

TESIS

**TOKSISITAS SENYAWA BIOAKTIF PADA EKSTRAK
DAUN MANGROVE DARI KAWASAN SEMI
TERTUTUP PULAU PAYUNG DAN TERBUKA PULAU
MASPARI DI PESISIR SUMATERA SELATAN**



**Oleh :
MUHTADI
20012622327004**

**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

TESIS

TOKSISITAS SENYAWA BIOAKTIF PADA EKSTRAK DAUN MANGROVE DARI KAWASAN SEMI TERTUTUP PULAU PAYUNG DAN TERBUKA PULAU MASPARI DI PESISIR SUMATERA SELATAN

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Sains (M.Si) Pada Program
Studi Pengelolaan Lingkungan Program Pascasarjana
Universitas Sriwijaya**



**Oleh :
MUHTADI
20012622327004**

**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

TOKSISITAS SENYAWA BIOAKTIF PADA EKSTRAK DAUN MANGROVE DARI KAWASAN SEMI TERTUTUP PULAU PAYUNG DAN TERBUKA PULAU MASPARI DI PESISIR SUMATERA SELATAN

TESIS

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Magister
Sains (M.Si) Pada Program Studi Pengelolaan Lingkungan Program
Pascasarjana Universitas Sriwijaya

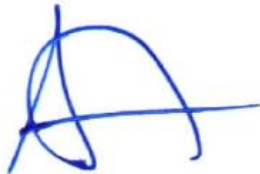
Oleh

MUHTADI

20012622327004

Palembang, Januari 2025

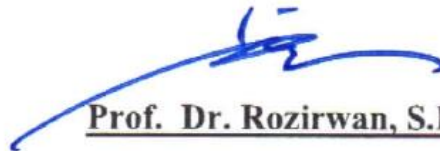
Pembimbing I



T. Zia Ulqodry, S.T, M.Si., Ph.D

NIP. 197709112001121006

Pembimbing II



Prof. Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc

NIP. 197905212008011009

Mengetahui,

Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc

NIP. 19610821987031003

LEMBAR PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa tesis ini dengan judul “Toksistas Senyawa Bioaktif Pada Ekstrak Daun Mangrove dari Kawasan Semi Tertutup Pulau Payung dan Terbuka Pulau Maspari di Pesisir Sumatera Selatan” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Desember 2024.

Palembang, 13 Desember 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua :

1. Prof. Novia, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197311052000032003



Anggota :

1. T. Zia Ulqodry, S.T., M.Si., Ph.D
NIP. 197709112001121006
2. Prof. Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP. 197905212008011009
3. Dr. Drs. Sarno, M.Si
NIP. 196507151992031004
4. Dr. Riris Aryawati, S.T., M.Si
NIP. 197601052001122001



Mengetahui,
Direktur Pascasarjana

Wakil Direktur Bidang
Akademik dan Kemahasiswaan

Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc
NIP. 19610821987031003

Prof. Sofendi, M.A., Ph.D
NIP. 196009071987031002



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhtadi

NIM : 20012622327004

Judul : Toksisitas Senyawa Bioaktif Pada Ekstrak Daun Mangrove dari Kawasan Semi Tertutup Pulau Payung dan Terbuka Pulau Maspari di Pesisir Sumatera Selatan

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Januari 2025

Muhtadi

NIM. 20012622327004

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhtadi

NIM : 20012622327004

Judul : Toksisitas Senyawa Bioaktif Pada Ekstrak Daun Mangrove dari Kawasan Semi Tertutup Pulau Payung dan Terbuka Pulau Maspari di Pesisir Sumatera Selatan

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2025



Muhtadi

NIM. 2001262232700

RINGKASAN

TOKSISITAS SENYAWA BIOAKTIF PADA EKSTRAK DAUN MANGROVE DARI KAWASAN SEMI TERTUTUP PULAU PAYUNG DAN TERBUKA PULAU MASPARI DI PESISIR SUMATERA SELATAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis, 13 Desember 2024

Muhtadi : Dibimbing oleh T. Zia Ulqodry, S.T., M.Si., Ph.D dan Prof. Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc

Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya

XX + 129 halaman, 33 tabel, 38 gambar, 12 lampiran

RINGKASAN

Mangrove tumbuh di pesisir pulau besar hingga pulau kecil dengan ekologi yang unik dan berbeda serta dikenal sebagai sumber senyawa bioaktif potensial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai toksisitas dan potensi senyawa bioaktif ekstrak daun mangrove yang tumbuh dari kawasan semi tertutup Pulau Payung dan Terbuka Pulau Maspari di pesisir Sumatera Selatan. Pengujian toksisitas menggunakan larva udang *A. salina* dan larva nyamuk *A. aegypti* dan identifikasi senyawa bioaktif yang bersifat toksik pada ekstrak dilakukan melalui uji fitokimia, total fenol, dan analisis GC-MS. Hasil uji toksisitas terhadap larva udang *A. salina* menunjukkan ekstrak daun mangrove dari Pulau Payung lebih toksik dibandingkan dari Pulau Maspari. Ekstrak daun *E. agallocha* memiliki sifat toksisitas sangat kuat dengan nilai LC₅₀ sebesar 54 µg/mL dari Pulau Payung dan 59 µg/mL dari Pulau Maspari. Hasil uji toksisitas terhadap larva nyamuk *A. aegypti* menunjukkan semua ekstrak daun mangrove bersifat tidak toksik. Ekstrak daun *B. sexangula* dari Pulau Payung mengandung senyawa alkaloid, saponin, terpenoid dan asam lemak. Ekstrak daun *E. agallocha* dari Pulau Payung dan Maspari mengandung senyawa alkaloid, tanin, saponin, terpenoid, alkohol, glukosa dan asam lemak. Ekstrak daun *R. apiculata* dari Pulau Payung mengandung senyawa alkaloid, saponin, terpenoid, steroid, alkohol, glukosa dan asam lemak. Sedangkan ekstrak daun *R. stylosa* dari Pulau Maspari mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid dan asam lemak. Kelompok senyawa bioaktif yang ditemukan pada ekstrak daun mangrove paling toksik yaitu dari spesies *B. sexangula*, *E. agallocha*, *R. apiculata*, dan *R. stylosa* memiliki beberapa potensi biologis diantaranya sebagai antioksidan, antibakteri, antivirus, antijamur, antiinflamasi, antidiare, antidiabetes, antikanker, antituberkulosis, antiasma, antiarthritis, antitumor dan larvasida.

