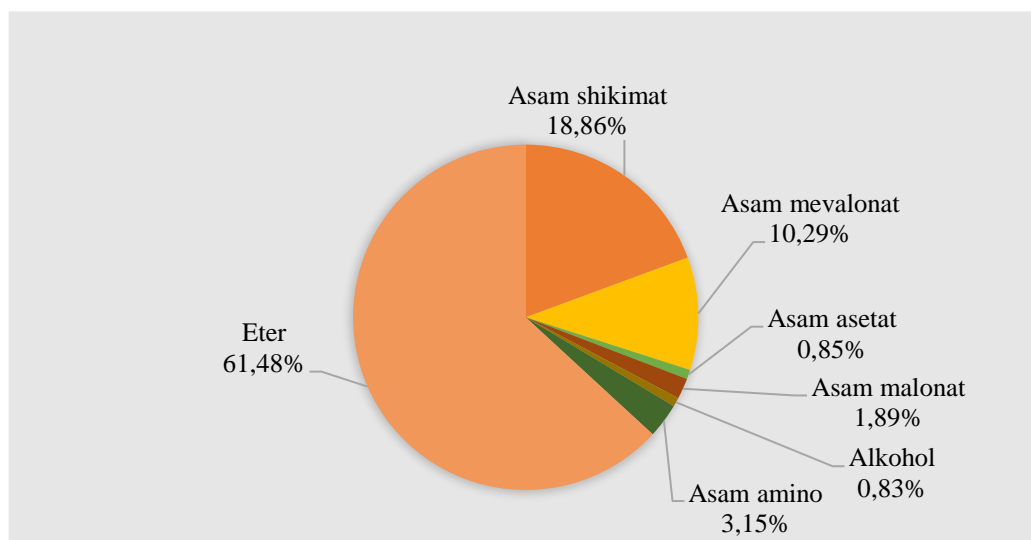
Bioaktivitas antioksidan terdapat pada daun *A. marina* dimana senyawa yang terdeteksi diantaranya adalah senyawa *n-Hexadecanoic acid; 1-Hexyl-2-nitrocyclohexane; Supraene; lupeol* dan *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative* yang dapat berfungsi untuk melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas Menurut Werdhasari (2014), antioksidan diperlukan untuk mencegah ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas yang ada dengan jumlah antioksidan di dalam tubuh. Pada penelitian Idris *et al.* (2022), senyawa *n-Hexadecanoic acid* memiliki efek yang dapat menghambat bakteri dan jamur yang dapat mengakibatkan pembusukan pada tanaman sawi *Brassica juncea* L.

Berdasarkan penelitian, ekstrak metanol daun *A. marina* diketahui banyak mengandung senyawa eter yang diketahui memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba yang dapat membunuh atau memperlambat pertumbuhan bakteri dengan memperlambat metabolisme pada mikroba tersebut. Adanya senyawa ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi lingkungan. Senyawa dengan aktivitas antioksidan juga berpotensi sebagai pengawet hasil perikanan. Menurut Rozirwan *et al.* (2022), kondisi stres akibat salinitas air yang tinggi dapat memicu pembentukan senyawa antimikroba pada tanaman, serta tekanan lingkungan yang besar dapat memicu biosintesis senyawa sebagai respons terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.

Senyawa dengan bioaktivitas antimikroba dapat dimanfaatkan sebagai pengawet alami untuk ikan segar. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sumartini et al. (2021) dan penelitian yang dilakukan Iswadi et al. (2015), dapat diketahui bahwasanya daun ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* dapat digunakan sebagai pengawet alami pada ikan segar dikarenakan memiliki sifat sebagai antimikroba dan antibakteri.

Bioaktivitas daun *Avicennia marina* sangat beragam yaitu dapat berfungsi sebagai antioksidan, antimikroba, antitumor, antikanker, antiinflamasi, antifungi, antiasma, antiandrogenik, antijamur, antikanker, dan antimalaria.

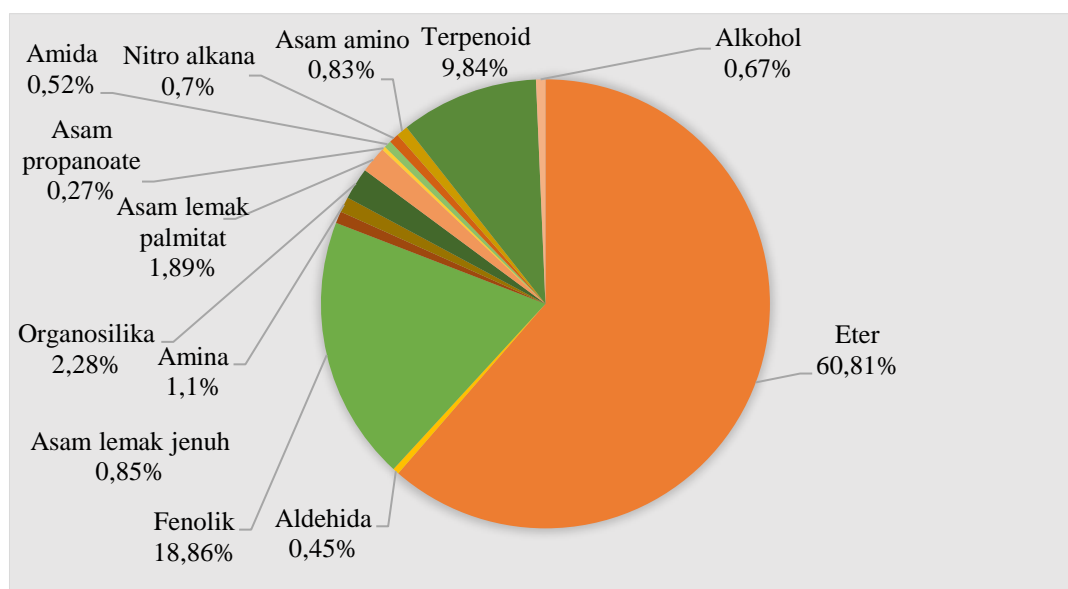
Berdasarkan 22 senyawa metabolit yang telah ditemukan pada daun *Avicennia marina* dengan metode GC-MS didapatkan 7 jalur biosintesis. Perbandingan antar jalur biosintesis senyawa aktif daun *A. marina* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Perbandingan Senyawa Metabolit Berdasarkan Jalur Biosintesis Pada Daun *A. marina*

Gambar 4.2 yang termasuk jalur biosintesis metabolit primer pada ekstrak metanol daun *A. marina* setelah ditelusuri terdiri dari jalur asam amino 3,15% (asam amino, amida, amina dan asam propanoat). Jalur metabolit sekunder terdiri dari eter 61,48% (eter), asam mevalonat 10,29% (terpenoid dan aldehida), asam shikimat 18,86% (fenolik), asam malonat 1,89% (asam lemak palmitat), asam asetat 0,85% (asam lemak jenuh) dan alkohol 0,83% (alkohol), serta belum ditemukannya informasi terkait jalur biosintesis pada senyawa organosilika dan nitroalkana.