Kata kunci: Mangrove, Pulau Payung, Pulau Maspari, Senyawa bioaktif, Toksisitas

SUMMARY

TOXICITY OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN MANGROVE LEAF EXTRACTS FROM THE SEMI-CLOSED AREA OF PAYUNG ISLAND AND THE OPEN AREA OF MASPARI ISLAND ON THE COAST OF SOUTH SUMATRA

Scientific Writing in the Form of a Thesis, 13 Desember 2024

Purwanto : Supervised by T. Zia Ulqodry, S.T.,M.Si., Ph.D and Prof. Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc

Environmental Management Study Program, Postgraduate Program of Sriwijaya University

XX + 129 pages, 33 tables, 38 pictures, 12 attachments

SUMMARY

Mangroves grow on the coasts of large islands to small islands with unique and different ecology and are known as a source of potential bioactive compounds. This study aims to determine the comparison of toxicity values and potential bioactive compounds of mangrove leaf extracts growing from the semi-closed areas of Payung Island and the Open Maspari Island on the coast of South Sumatra. Toxicity testing using *A. salina* shrimp larvae and *A. aegypti* mosquito larvae and identification of toxic bioactive compounds in the extracts were carried out through phytochemical tests, total phenols, and GC-MS analysis. The results of toxicity tests on *A. salina* shrimp larvae showed that mangrove leaf extracts from Payung Island were more toxic than those from Maspari Island. *E. agallocha* leaf extract has very strong toxicity properties with LC₅₀ values of 54 µg/mL from Payung Island and 59 µg/mL from Maspari Island. The results of toxicity tests on *A. aegypti* mosquito larvae showed that all mangrove leaf extracts were non-toxic. Leaf extract of *B. sexangula* from Payung Island contains alkaloids, saponins, terpenoids and fatty acids. Leaf extract of *E. agallocha* from Payung Island and Maspari contains alkaloids, tannins, saponins, terpenoids, alcohol, glucose and fatty acids. Leaf extract of *R. apiculata* from Payung Island contains alkaloids, saponins, terpenoids, steroids, alcohol, glucose and fatty acids. Meanwhile, leaf extract of *R. stylosa* from Maspari Island contains alkaloids, flavonoids, saponins, terpenoids and fatty acids. The group of bioactive compounds found in the most toxic mangrove leaf extracts, namely from the species *B. sexangula*, *E. agallocha*, *R. apiculata*, and *R. stylosa*, have several biological potentials including as antioxidants, antibacterials, antivirals, antifungals, anti-inflammatory, antidiarrheals, antidiabetics, anticancer, antituberculosis, antiasthma, antiarthritis, antitumor and larvicide.

Keywords: *Bioactive compounds, Mangrove, Maspari Island, Payung Island, Toxicity*

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Muhtadi, lahir di Waytimah Dalam (Sekarang menjadi Desa Sidodadi) Kecamatan Banding Agung, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan pada Tanggal 07 Juli 1999. Penulis merupakan anak ke-3 dari pasangan Bapak Muhsinun dan Ibu Musriatun. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri Waytimah Dalam pada tahun 2006-2012, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Banding Agung pada tahun 2012-2015, Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Banding Agung pada tahun 2015-2018, Pendidikan tinggi jenjang Strata 1 (S1) di Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya dan mendapatkan gelar **Muhtadi, S.Kel** (Sarjana Kelautan) pada tahun 2018-2022. Tahun 2023 penulis kembali melanjutkan pendidikan tinggi jenjang Strata 2 (S2) di Program Studi Pengelolaan Lingkungan dengan BKU Biologi Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya dan dinyatakan lulus ujian Tesis pada Hari Jum'at Tanggal 13 Desember 2024 serta mendapatkan gelar **Muhtadi, M.Si** (Magister Sains) pada tahun 2023-2024.