Berdasarkan penelusuran jalur biosintesis pada senyawa metabolit yang teridentifikasi pada ekstrak metanol daun *A. marina*, senyawa yang terdeteksi pada GC-MS didapatkan 13 jenis senyawa. Perbandingan antar kelas metabolit pada daun *A. marina* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Perbandingan Berdasarkan Golongan Kelas Senyawa Metabolit Pada Daun *A. marina*

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa kelas senyawa yang memiliki area terbesar pada diagram yaitu kelas senyawa eter. Jumlah senyawa eter yang terdeteksi yaitu sebanyak 6 senyawa. Kelas senyawa yang didapatkan pada ekstrak metanol daun *A. marina* adalah sebagai berikut:

- **Eter**

Ekstrak metanol daun *A. marina* mengandung 60,81% senyawa eter. Senyawa kelas eter yang teridentifikasi diantaranya senyawa *2-Propanol, 1,1'-oxybis; 1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-; 1-Propanol, 2,2'-oxybis; 1-Propanol, 2,2'-oxybis; 1-Propanol, 3,3'-oxybis; dan 1,3-Dioxolane, 2-methyl*, senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Menurut Setyati *et al.*, (2024), senyawa eter memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba dan merupakan senyawa organik dengan gugus R—O—R' dimana R dapat berupa alkil maupun aril.

- **Fenolik**

Senyawa kelas fenolik teridentifikasi sebesar 18,86%, senyawa ini meliputi senyawa *4-Acetoxy-3-methoxystyrene* dan *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative*. Senyawa *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative* merupakan senyawa fenolik yang mendominasi dan diketahui memiliki bioaktivitas sebagai antibakteri, antioksidan, antimalaria serta antikanker. Menurut Sukma *et al.* (2022), senyawa fenolik bersifat antioksidan, yaitu dapat berfungsi sebagai pencegah dan mengobati penyakit degenerative seperti kanker, diabetes militus, penuaan dini dan gangguan sistem imun.

- **Terpenoid**

Senyawa terpenoid yang terkandung pada daun *A. marina* sebesar 9,84%, senyawa kelas ini meliputi triterpenoid yaitu senyawa *Lupeol; .beta.-Amyrin;* dan *Supraene*. Senyawa seskuiterpenoid, *2,4,4-Trimethyl-3-hydroxymethyl-5a-(3-methyl-but-2-enyl)-cyclohexene*. Senyawa triterpenoid merupakan senyawa yang dominan diantara senyawa lainnya. Menurut Nassar *et al.* (2010), senyawa triterpenoid menunjukkan aktivitas farmakologis, seperti efek antivirus, antibakteri, dan antiinflamasi, menghambat sintesis kolesterol, dan memiliki sifat antikanker.

- **Organosilika**

Kelimpahan senyawa organosilika sebesar 2,28%. Senyawa ini meliputi *Silane, ethyltrimethyl* yang diketahui memiliki bioaktivitas sebagai antibakteri. Organosilika adalah sebuah kelas senyawa organik bermuatan netral. Menurut Lesbani *et al.* (2013), senyawa ini merupakan salah satu senyawa organologam yang berfungsi pada bidang industri dan kesehatan.

- **Asam lemak palmitat**

Senyawa asam lemak palmitat sebesar 1,89%, senyawa ini terdiri dari *n-Hexadecanoic acid*. Asam lemak palmitat memiliki bioaktivitas sebagai antibakteri, dan antiandrogenik. Penelitian yang dilakukan oleh Ma *et al.* (2021), juga menunjukkan bahwa asam lemak palmitat dapat meningkatkan populasi bakteri yang menguntungkan di rizosfer tanaman semangka, serta diketahui bahwa asam lemak palmitat memiliki potensi sebagai agen antimikroba dan antijamur yang efektif pada tanaman.

- **Amina**

Kelas senyawa amina yang terdeteksi sebesar 1,1% terdiri dari dua senyawa utama yaitu senyawa *sec-Butylamine*. dan *1,2,4-Triazolidine-3,5-dione, 4-amino* yang memiliki nama lain Urazine. Menurut Ihenetu *et al.* (2024), senyawa *sec-Butylamine* memiliki bioaktivitas sebagai antibakteri yang dapat mengganggu serta menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga berpotensi sebagai agen antibakteri alami.

- **Asam lemak jenuh**

Senyawa asam lemak jenuh memiliki kelimpahan sebesar 0,85% yang terdiri dari senyawa *n-Decanoic acid* dan memiliki bioaktivitas sebagai antijamur. Menurut Asrianto *et al.* (2022), senyawa asam lemak diketahui memiliki potensi sebagai antijamur karena dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans* dengan cara merusak membran sel.

- **Asam amino**

Asam amino sebesar 0,83%, senyawa kelas ini meliputi senyawa *l-Proline*, *n-heptafluorobutyryl-*, *isobutyl ester* dan belum diketahui bioaktivitasnya. Menurut Baqir *et al.* (2019), pada tumbuhan senyawa asam amino berfungsi sebagai sumber energi bagi tumbuhan, yang membantu mengkompensasi kerugian yang disebabkan oleh proses respirasi dan dekomposisi.

- **Nitroalkana**

Senyawa nitroalkana sebesar 0,7%, yang terdiri dari senyawa *1-Hexyl-2-nitrocyclohexane*. Senyawa ini memiliki bioaktivitas sebagai antiinflamasi dan antioksidan. Menurut Alagbe (2022), senyawa *1-Hexyl-2-nitrocyclohexane* juga diketahui berfungsi sebagai agen anti-depressant, sehingga dapat berpotensi sebagai obat anti depresi alami.

- **Alkohol**

Senyawa alkohol sebesar 0,67%, senyawa ini meliputi senyawa *4-Octanol* yang termasuk ke dalam alkohol sekunder. Pada penelitian yang dilakukan Rifici *et al.* (2017), keberadaan senyawa octanol pada membran fosfolipid dapat mempercepat proses difusi lipid dan mengubah perilaku fase lipid. Hal ini disebabkan oleh kemampuan octanol untuk meningkatkan area kepala polar lipid,

sehingga membuat struktur membran menjadi lebih longgar dan menciptakan ruang yang lebih luas untuk proses difusi.

- **Amida**

Kelas senyawa amida sebesar 0,52%, senyawa ini meliputi senyawa 2-*Propenamide*. Senyawa ini memiliki bioaktivitas sebagai antiasma. Menurut Elshiekh dan Mona (2015), senyawa 2-*Propenamide* memiliki berbagai potensi penggunaan dalam bidang kesehatan, antara lain sebagai obat relaksasi otot atau antispasmodik, yang dapat membantu mengurangi kejang otot, serta dapat digunakan sebagai agen antitusif, yaitu obat yang berfungsi untuk menahan batuk.

- **Aldehida**

Senyawa aldehida 0,45% yang terkandung dalam daun *A. marina* yaitu senyawa *Benzaldehyde*, *2-methyl* dan memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba. Menurut Liang *et al.* (2022), senyawa aldehida memainkan peran penting dalam proses pensinyalan pada tanaman. Pada konsentrasi yang optimal, beberapa jenis aldehida dapat memicu ekspresi gen yang terkait dengan kelangsungan hidup, mengaktifkan mekanisme antioksidan, meningkatkan resistensi terhadap serangan patogen, serta merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

- **Asam propanoat**

Kelimpahan asam propanoat 0,27% pada Gambar 4.3 yang menunjukkan bahwa kelimpahan senyawa asam propanoat sedikit. Senyawa ini meliputi senyawa *Propanamide* yang memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba. Asam propanoat memiliki nama lain asam propionat yang menurut Azzam *et al.* (2010), banyak digunakan sebagai bahan pengawet dalam industri pembuatan roti karena kemampuannya untuk menghambat mikroorganisme dan mencegah pertumbuhan bakteri dan jamur dalam makanan olahan.

4.3. Kadar Antioksidan Daun *Avicennia marina*

Penentuan kadar antioksidan dari ekstrak metanol daun *Avicennia marina* menggunakan 2 standar antioksidan yaitu dengan standar antioksidan kuersetin dan standar antioksidan asam askorbat (vitamin C), didapatkan kadar antioksidan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kadar antioksidan daun *A. marina* berdasarkan standar antioksidan.

Standar antioksidan	Kadar antioksidan (rata-rata \pm sd) ppm
Asam askorbat (vitamin C)	39,16 \pm 10,05
Kuersetin	64,21 \pm 17,32

Berdasarkan Tabel 4.3 kadar antioksidan ekstrak metanol daun *A. marina* didapatkan hasil sebesar 39,16 \pm 10,05 ppm dengan menggunakan asam askorbat dan 64,21 \pm 17,32 ppm kuersetin. Pada analisis digunakan asam askorbat dan kuersetin sebagai pembanding dikarenakan asam askorbat termasuk antioksidan stabil dan kuersetin memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. *Avicennia marina* diketahui memiliki kandungan senyawa yang belum diketahui aktivitas antioksidannya namun, berdasarkan penelitian Fitri dan Usman (2021), ekstrak metanol daun *Avicennia Marina* menunjukkan aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC50 sebesar 71,13 \pm 0,06 ppm, yang menunjukkan *A. marina* mempunyai potensi besar sebagai sumber antioksidan alami.

Pada penelitian diketahui Daun *A. marina* memiliki senyawa dengan bioaktivitas antioksidan dengan nama senyawa *n-Hexadecanoid acid*; *1-Hexyl-2-nitrocyclohexane*; *Supraene* dan *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivate* yang diketahui bahwa senyawa-senyawa ini dapat berfungsi sebagai penghambat radikal bebas. Menurut Wulandari *et al.* (2022), daun *A. marina* dapat berfungsi sebagai alternatif pengganti antioksidan sintetis dan efektif dalam menghambat pembentukan radikal bebas serta dapat mengurangi risiko penyakit kronis seperti kanker, diabetes dan degeneratif lainnya melalui mekanisme perlindungan sel dan jaringan tubuh.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai profil metabolit daun mangrove *Avicennia marina* dengan menggunakan metode GC-MS serta kadar antioksidan dengan metode DPPH didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstrak metanol daun *Avicennia marina* memiliki kelimpahan senyawa metabolit sebesar 99,07% dengan adanya 22 senyawa yang terdeteksi.
2. Terdapat 4 senyawa dominan yaitu *2-Propanol, 1,1'-oxybis* (26,8%); *1-Propanol, 2,2'-oxybis* (15,6%); dan *1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-* (15,4%) yang termasuk golongan eter dan senyawa *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivative* (18,17%) yang termasuk golongan fenolik.
3. Kadar antioksidan dari ekstrak metanol daun *A. marina* sebesar $39,16 \pm 10,05$ ppm dengan menggunakan asam askorbat dan $64,21 \pm 17,32$ ppm kuersetin, senyawa yang memiliki bioaktivitas sebagai antioksidan adalah *n-Hexadecanoid acid; 1-Hexyl-2-nitrocyclohexane; Supraene* dan *4-Methyl-2,4-bis(p-hydroxyphenyl)pent-1-ene, 2TMS derivate*.

5.2. Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi potensi daun *Avicennia marina* dalam pengembangan obat herbal dan pengawet hasil perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ababutain, I. M. (2019). Antimicrobial Activity and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis of Saudi Arabian *Ocimum basilicum* Leaves Extracts. *Journal of Pure & Applied Microbiology*. 13(2): 823-833. DOI: <https://dx.doi.org/10.22207/JPAM.13.2.17>
- Adnyana, I. M., Mega, I. M., dan Adi, G. P. R. (2022). Content of essential oils as raw materials for medicine from agarwood plants (*Gyrinops versteegii*) in various soil conditions. *Journal on Agriculture Science*. 12(1): 26 – 36. DOI: [10.24843/AJoAS.2022.v12.i01.p03](https://doi.org/10.24843/AJoAS.2022.v12.i01.p03)
- Afifah, B., Abdulgani, N., dan Mahasri, M. (2014). Efektivitas perendaman benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dalam larutan perasan daun api-api (*Avicennia marina*) terhadap penurunan jumlah *Trichodina* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(2): 58-62.
- Afriyani, A., Fauziah, F., Mazidah, M., dan Wijayanti, R. (2017). Keanekaragaman vegetasi hutan mangrove di pulau payung sungsang banyuasin sumatera selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*. 6(2): 113-119. DOI: 10.33230/JLSO.6.2.2017.305.
- Alagbe, J. O. (2023). Bioactive compounds in ethanolic extract of *Strychnos innocua* root using gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS). *Drug Discovery*. 7(1): 39-43. DOI: <https://doi.org/10.33545/26174693.2023.v7.i1a.161>
- Alhaddad, Z. A., Tanod, W. A., dan Wahyudi, D. (2019). Bioaktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Daun Mangrove *Avicennia* sp. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 12(1): 12-22. DOI: <http://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan>
- Anggarani, M. A., Ilmiah, M., dan Mahfudhah, D. N. (2023). Literature Review of Antioxidant Activity of Several Types of Onions and Its Potensial as Health Supplements. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 12(1): 103-111. DOI: [10.15294/ijcs.v12i1.57689](https://doi.org/10.15294/ijcs.v12i1.57689)
- Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Lisdiana, W. H., Habibah, N. A., dan Bintari, S. H. (2018). *Metabolit sekunder dari tanaman: aplikasi dan produksi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang (UNNES). Hal 1-2.
- Angraini, N., dan Desmaniar, P. (2020). Optimasi penggunaan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) untuk analisis asam askorbat guna menunjang kegiatan Praktikum Bioteknologi Kelautan. *Jurnal Penelitian Sains*. 22(2): 69-75. DOI: <https://doi.org/10.56064/jps.v22i2.583>