Selama menempuh Pendidikan S1 dan S2, penulis telah berhasil menulis 1 artikel ilmiah pada jurnal Nasional Sinta 4, 2 artikel ilmiah pada jurnal Internasional (Q2) dan 1 Artikel Ilmiah pada jurnal Internasional (Q3). Penulis juga aktif dalam kegiatan Proyek Lingkungan seperti: (1) Penilaian Ekosistem Mangrove, Studi Valuasi Jasa Ekosistem, dan Studi Sosial Ekonomi Budaya Masyarakat di Wilayah Pesisir Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan pada tahun 2022 bersama Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN). (2) Inkubator Peneliti Muda Lanskap Sumatera Selatan dalam proyek *Landscape for Climate-Resilient Live Lihoods* (Land4Live) pada tahun 2022 bersama *World Agroforestry* (ICRAF). (3) Konsultan Finalisasi Dokumen RA KKMD Sumsel (Dokumen Rencana Aksi Kelompok Kerja Mangrove Daerah) pada tahun 2024 bersama Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN). (5) *Action Research to Enhance Mangrove Restoration and Community-based Business Model in South Sumatra* pada tahun 2022 - sekarang bersama *Center for International Forestry Research* (CIFOR).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur senantiasa penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas semua limpahan rahmat, karunia dan taufik-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis berjudul **“Toksisitas Senyawa Bioaktif Pada Ekstrak Daun Mangrove dari Kawasan Semi Tertutup Pulau Payung Dan Terbuka Pulau Maspari di Pesisir Sumatera Selatan”**.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan Tesis ini hingga selesai, terkhusus kepada bapak T. Zia Ulqodry, S.T., M.Si., Ph.D dan Bapak Prof. Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan dan arahan selama proses penelitian dan penulisan Tesis hingga selesai. Penulis juga menyampaikan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

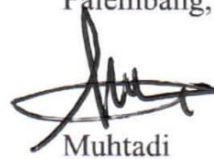
1. Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc selaku Direktur Program Pascasarjana di Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Novia, S.T.,M.T., Ph.D selaku ketua Program Studi Pengelolaan Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Drs. Sarno, M.Si dan Dr. Riris Aryawati, S.T., M.Si selaku dosen pembahas yang telah banyak memberikan koreksian, saran, masukan serta bimbingan selama proses penelitian.
5. Seluruh staff dosen tenaga pengajar di lingkungan Program Studi Pengelolaan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
6. Seluruh staff administrasi Program Studi Pengelolaan Lingkungan yang telah banyak membantu selama perkuliahan dan penelitian.

Semoga hasil tesis ini dapat memberikan informasi ilmu pengetahuan bagi para pembaca khususnya mahasiswa-mahasiswi di lingkungan Progran Studi Pengelolaan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya sehingga dapat melakukan penellitian lebih lanjut pada bidang yang sama yaitu eksplorasi potensi senyawa bioaktif pada tumbuhan mangrove, sehingga potensi-potensi yang

ada di pesisir laut Sumatera Selatan dapat tereksplorasi dengan tetap mempertahankan kelestariannya.

Penulis juga menyadari hasil penelitian Tesis ini belum sepenuhnya baik, masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik, masukan dan saran yang membangun agar menjadikannya lebih baik lagi.

Palembang, Januari 2025



Muhtadi

NIM. 20012622327004

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	IV
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	V
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	VI
RINGKASAN	VII
SUMMARY	VIII
RIWAYAT HIDUP.....	IX
KATA PENGANTAR	X
DAFTAR ISI.....	XII
DAFTAR TABEL.....	XVI
DAFTAR GAMBAR	XVIII
DAFTAR LAMPIRAN.....	XX
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat	6
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ekologi Pulau Semi Tertutup dan Terbuka di Pesisir Sumatera Selatan ...	7
2.1.1 Pulau Payung di Pesisir Kabupaten Banyuasin	7
2.1.2 Pulau Maspari di Pesisir Kabupaten Ogan Komering Ilir	8
2.2 Ekosistem Mangrove	8
2.3 Karakteristik Mangrove	10
2.3.1 Mangrove <i>Bruguiera sexangula</i>	10
2.3.1.1 Habitat dan Bentuk Morfologi.....	10
2.3.1.2 Potensi Senyawa Bioaktif	11
2.3.2 Mangrove <i>Excoecaria agallocha</i>	11
2.3.2.1 Habitat dan Bentuk Morfologi.....	11
2.3.2.2 Potensi Senyawa Bioaktif	13

2.3.3 Mangrove <i>Rhizophora apiculata</i>	14
2.3.3.1 Habitat dan Bentuk Morfologi	14
2.3.3.2 Potensi Senyawa Bioaktif	15
2.3.4 Mangrove <i>Avicennia alba</i>	16
2.3.4.1 Habitat dan Bentuk Morfologi	16
2.3.4.2 Potensi Senyawa Bioaktif	17
2.3.5 Mangrove <i>Rhizophora stylosa</i>	18
2.3.5.1 Habitat dan Bentuk Morfologi	18
2.3.5.2 Potensi Senyawa Bioaktif	19
2.4 Pengujian Bioassay Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun Mangrove	20
2.4.1 Toksisitas dan Mekanisme Efek Toksik	20
2.4.2 <i>Brine Shrimp Lethality Test</i> (BSLT)	20
2.4.3 Toksisitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	21
2.5 Skrining Senyawa Bioaktif Ekstrak Mangrove	22
2.5.1 Senyawa Fitokimia	22
2.5.1.1 Alkaloid	22
2.5.1.2 Flavonoid	22
2.5.1.3 Steroid	23
2.5.1.4 Tanin	23
2.5.1.5 Saponin	24
2.5.1.6 Terpenoid	24
2.5.2 Senyawa Fenol	25
2.5.3 Analisis GC-MS	25
2.6 Pelarut Etanol	26
2.7 Penelitian Toksisitas Ekstrak Daun Mangrove 5 Tahun Terakhir	26
III METODE PENELITIAN	29
3.1 Waktu dan Tempat	29
3.2 Alat dan Bahan	29
3.2.1 Alat dan Bahan di Lapangan	29
3.2.2 Alat dan Bahan di Laboratorium	30
3.3 Metode Penelitian	31