- Annas, Z. F., Muliastari, H., Deccati, R. F., Permatasari, L., dan Mukhlisah, N. R. I. (2023). Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak dan Fraksi-Fraksi Daun Mangrove (*Avicennia marina*). *Jurnal Agrotek Umma*. 10(3): 271-282.
- AO, K. (2019). Investigation of Antioxidant Activity (*In Vitro*) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry Profiling of *Portulaca oleracea* L. And *Portulaca grandiflora* Hook. Extracts. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 12(3): 348-352.
- Asrianto, A., Asrori, A., Sahli, I. T., Hartati, R., dan Mulyani, W. (2022). Bioaktivitas *In Vitro* Ekstrak Etanol Biji Pinang terhadap Jamur *Candida albicans*. *Health Information: Jurnal Penelitian*. 14(1): 9-18. DOI: <https://doi.org/10.36990/hijp.v14i1.443>
- Azzam MK, Bahruddin S, Noor HH, Afidah AR, Khairuddin MT. (2010). Determination of Propionates and Propionic Acidim Bakery Products Using Gas Chromatography. *International Food Research Journal*. 17: 1107-1112.
- Baliyan, S., Mukherjee, R., Priyadarshini, A., Vibhuti, A., Gupta, A., Pandey, R. P., dan Chang, C. M. (2022). Determination of antioxidants by DPPH radical scavenging activity and quantitative phytochemical analysis of *Ficus religiosa*. *Molecules*. 27(4): 1-19. DOI: <https://doi.org/10.3390/molekul27041326>
- Baqir. H. A., Zeboon., N. H., dan Al-Behadili. A. A. J. (2019). The Role and Importance of Amino Acids Within Plants: A Review. *Plant Archives*. 19(2): 1402-1410.
- Chukwu, O. O., Iyare, C. O., Emelike, C. U., Ezimah, A. C., Asogwa, N. T., dan Konyefom, N. G. (2024). GC-MS analysis of *Moringa oleifera* leaf extract and effects of administration on histology of reproductive organs and liver of female rats exposed to chronic unpredictable stress. *Food Chemistry Advances*. 4: 1-12.
- Duke, N.C. (2006). *Australia's Mangrove*. Australia: University of Queensland. Hal 104-105.
- Elshiekh, Y. H., dan Mona, A. M. (2015). Gas chromatography-mass spectrometry analysis of *Pulicaria crispa* (whole plant) petroleum ether extracts. *American Journal of Research Communication*. 3(3): 58-67.
- Ergina, E., Nuryanti, S., dan Pursitasari, I. D. (2014). Uji kualitatif senyawa metabolit sekunder pada daun palado (*Agave angustifolia*) yang diekstraksi dengan pelarut air dan etanol. *Jurnal Akademika Kimia*. 3(3): 165-172.
- Fadlilah, A. R., dan Lestari, K. (2023). Peran Antioksidan dalam Imunitas Tubuh. *Farmaka*. 21(2): 171-178.
- Farahat. N. M., Mohamed A. H., Amany S. K., Mostafa M. H. K., dan Ola H. Z. (2024). Assessment of the Toxicological and Biological Effects of the Essential Oil of *Lavandula angustifolia* and its Nanoemulsion against the Aquatic *Culex*

- pipiens* Larvae (Diptera: Culicidae). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 28(2): 915-933. DOI: 10.21608/EJABF.2024.351928
- Fernandes. A., & Noor'an. R. F. (2019). Uji Fitokimia dan GC-MS Buah Api-Api (*Avicennia marina* (FORSSK.) VIERH). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*. 2(2): 261-270.
- Fitri, M. K., SetyowatiSriwidayarsi, N. L. A., Setyowati, K. A., Salam, M. M., Yustitia, N. T., dan Pratiwi, E. T. (2024). Analisis Kandungan Senyawa Minyak Atsiri dari Limbah Kulit Jeruk Peras (*Citrus Sinensis* L.) Menggunakan Metode GC-MS. *Jurnal Kesehatan Tambusai*. 5(1): 1440-1446. DOI: <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i1.25788>
- Fitri. A. dan Usman. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Mangrove (*Avicennia Marina*). In *Prosiding Seminar Nasional Kimia* (pp. 12-17).
- Gopu, C., Chirumamilla, P., Daravath, S. B., Vankudoth, S., dan Taduri, S. (2021). GC-MS analysis of bioactive compounds in the plant parts of methanolic extracts of *Momordica cymbalaria* Fenzl. *J. Med. Plants Stud*. 9(3): 209-218. DOI: <https://doi.org/10.22271/plants.2021.v9.i3c.1289>
- Halidah, H. (2014). *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh jenis mangrove yang kaya manfaat. *Buletin Eboni*. 11(1): 37-44.
- Hamka, M., Basyuni, M., dan Agustina, L. (2013). Karakterisasi Senyawa Isoprenoid Dan Pertumbuhan Semai Mangrove *Avicennia Alba* Bl. *Peronema Forestry Science Journal*. 1(1): 156066.
- Hanwar, D., Suhendi, A., Trisharyanti, I., Santoso, B., dan Safitri, M. (2015). Analisis Profil Metabolit Sekunder Ekstrak Lempuyang Emprit dengan Kromatografi Gas-Spekstroskopi Massa. In *University Research Colloquium*. ISSN 2407-9189. Hal 158-166.
- Harianingsih, H., Wulandari, R., Harliyanto, C., dan Andiani, C. N. (2017). Identifikasi GC-MS ekstrak minyak atsiri dari sereh wangi (*Cymbopogon winterianus*) menggunakan pelarut metanol. *Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokert*). 18(1): 23-27.
- Hasibuan, N.E., Aulia, A., Basri., dan Apri, M. (2022). Skrining fitokimia ekstrak etanol daun *Avicennia Marina* dari kawasan Bandar Bakau Dumai. *Authentic Research of Global Fisheries Application Journal*. 4(2): 137-142.
- Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, F., dan Tallei, T. (2021). Analisis GC-MS (gas kromatografi-spektrometri massa) ekstrak metanol Dari Umbi Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.). *Farmasi*. 10 (2): 849-856.
- Ibrahim. H. A., Abdel-Latif. H. H., dan Zaghoul. E. H. (2022). Komposisi fitokimia ekstrak daun *Avicennia marina*, potensi antioksidan, antimikroba, dan sifat penghambatnya pada biofilm *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Penelitian Akuatik Mesir*. 48 (1): 29-35.

- Idris, N., Eva. J., dan Zaraswati. D. (2022). Potential of *Hexadecanoic Acid* as Antimicrobials in Bacteria and Fungi that Cause Decay in Mustard Greens *Brassica juncea* L. *International Journal of Applied Biology*. 6(2): 36-42.
- Ihenetu, F. C., Okorundu, S. I., Chikwendu, C. I., Nwabueze, R. N., dan Anekwe, I. I. (2024). Identification of Sec-Butylamine and Methenamine and Other Bioactive Compounds from Edible *Azadirachta indica* Methanolic Extracts Using GC-MS. *Open Access Library Journal*. 11(3): 1-17. DOI: <https://doi.org/10.4236/oalib.1109750>
- Indriani. S., Isdaryanti., Monika. A., Andi. S. P., Nur. J. S., dan Yulius. B. P. (2023). Analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) Terhadap Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jaq.). *Jurnal Agroplantae*. 12(2): 147 - 155. DOI: <https://doi.org/10.51978/agro.v12i2.527>
- Irmawan, M., Kalalinggi, S. Y., dan Nainggolan, Y. (2022). Potensi Bioaktivitas Tumbuhan Alam Gambut sebagai Bahan Baku Obat. *Journal Of Noncommunicable Diseases*. 3(1): 16-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.5236/jond.v3i1.673>
- Isa, M. (2014). Identifikasi kandungan senyawa kimia pada *Wedelia biflora* dan uji bioaktivitasnya sebagai antiplasmodium berghei. *Jurnal Medika Veterinaria*. 8(1): 51-55.
- Iswadi., Samingan., dan Sartika, I. (2015). Ekstrak daun api-api (*Avicennia marina*) sebagai antibakteri dan pengawet alami ikan tongkol (*Euthynus affinis*) segar. *Jurnal Biologi Edukasi*. 7(1): 7-12.
- Iyappan, G., Daniel, D., dan Poovanalingam, T. (2014). Ascertaining the phytocomponents in the crude ethanolic extracts of *Carica papaya* seeds by GC-MS. *World J Pharm Pharm Sci*. 3(9): 942-949.
- Johanes, E. (2017). Bioaktivitas ekstrak daun *Avicennia marina* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*. 8(1): 38-41.
- Khoirunnisa, I., dan Sumiwi, S. A. (2019). Peran flavonoid pada berbagai aktivitas farmakologi. *Farmaka*. 17(2): 131-142.
- Küçük, H. B., Yusufoglu, A., Mataracı, E., dan Döşler, S. (2011). Synthesis and biological activity of new 1, 3-dioxolanes as potential antibacterial and antifungal compounds. *Molecules*. 16(8): 6806-6815. DOI: 10.3390/molecules16086806 .
- Kusbiantoro, D., dan Purwaningrum, Y. (2018). Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder pada tanaman kunyit dalam mendukung peningkatan pendapatan masyarakat. *Jurnal kultivasi*, 17(1): 544-549.
- Lai, H., dan Lim, Y. (2011). Evaluation of antioxidant activities of the methanolic extracts of selected ferns in Malaysia. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2(6): 442.

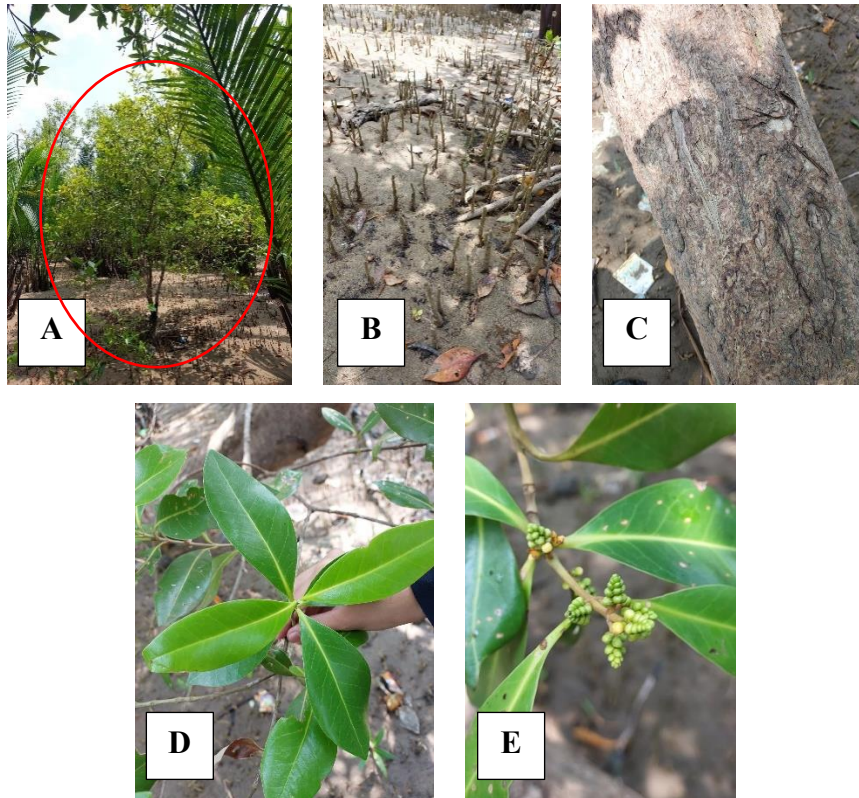
- Laksono. B. A., Nawal. A. R., Tsabitah. A. A., Erlisa. A. H., Evi. W. A., Happy. R. R., Clarisa. D. C., Hanun. N., Ariesta. Y. A., Dena. S., Zabrina. I. R., Agda. R. M. K., Achmad. T. P., dan Retno, S. (2023). Evaluation of Oral Preparations of Vitamin E as Antioxidant using DPPH Method (*Diphenyl picrylhydrazyl*). *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*. 10(1): 12-16.
- Lesbani. A., Risfidian. M., Nurlisa. H., dan Elfita. (2013). Studi Reaksi Kopling Oktadesilsilan Dengan Aril Iodide Tersubstitusi Para. *Jurnal Molekul*. 8(1):58-65.
- Li, X., Duke, N. C., Yang, Y., Huang, L., Zhu, Y., Zhang, Z., Renchao. Z., Cairon. Z., Yelin. H., dan liShi, S. (2016). Re-evaluation of Phylogenetic Relationships Among Species of The Mangrove Genus *Avicennia* From Indo-West Pacific Based on Multilocus Analyses. *PLoS One*. 11(10): 1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0164453.
- Liang. X., Qian. R., Wang. D., Liu. L., Sun. C., dan Lin. X. (2022). Lipid-derived aldehydes: new key mediators of plant growth and stress responses. *Biology*. 11(11): 1-17. DOI: <https://doi.org/10.3390/biology11111590>
- Lukviani, D. R., dan Usman, U. (2019). Pemanfaatan ekstrak daun bakau (*Avicennia marina*) sebagai bioformalin untuk mencegah pembusukan ikan layang (*Decapterus* spp.). In *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. 2: 27-30.
- Lung, J. K. S., dan Destiani, D. P. (2017). Uji aktivitas antioksidan vitamin A, C, E dengan metode DPPH. *Farmaka*. 15(1): 53-62. DOI: <https://doi.org/10.24198/jf.v15i1.12805>
- Lyzu, C., Mitra, S., Perveen, K., Khan, Z., Tareq, A. M., Bukhari, N. A., Husain. F. M., Lipy. E. P., Islam. I., Hakim. M., Emran. T. B., dan Dashti, M. G. (2022). Phytochemical profiling, antioxidant activity, and in silico analyses of *Sterculia villosa* and *Vernonia patula*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. (1): 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/3190496>
- Ma. K., Kou. J., Rahman. M. K. U., Du. W., Liang. X., Wu. F., Li. W., dan Pan. K. (2021). Palmitic acid mediated change of rhizosphere and alleviation of Fusarium wilt disease in watermelon. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28(6): 3616-3623. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.040>
- Maisarah, M., dan Chatri, M. (2023). Karakteristik dan Fungsi Senyawa Alkaloid sebagai Antifungi pada Tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*. 8(2): 231-236.
- Mitra, S., Naskar, N., Lahiri, S., dan Chaudhuri, P. (2023). A study on phytochemical profiling of *Avicennia marina* mangrove leaves collected from Indian Sundarbans. *Sustainable Chemistry for the Environment*. 4(1): 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2023.100041>