3.3.1 Pengukuran Karakteristik Lingkungan Habitat Mangrove.....	32
3.3.2 Pengukuran Kerapatan Vegetasi Mangrove	32
3.3.3 Pengambilan Sampel Daun Mangrove	34
3.3.4 Preparasi Sampel Daun Mangrove	34
3.3.5 Ekstraksi Sampel Daun Mangrove	34
3.3.6 Uji Toksisitas Larva Udang <i>A. salina</i>	35
3.3.7 Uji Toksisitas Larva Nyamuk <i>A. aegypti</i>	35
3.2.8 Karakterisasi Senyawa Bioaktif.....	39
3.2.8.1 Uji Fitokimia	39
3.2.8.2 Uji Total Fenol	40
3.2.8.3 Analisis GC-MS	40
3.2.9 Analisis Data	40
3.2.9.1 Analisis Struktur Komposisi Vegetasi Mangrove	40
3.2.9.2 Persentase Penyusutan dan Berat Sampel	41
3.2.9.3 Persentase Mortalitas.....	41
3.2.9.4 Nilai LC ₅₀ 24 Jam.....	42
3.2.9.5 Analisis Total Fenol	43
3.2.9.6 Uji Anova dan BNT.....	43
3.2.9.7 Analisis PCA	44
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Karakteristik Vegetasi dan Lingkungan Mangrove di Pulau Payung dan Pulau Maspari	45
4.2 Nilai Uji Mortalitas Ekstrak Daun Mangrove Terhadap Larva <i>A. salina</i>	50
4.3. Perbandingan Persentase Nilai Mortalitas Setiap Ekstrak Daun Mangrove	52
4.4 Nilai LC ₅₀ 24 Jam Ekstrak Daun Mangrove Terhadap Larva <i>A. salina</i>	55
4.5 Nilai Uji Mortalitas Ekstrak Daun Mangrove Terhadap Larva <i>A. aegypti</i>	60
4.6 Nilai LC ₅₀ 24 Jam Ekstrak Daun <i>E. agallocha</i> Terhadap Larva <i>A. aegypti</i>	62
4.7 Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun Mangrove	62

4.7.1 Senyawa Fitokimia	63
4.7.2 Kandungan Total Fenol	65
4.7.3 Analisis GC-MS	66
4.7.3.1 Ekstrak Daun Mangrove <i>B. sexangula</i> dari Pulau Payung.	66
4.7.3.2 Ekstrak Daun Mangrove <i>E. agallocha</i> dari Pulau Payung.	67
4.7.3.3 Ekstrak Daun Mangrove <i>E. agallocha</i> dari Pulau Maspari	69
4.7.3.4 Ekstrak Daun Mangrove <i>R. apiculata</i> dari Pulau Payung..	71
4.7.3.5 Ekstrak Daun Mangrove <i>R. stylosa</i> dari Pulau Maspari.....	74
V KESIMPULAN	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Penelitian toksisitas ekstrak daun mangrove 5 tahun terakhir	26
Tabel 2. Alat dan bahan yang digunakan di lapangan	30
Tabel 3. Alat dan bahan yang digunakan di laboratorium.	30
Tabel 4. Pengenceran bertingkat konsentrasi uji larva <i>A. salina</i>	35
Tabel 5. Pengenceran bertingkat konsentrasi uji larva nyamuk <i>A. aegypti</i>	36
Tabel 6. Kategori nilai % mortalitas pada larva.....	42
Tabel 7. Kategori toksik konsentrasi LC ₅₀	43
Tabel 8. Nilai kerapatan mangrove pada tingkat pohon di Pulau Payung	46
Tabel 9. Nilai parameter lingkungan waktu sampling vegetasi mangrove di Pulau Payung.....	47
Tabel 10. Nilai parameter lingkungan saat sampling daun mangrove di Pulau Payung.....	47
Tabel 11. Nilai kerapatan mangrove pada tingkat pohon di Pulau Maspari	48
Tabel 12. Nilai parameter lingkungan saat sampling vegetasi dan daun mangrove di Pulau Maspari	49
Tabel 13. Nilai uji mortalitas ekstrak daun mangrove <i>B. sexangula</i> terhadap larva <i>A. salina</i>	50
Tabel 14. Nilai uji mortalitas ekstrak daun mangrove <i>E. agallocha</i> terhadap larva <i>A. salina</i>	51
Tabel 15. Nilai uji mortalitas ekstrak daun mangrove <i>R. apiculata</i> terhadap larva <i>A. salina</i>	52
Tabel 16. Nilai uji mortalitas ekstrak daun mangrove <i>A. alba</i> dan <i>R. stylosa</i> terhadap larva <i>A. salina</i>	52
Tabel 17. Uji BNT perbandingan persentase mortalitas setiap ekstrak daun mangrove berdasarkan perbedaan spesies mangrove	53
Tabel 18. Uji BNT perbandingan persentase mortalitas setiap ekstrak daun mangrove berdasarkan perbedaan konsentrasi uji	54
Tabel 19. Nilai LC ₅₀ 24 jam ekstrak daun mangrove terhadap larva <i>A. salina</i>	56
Tabel 20. Berat kering sampel daun mangrove.....	59
Tabel 21. Berat ekstrak daun mangrove.....	60