- Nassar. Z. D., Abdalrahim. A. F., dan Amin. M. S. A. M. (2010). The Pharmacological Properties of terpenoid from *Sandoricum Koetjape*. *Journal Medcentral*. 1(12): 1- 11.
- Ölgen, S., Altanlar, N., Karataylı, E., dan Bozdayı, M. (2008). Antimicrobial and antiviral screening of novel indole carboxamide and propanamide derivatives. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 63(3-4): 189-195.
- Parthipan, B., Suky, M. G. T., dan Mohan, V. R. (2015). GC-MS analysis of phytocomponents in *Pleiospermium alatum* (Wall. ex Wight & Arn.) Swingle, (Rutaceae). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 4(1): 216-222.
- Radhi, W. N., dan Khashan, K. T. (2022). Evaluation of Punica granatum L. fruits extracts as anti-fungus infecting Iraqi wheat crop *Triticum aestivum* (L.). *International Journal of Health Sciences*. 6(3): 2984–2996. DOI: <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.6248>
- Rahayu, K. L., Haris, A., Gunawan, G., Khabibi, K., dan Widodo, D. S. (2021). Pengaruh Asam Askorbat Pada Pembuatan Cu₂O dan Aplikasinya Sebagai Lapis Tipis Untuk Pemecahan Air Secara Fotoelektrokimia. *Media Bina Ilmiah*. 15(6): 4681-4690.
- Rifici. S., D'Angelo. G., Crupi. C., Branca. C., Nibali. V. C., Corsaro, C., Wanderlingh. U. (2016). Influence of Alcohols on the Lateral Diffusion in Phospholipid Membranes. *J. Phys. Chem*. 120(7): 1285–1290. DOI: 10.1021/acs.jpcc.5b11427.
- Rosyida. N., Mahrudin., dan Riya. (2023). Kajian Etnobiologi Tumbuhan Api-Api (*Avicennia*) di Desa Pagatan Besar Kabupaten Tanah Laut. *Scripta Biologica*. 10(3):1-9.
- Rozirwan., Nugroho, R. Y., Hendri, M., Putri, W. A. E., dan Agussalim, A. (2022). Phytochemical profile and toxicity of extracts from the leaf of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. collected in mangrove areas affected by port activities. *South African Journal of Botany*. 150: 903-919. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.08.037>
- Rustanti, E., dan Lathifah, Q. A. Y. (2018). Identifikasi senyawa kuersetin dari fraksi etil asetat ekstrak daun alpukat (*Persea americana* mill.). *Alchemy: Journal of Chemistry*. 6(2): 38-42.
- Sain. S., dan Manjul. M. (2023). Phytochemical And Pharmacological Study of *Ehretia microphylla* (Boraginaceae Family) By Using GC-MS. *Journal of Chemical Health Risks*. 13(4): 966-971.
- Saputra, T., Claratika, A., dan Gunawan, S. (2014). Identifikasi kandungan Squalene dari Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). *Jurnal Teknik ITS*. 3(2): 18-30. DOI: <https://doi.org/10.26555/chemica.v8i1.19121>
- Sayuti, K., dan Yenrina, R. (2015). *Antioksidan alami dan sintetik*. Padang: Andalas University Press. Hal 15.

- Septinar, H., Putri, Y. P., Midia, K. R., dan Bianto, B. (2023). Upaya Pelestarian Hutan Mangrove Melalui Pembibitan Di Desa Sungsang IV Kabupaten Banyuasin. *Environmental Science Journal (ESJo): Jurnal Ilmu Lingkungan*. 1(2): 77-88.
- Setyati, D., Mukhamad, S., El, S.R., Fitrotul, F.M., Babudin., Esti, U., Satty, A., Ari, S.N., Yusi, A.P., Abdillah, M.F., dan Fuad, B.U. (2024). Antimicrobial and Phytochemistry study of *Dendrobium linearifolium* Teijsm. dan Binn. from Gunitir, Jember, Indonesia. *BIO Web of Conferences*. 101: 1-12.
- Sharma, R., Zimik, M., dan Arumugam, N. (2018). Isolation and GCMS characterization of certain non-polar compounds from *Spilanthes ciliata*. *Internasional Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 8(4): 889-903.
- Sukma. M., Nurlansi., dan Nasrudin. (2022). Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Seduhan Kulit Batang Soni (*Dillenia serrata* Thunb). *Jurnal Ilmu Kimia dan Pendidikan Kimia*. 11(1): 27-34.
- Sumartini, S., Kurnia. S. H., dan Rekha. A. (2021). Pemanfaatan Daun Mangrove Api-Api (*Avicennia Marina*) Sebagai Antibakteri Pada Ikan Layang Benggol (*Decapterus russelli*) Dengan Variasi Konsentrasi Dan Penyimpanan. *Indonesian Journal of Industrial Research*. 15(2): 291-306.
- Vasanthakumar, K., Dineshkumar, G., dan Jayaseelan, K. (2019). Phytochemical screening, GC-MS analysis and antibacterial evaluation of ethanolic leaves extract of *Avicennia marina*. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 9(4): 145-150. DOI: <http://dx.doi.org/10.22270/jddt.v9i4-A.3431>
- Vijayaraj. R., Kumar G. D., dan Kumaran. N. S. (2018). In vitro anti-inflammatory activity of silver nanoparticle synthesized *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.: A green synthetic approach. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*. 12(03): 528-536.
- Werdhasari, A. (2014). Peran antioksidan bagi kesehatan. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. 3(2): 59-68.
- Widiawati, W., dan Eka. A. N. N. (2024). Potensi skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak daun *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* dari Selat Madura. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 27(5): 393-406.
- Wiraswati, H.L., Nisa, F., Gita, W.P., Dikdik, K., Reza, A.K., Afiat, B., Annisa, R.A., Amila, L., Supandi., dan Ilma, F.M. (2023). Breynia cernua: Chemical Profiling of Volatile Compounds in the Stem Extract and Its Antioxidant, Antibacterial, Antiplasmodial and Anticancer Activity In Vitro and In Silico. *MDPI: Metabolites*. 13(2): 281-308. DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo13020281>
- Wulandari, J., Harmain, R. M, dan Dali, F. A. (2022). Aktivitas Antioksidan pada Daun Mangrove Api-api (*Avicennia marina*). *Jurnal Nike*. 10 (1): 007-016.

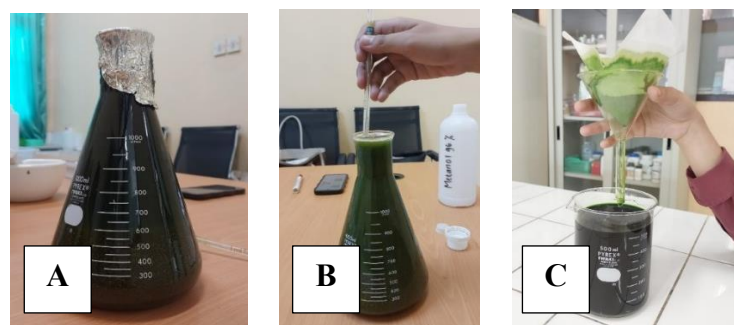
LAMPIRAN

Lampiran: Morfologi *Avicennia marina*

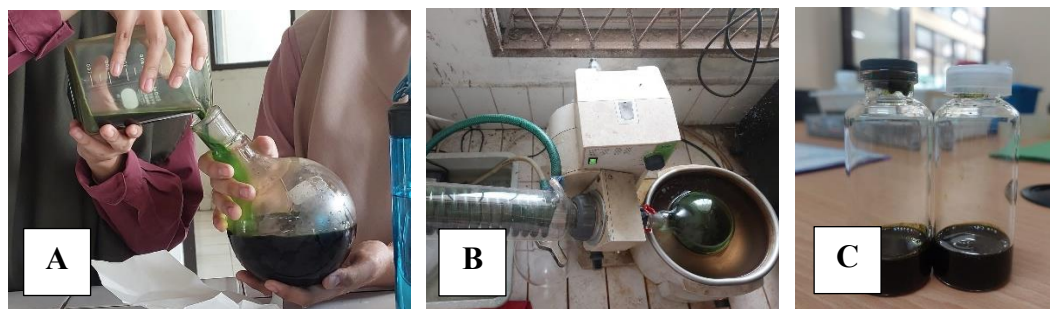


Gambar L.1 Morfologi *A. marina*: (A) Pohon; (B) Akar; (C) Batang; (D) Daun; (E) Bunga.

Lampiran: Maserasi dan Evaporasi Simplisia Daun *Avicennia marina*

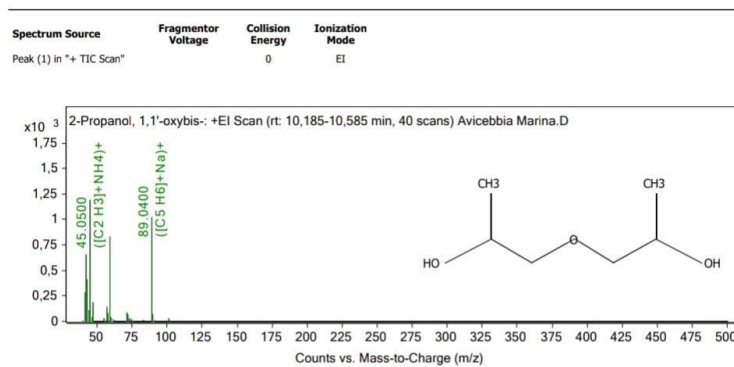


Gambar L.2 Proses maserasi daun *A. marina*: (A) Maserasi Serbuk Simplisia Daun *A. marina*; (B) Pengadukan secara berkala 1x1hari; (C) Penyaringan.



Gambar L.3 Proses evaporasi daun *A. marina*: (A) Pemindahan Ekstrak Ke dalam Labu; (B) Evaporasi Dengan Rotary Evaporator; (C) Ekstrak Kental Daun *A. marina*.

Lampiran: Hasil Analisis GC-MS Daun *Avicennia marina*, contoh penentuan senyawa



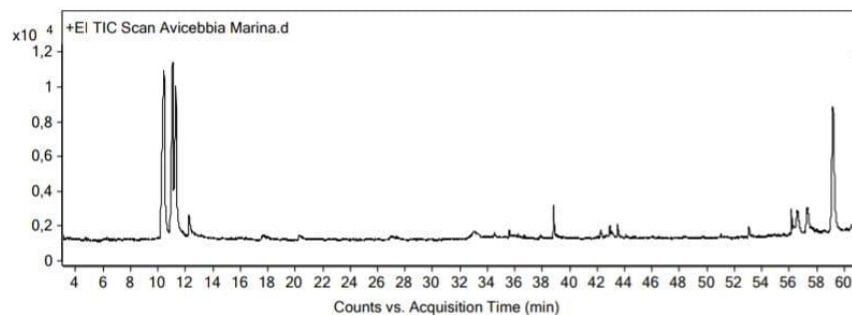
Gambar L.4 Gambar hasil analisis dan struktur senyawa *2-Propanol, 1,1'-oxybis*

Qualitative Analysis Report

Data File	Avicibbia Marina.D	Sample Name	
Sample Type		Position	1
Instrument Name	GCMS	User Name	
Acq Method	Robet P Adams.M	Acquired Time	12/11/2024 11:22:54 (UTC+07:00)
IRM Calibration Status	Not Applicable	DA Method	23.m
Comment			
Expected Barcode		Sample Amount	
Dual Inj Vol		TuneName	Tune F1.u
TunePath	D:\MassHunter\GCMS\1\5977\	TuneDateStamp	2024-11-08T11:20:20+07:00
MSFirmwareVersion	60034	OperatorName	
RunCompletedFlag	True	Acquisition Time (Local)	12/11/2024 11:22:54 (UTC+07:00)
Acquisition SW Version	MassHunter GC/MS Acquisition 10.0.368 14-Feb-2019 Copyright © 1989-2018 Agilent Technologies, Inc.	SingleQuadrupole Driver Version	10000
SingleQuadrupole Firmware Version	60034		

Chromatograms

Fragmentor Voltage Collision Energy 0 Ionization Mode EI



Fragmentor Voltage Collision Energy 0 Ionization Mode EI

Gambar L.5 Surat keterangan hasil analisis GC-MS daun *Avicennia marina*

Lampiran. 6 Protokol Kerja GC-MS

INSTRUMENT CONTROL PARAMETERS: GCMS

D:\Lab Sentral\Metode\2023\FARMASI FF\Robet P Adams.M
Tue Nov 12 12:24:33 2024

Control Information

Sample Inlet : GC
Injection Source : External Device
Mass Spectrometer : Enabled

No Sample Prep method has been assigned to this method.