Tabel 22. Nilai uji mortalitas ekstrak daun <i>B. sexangula</i> terhadap larva <i>A. aegypti</i>	61
Tabel 23. Nilai uji mortalitas ekstrak daun <i>E. agallocha</i> terhadap larva <i>A. aegypti</i>	61
Tabel 24. Nilai uji mortalitas ekstrak daun <i>R. apiculata</i> terhadap larva <i>A. aegypti</i>	61
Tabel 25. Nilai uji mortalitas ekstrak daun <i>A. alba</i> dan <i>R. stylosa</i> terhadap larva <i>A. aegypti</i>	61
Tabel 26. Nilai LC ₅₀ 24 jam ekstrak daun <i>E. agallocha</i> terhadap larva <i>A. aegypti</i>	62
Tabel 27. Senyawa fitokimia ekstrak daun mangrove paling toksik	63
Tabel 28. Kandungan total fenol setiap ekstrak daun mangrove	65
Tabel 29. Senyawa bioaktif ekstrak daun <i>B. sexangula</i> dari Pulau Payung	66
Tabel 30. Senyawa bioaktif ekstrak daun <i>E. agallocha</i> dari Pulau Payung.....	68
Tabel 31. Senyawa bioaktif ekstrak daun <i>E. agallocha</i> dari Pulau Maspari.....	70
Tabel 32. Senyawa bioaktif ekstrak daun mangrove <i>R. apiculata</i>	72
Tabel 33. Komposisi Senyawa ekstrak daun <i>R. stylosa</i> dari Pulau Maspari.....	75

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Kerangka pikir penelitian	5
Gambar 2. Bentuk morfologi mangrove <i>B. sexangula</i> : (A) batang, (B) akar, (C) bunga, (D) daun dan buah	11
Gambar 3. Bentuk morfologi mangrove <i>E. agallocha</i> : (A) batang, (B) akar, (C) bunga, (D) daun dan buah	13
Gambar 4 : Bentuk morfologi mangrove <i>R. apiculata</i> : (A) batang dan akar, (B) daun, (C) bunga, (D) buah.....	15
Gambar 5. Bentuk morfologi mangrove <i>A. alba</i> : (A) batang, (B) akar, (C) bunga, (D) daun dan buah	17
Gambar 6. Bentuk morfologi mangrove <i>R. stylosa</i> : (A) batang, (B) akar, (C) bunga, (D) daun dan buah	19
Gambar 7. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Mangrove.....	29
Gambar 8. Skema Penelitian	31
Gambar 9. Peta titik stasiun pengambilan vegetasi mangrove Pulau Payung Sumber: Hermialingga <i>et al.</i> (2020b)	33
Gambar 10. Peta titik stasiun pengambilan vegetasi mangrove Pulau Maspari	34
Gambar 11. Sketsa pengujian toksisitas <i>A. salina</i>	37
Gambar 12. Sketsa pengujian toksisitas <i>A. aegypti</i>	38
Gambar 13. Kawasan mangrove semi tertutup Pulau Payung, Banyuasin	45
Gambar 14. Kawasan mangrove terbuka Pulau Maspari, Ogan Komering Ilir	47
Gambar 15. Keterkaitan kerapatan mangrove terhadap parameter lingkungan, (A): Pulau Payung, (B): Pulau Maspari	50
Gambar 16. Daun mangrove dari Pulau Payung; (A): <i>B. sexangula</i> , (B): <i>R. apiculata</i> , (C): <i>E. agallocha</i> , (D): <i>A. alba</i>	58
Gambar 17. Daun mangrove dari Pulau Maspari (A): <i>B. sexangula</i> , (B): <i>R. apiculata</i> , (C): <i>E. agallocha</i> , (D): <i>R. stylosa</i>	59
Gambar 18. Kromatogram GC-MS ekstrak daun <i>B. sexangula</i> dari Pulau Payung	66
Gambar 19. Kromatogram GC-MS ekstrak daun <i>E. agallocha</i> dari Pulau Payung	66

.....	67
Gambar 20. Kromatogram GC-MS ekstrak daun <i>E. agallocha</i> dari Pulau Maspari	.....69
.....	69
Gambar 21. Kromatogram GC-MS ekstrak daun <i>R. apiculata</i> dari Pulau Payung	71
Gambar 22. Kromatogram GC-MS ekstrak daun <i>R. stylosa</i> dari Pulau Maspari	..74
Gambar 23. Pengambilan sampel daun mangrove di pulau payung banyuasin	.....95
Gambar 24. Pengukuran data parameter lingkungan habitat pertumbuhan mangrove di pulau payung, banyuasin	.....95
Gambar 25. Preparasi sampel (pencucian dan pengguntingan sampel daun mangrove)	.....95
Gambar 26. Penjemuran sampel daun menggunakan metode sinar matahari tidak langsung yang ditutup dengan menggunakan kain hitam	.....95
Gambar 27. Penghalusan sampel daun mangrove menjadi bubuk yang siap dimaserasi <i>B. sexangula</i> , <i>E. agallocha</i> , <i>R. apiculata</i> , dan <i>A. alba</i>	.....96
Gambar 28. Hasil ekstrak pekat sampel daun mangrove <i>B. sexangula</i> , <i>E. agallocha</i> , <i>R. apiculata</i> , dan <i>A. alba</i>	.....96
Gambar 29. Pengambilan sampel daun mangrove di Pulau Maspari OKI	.....97
Gambar 30. Pengukuran data parameter lingkungan habitat pertumbuhan mangrove di Pulau Maspari OKI	.....97
Gambar 31. Preparasi sampel (pencucian dan pengguntingan sampel daun mangrove)	.....97
Gambar 32. Penjemuran menggunakan metode STML (Sinar Matahari Tidak Langsung) yang ditutup dengan menggunakan kain hitam	.....97
Gambar 33. Penghalusan sampel daun mangrove menjadi bubuk yang siap di maserasi <i>B. sexangula</i> , <i>E. agallocha</i> , <i>R. apiculata</i> , dan <i>R. stylosa</i>	.....98
Gambar 34. Hasil ekstrak pekat sampel daun mangrove <i>B. sexangula</i> , <i>E. agallocha</i> , <i>R. apiculata</i> , dan <i>R. stylosa</i>	.....98
Gambar 35. Pengujian toksisitas larvasida terhadap larva udang <i>A. salina</i>	.....99
Gambar 36. Pengujian toksisitas larvasida larva nyamuk <i>A. aegypti</i>	.....99
Gambar 37. Pengujian fitokimia	.....110
Gambar 38. Pengujian total fenol	.....113