GC

GC Summary

Run Time 61,5 min
Post Run Time 0 min

Oven

Temperature

Setpoint On
(Initial) 50 °C
Hold Time 2 min
Post Run 70 °C

Program

#1 Rate 4 °C/min
#1 Value 280 °C
#1 Hold Time 2 min

Equilibration Time 1 min
Max Temperature 350 °C
Maximum Temperature Override Disabled
Slow Fan Disabled

Back SS Inlet He

Mode Split
Heater On 220 °C
Pressure On 7,8746 psi
Total Flow On 14,22 mL/min
Septum Purge Flow On 3 mL/min
Gas Saver Off
Split Ratio 10 :1

Split Flow	10,2 mL/min
Liner	A Liner has not been selected.
Thermal Aux 1 (MSD Transfer Line)	
Temperature	
Setpoint	On
(Initial)	240 °C
Column	
Column #1	
Flow	
Setpoint	On
(Initial)	1,02 mL/min
Post Run	0,57353 mL/min
Column Information	Agilent 122-5532
DB-5	
Temperature Range	-60 °C—325 °C (350 °C)
Dimensions	30 m x 250 µm x 0,25 µm
In	Back SS Inlet He
Out	MSD
(Initial)	50 °C
Pressure	7,8746 psi
Flow	1,02 mL/min
Average Velocity	36,807 cm/sec
Holdup Time	1,3584 min
Control Mode	Constant Flow
Column Outlet Pressure	0 psi
Valve 1	
Name	?
Type	Gas Sampling Valve
GSV Loop Volume	1 mL
Load Time	0,5 min
Inject Time	0,5 min
Signals	
Signal #1: Test Plot	
Description	Test Plot
Save	Off
Data Rate	50 Hz
Signal #2:	
Description	None

90,331 : IONFOCUS
22,672 : ENTRANCE_LENS
1318,623 : EMVOLTS
 895,1 : Actual EMV
 <Unable to calculate gain factor.> : GAIN FACTOR
2484,000 : AMUGAIN
137,250 : AMUOFFSET
1,000 : FILAMENT
0,000 : DCPOLARITY
15,149 : ENTLENSOFFSET
0,000 : Ion_Body
0,000 : EXTLENS
8,000 : MASSGAIN
-29,000 : MASSOFFSET

END OF TUNE PARAMETERS

END OF INSTRUMENT CONTROL PARAMETERS

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



- a. Nama : Kharisma Ayu Putri
- b. Nim : 08041282126028
- c. Tempat/Tanggal Lahir : Palembang/01 Juni 2004
- d. Universitas/Fakultas/Jurusan : Sriwijaya/MIPA/Biologi
- e. Bidang Ilmu Skripsi : Metabolisme Tumbuhan
- f. Alamat Rumah : Perumahan Griya Indah Permata Talang
Betutu Lama Blok J6, Sukarami,
Palembang, Sumatera Selatan.
- g. No. Handphone : 089528906915
- h. Alamat Email : kharismaayu156@gmail.com
- i. Riwayat Pendidikan : SD Negeri 12 Talang Kelapa (2009-2015)
SMP Negeri 51 Palembang (2015-2018)
SMA Negeri 21 Palembang (2018-2021)
Universitas Sriwijaya (2021-2025)
- j. Organisasi :
1. Anggota Mikat Himpunan Mahasiswa Biologi Universitas Sriwijaya
- k. Pengalaman:
1. Kerja Praktek di Laboratorium Kultur Jaringan PTPN I Regional 7 Unit Cinta Manis (2024)
 2. Asisten Praktikum Biologi Pesisir dan laut (2023)
 2. Asisten Praktikum Fisiologi Tumbuhan (2024)
 3. Asisten Praktikum Kultur Jaringan (2025)
 4. Asisten Praktikum Ekofisiologi Tumbuhan (2025)

SPECIAL GREETING

Dengan mengucap Alhamdulillah hirabbil ‘alamin, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis beserta keluarga, sahabat dan lainnya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Ucapan spesial penulis persembahkan teruntuk:

1. Kedua orang tuaku yang tercinta, Superheroku Bapak Samingan dan pintu surgaku Ibu Nori Fitri Yanti yang tidak sempat merasakan pendidikan kuliah, namun dapat mendidik, mendoakan, memberikan semangat dan motivasi tiada henti dalam setiap langkah hidup penulis, yang merupakan anugrah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan.
2. Adikku Aura Cahaya Putri yang selalu memberikan doa dan semangat tiada henti serta seluruh anggota keluarga lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan yang telah kalian berikan.
3. Bapak Drs. Juswardi, M.Si, selaku dosen pembimbing penulis dari awal hingga akhir, terima kasih banyak bapak atas semua yang telah diberikan hingga penulis dapat membuat skripsi dengan begitu baik.
4. Teman seperjuanganku, yang memberikan sosok “kakak” dalam hidupku. Kepada Pira, Septi dan Liza terima kasih selalu percaya kepada penulis bahkan disaat penulis kehilangan kepercayaan pada diri sendiri serta memberi bantuan disaat penulis membutuhkannya. Terima kasih telah menjadi temanku.
5. Kepada Enjel terima kasih selalu ada sebagai pundak untuk menangis, menjadi pendengar setia, pemberi semangat dan penasehat yang bijaksana. Salah satunya orang yang paling bisa diandalkan dalam keadaan apapun. Terima kasih telah menjadi bagian penting dalam hidupku.
6. Kepada Via, Atun, Eka dan Ima terima kasih telah hadir memberikan ruang istirahat agar tetap semangat.
7. Kepada dia yang tidak bisa disebutkan namanya, terima kasih telah hadir, memberikan banyak pelajaran dan motivasi, serta sempat menemani dalam penulisan skripsi ini. Semoga kita dapat bertemu kembali nantinya.
8. Seluruh teman-teman Biologi Angkatan 2021, staff Biologi, staff MIPA, staff UNSRI yang begitu banyak membantu penulis disepanjang masa perkuliahan.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.