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1. Pengambilan dan ekstraksi sampel daun mangrove dari Pulau Payung	95
Lampiran 2. Pengambilan dan ekstraksi sampel daun mangrove dari Pulau Maspari	97
Lampiran 3. Pengujian toksisitas	99
Lampiran 4. Perhitungan pembuatan larutan uji toksisitas	100
Lampiran 5. Perhitungan penyusutan berat sampel dan berat ekstrak.....	102
Lampiran 6. Perhitungan nilai mortalitas dan nilai LC ₅₀	108
Lampiran 7. Uji fitokimia	110
Lampiran 8. Uji total fenol.....	113
Lampiran 9. Analisis GC-MS	114
Lampiran 10. Analisis ANOVA dan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) berdasarkan spesies mangrove	117
Lampiran 11. Analisis ANOVA dan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) berdasarkan konsentrasi uji	123
Lampiran 12. Analisis PCA	129

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem mangrove umumnya tumbuh di wilayah pesisir pulau-pulau besar di dunia, terutama pada kawasan yang terlindung seperti teluk, laguna, delta, dan estuari. Mangrove memberikan jasa ekosistem penting, secara fisik sebagai pelindung pantai, pemukiman, dari gelombang besar, angin, badai, pasang surut dan mitigasi perubahan iklim (Noor *et al.* 2012; K *et al.* 2024). Secara ekologis sebagai habitat bagi biota laut (Marlianingrum *et al.* 2021). Secara sosial-ekonomi sebagai sumber mata pencaharian, penghasil produk hutan, bahan bangunan, wisata alam, dan riset (Rahim dan Baderan, 2017). Mangrove menjadi sumber senyawa bioaktif potensial dalam bidang kesehatan dan farmakologi sebagai bahan antioksidan, antimikroba, antikanker, dan larvasida (Parthiban *et al.* 2022).

Mangrove tumbuh dengan baik di pulau-pulau dengan perairan semi-tertutup dan terbuka, kondisi ini berpengaruh terhadap kandungan senyawa bioaktifnya. Komposisi senyawa bioaktif tumbuhan dipengaruhi oleh faktor pembatas lingkungan dan kondisi geografis (Gololo *et al.* 2018). Daerah semi-tertutup seperti muara memiliki pertukaran air yang terbatas dan menyebabkan konsentrasi bahan organik serta polutan antropogenik yang lebih tinggi. Sebaliknya daerah terbuka mengalami pencucian pasang surut lebih besar dan dampak antropogenik yang lebih sedikit. Kasus ini terjadi di dua pulau yang berada di Pesisir Timur Sumatera Selatan yaitu daerah semi tertutup Pulau Payung di Banyuasin (Putri *et al.* 2021) dan terbuka Pulau Maspari di Ogan Komering Ilir (Apri dan Iskandar, 2020).

Pulau Payung terletak di Muara Sungai Musi dengan kondisi substrat berlumpur dan perairan payau (Ulqodry *et al.* 2019; Sarno *et al.* 2020). Muara Sungai Musi tercemar limbah akibat aktivitas antropogenik seperti kegiatan industri, perkebunan dan transportasi kapal di sepanjang aliran sungai Musi (Rozirwan *et al.* 2021). Pulau Maspari terletak di bagian Selat Bangka dengan kondisi pantai berpasir, salinitas yang tinggi, gelombang yang besar dan pasang surut ekstrim. Spesies mangrove yang dapat di temukan di kedua pulau yaitu diantaranya *Bruguiera sexangula*, *Excoecaria agallocha* dan *Rhizophora apiculata* sedangkan yang dominan yaitu *Avicennia alba* di Pulau Payung (Hermialingga *et al.* 2020a), dan *Rhizophora stylosa* di Pulau Maspari.

Mangrove mampu beradaptasi dengan hebat terhadap perubahan lingkungan habitat yang dinamis (Ellison, 2021). Proses adaptasi ini memaksa mangrove untuk melakukan proses kemo-fisiologis menghasilkan senyawa bioaktif yang bersifat toksik (Lakshmanrao *et al.* 2018; Mitra *et al.* 2021) Skrining awal toksisitas senyawa bioaktif yang bersifat toksik pada ekstrak daun mangrove dapat dilakukan dengan menggunakan metode *in vitro*. Salah satu metode *in vitro* yang mudah untuk dilakukan, memiliki hasil yang akurat dan berbanding lurus dengan metode uji lanjut secara *in-vivo* yaitu *Brine Shrimp Lethality Test* menggunakan larva udang *A. salina* (Osamudiamen *et al.* 2020; Rozirwan *et al.* 2022), dan pengujian uji toksisitas larvasida terhadap larva nyamuk *A. aegypti* (Delita *et al.* 2023).

Studi sebelumnya mengungkapkan ekstrak daun mangrove genus *Bruguiera* seperti *B. gymnorrhiza* toksik terhadap larva *A. salina* dengan nilai LC_{50} 241.4 $\mu\text{g/ml}$ (Karim *et al.* 2020), daun *B. cylindrica* menunjukkan nilai LC_{50} 16,628 $\mu\text{g/mL}$ terhadap organisme yang sama (Islam *et al.* 2017). Daun mangrove *A. alba* toksik terhadap larva *A. salina* dengan LC_{50} 143,36 $\mu\text{g/mL}$ (Erwin *et al.* 2020); larva nyamuk *A. aegypti* dengan LC_{50} 1053 mg/L (Hidayat *et al.* 2022). Ekstrak daun mangrove *E. agallocha* toksik terhadap larva *A. salina* dengan LC_{50} 44,66 $\mu\text{g/mL}$ (Aunjum *et al.* 2021); larva nyamuk *A. aegypti* dan *C. Quinquefasciatus* dengan LC_{50} 15.87 dan 10.45 mg/L (Pradeepaa *et al.* 2015). Ekstrak daun mangrove *R. apiculata* bersifat toksik kuat terhadap larva udang *A. salina* dengan LC_{50} 81 mg/mL (Laith, 2021); larva nyamuk *A. aegypti* dengan LC_{50} 0.085 mg/L (Shinde *et al.* 2018). Ekstrak daun mangrove *R. stylosa* toksik sedang pada larva nyamuk *A. aegypti* dengan LC_{50} 858,89 $\mu\text{g/mL}$ (Syahputra *et al.* 2021).

Efek toksik tersebut dipengaruhi oleh senyawa bioaktif. Daun *B. sexangula* mengandung senyawa fenolik, protein, steroid, alkaloid, tanin, antosianin, karbohidrat, asam lemak, hidrokarbon, dan lipid (Mitra *et al.* 2021). Daun *E. agallocha* mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, terpenoid dan asam lemak (Mitra *et al.* 2021). Daun *R. apiculata* mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, tanin, saponin, steroid, dan yang bersifat toksik (Laith, 2021; Saroyo dan Saputri, 2021). Daun *A. alba* mengandung senyawa tanin, phenol, terpenoid dan alkaloid (Eswaraiah *et al.* 2020). Daun *R. Stylosa*

mengandung senyawa flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid dan tanin (Syahputra *et al.* 2021; Willian *et al.* 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Mangrove memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap perubahan lingkungan yang dinamis. Proses adaptasi menjadikan mangrove mampu memproduksi senyawa bioaktif yang potensial sebagai agen farmakologis seperti antioksidan, antimikroba, antikanker dan larvasida. Komposisi senyawa bioaktif setiap spesies mangrove dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan letak geografis. Pulau Payung yang memiliki perairan semi-tertutup terletak di Muara Sungai Musi dengan substrat berlumpur dan perairan payau dan mengalami tekanan polutan limbah akibat aktivitas manusia di sepanjang aliran sungai. Sementara itu Pulau Maspari terletak di bagian Selat Bangka dengan perairan terbuka, pantai berpasir, salinitas tinggi, gelombang besar, dan pasang surut yang ekstrim

Spesies mangrove yang ada di kedua pulau yaitu *B. sexangula*, *E. agallocha*, *R. apiculata*, serta spesies dominan yaitu *A. alba* di Pulau Payung dan *R. stylosa* di Pulau Maspari dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang bersifat toksik dan berbeda. Skrining awal aktivitas biologis ekstrak daun mangrove dapat dilakukan dengan menguji toksisitasnya secara in-vitro. Ekstrak daun mangrove dapat dikatakan toksik apabila mampu menimbulkan kerusakan hingga kematian pada organisme uji. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu menggunakan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dan uji toksisitas menggunakan larva nyamuk *A. aegypti*. Metode ini dianggap mudah untuk dilakukan, cepat, akurat, dan memiliki korelasi yang positif terhadap uji lanjut secara in vivo.

Identifikasi komponen senyawa bioaktif dalam ekstrak paling toksik daun mangrove dapat dilakukan menggunakan uji fitokimia kualitatif, analisis total fenol dan analisis kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS) untuk mengetahui komponen senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat toksisitas dan potensi senyawa bioaktif pada ekstrak daun mangrove yang tumbuh dari dua pulau kecil dengan habitat unik dan berbeda, yaitu Pulau Payung di Pesisir Kabupaten Banyuasin dan Pulau Maspari di Pesisir Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan.

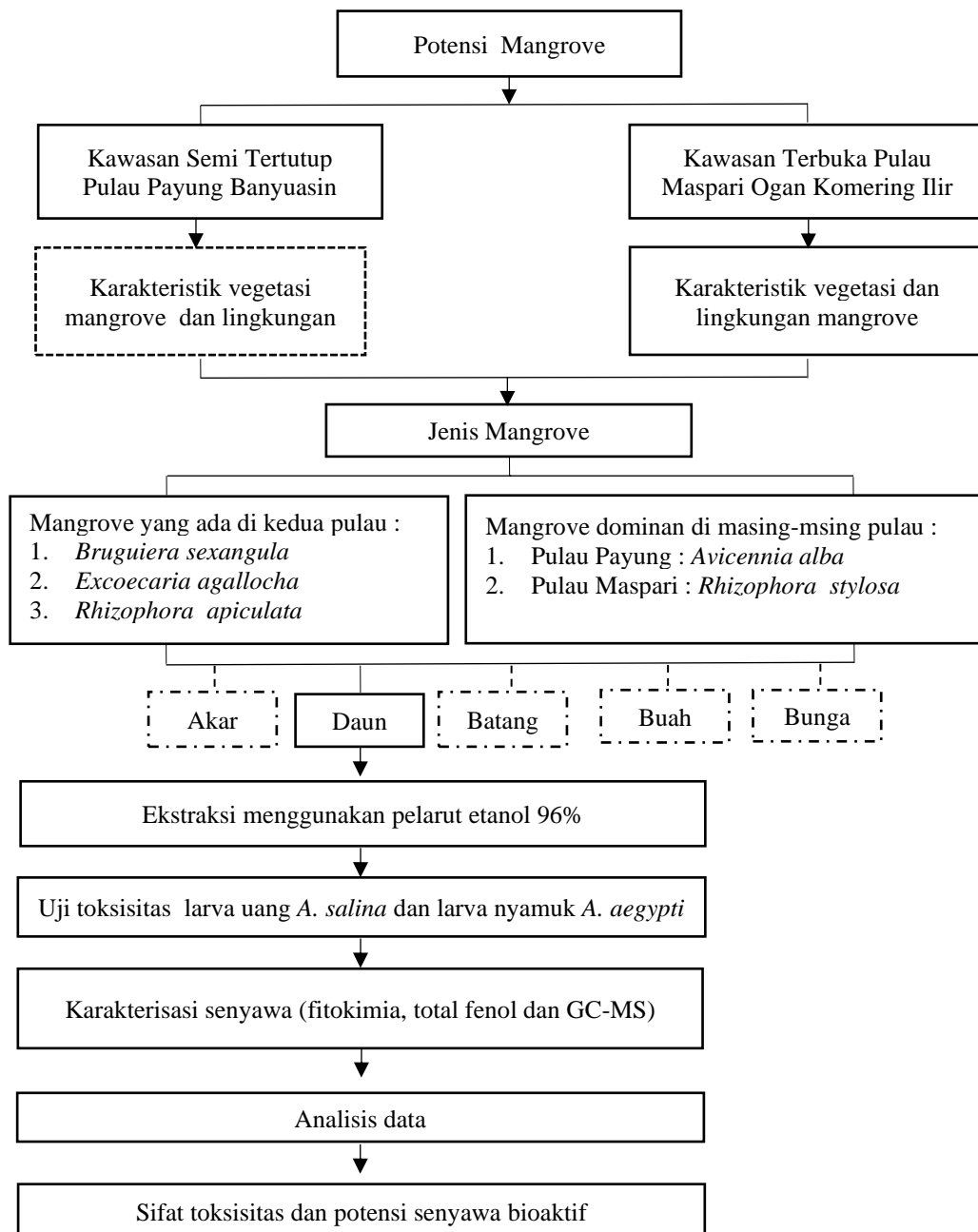
Pengujian toksisitas pada penelitian ini hanya mengambil bagian daun saja tidak pada organ mangrove lainnya. Pengambilan daun tidak merusak vegetasi mangrove karena daun terus berganti dalam siklus hidup tanaman dan proses regenerasinya terjadi secara cepat, sehingga tidak mengganggu kelangsungan hidup mangrove dalam jangka panjang. Daun diambil berwarna hijau tua yang memiliki kandungan bioaktif lebih tinggi. Daun yang sudah tua memiliki ciri warna hijau dan kemerahan, serta tekstur yang keras atau kaku (Andryani *et al.* 2024).

Daun mangrove memiliki kandungan senyawa bioaktif yang signifikan termasuk alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin seperti organ lainnya. Beberapa penelitian menunjukkan daun memiliki konsentrasi senyawa bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan organ lain. Konsentrasi senyawa Alkaloid (*A. africana*), flavonoid (*R. racemos*) lebih tinggi pada daun dibandingkan kulit kayu dan akar (Edu *et al.* 2015). Senyawa Flavonoids, Alkaloids, Terpenoids, Steroids, dan Tannin pada daun *R. stylosa* lebih tinggi dibandingkan pada kulit, batang dan ranting (Kalasuba *et al.* 2023). Berdasarkan beberapa sumber informasi di atas daun mangrove menghasilkan senyawa bioaktif yang potensial dan pengambilan daun tidak merusak kelestarian ekosistem mangrove.

Berdasarkan gagasan pemikiran di atas maka masalah yang dikaji dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik vegetasi dan lingkungan mangrove di Pulau Payung dan Pulau Maspari?
2. Bagaimana perbandingan nilai toksisitas senyawa bioaktif pada ekstrak daun mangrove yang diambil kawasan semi tertutup Pulau Payung dan terbuka Pulau Maspari di Pesisir Sumatera Selatan?
3. Kelompok senyawa bioaktif apa yang bersifat toksik pada ekstrak daun mangrove yang menunjukkan toksisitas paling kuat berdasarkan uji fitokimia, analisis total fenol dan analisis GC-MS?
4. Bagaimana potensi senyawa bioaktif yang terdapat pada ekstrak daun mangrove yang menunjukkan toksisitas paling kuat?

Skema kerangka pikir dari penelitian ini disajikan secara sederhana berdasarkan diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

Keterangan :

□ : Cakupan lingkup penelitian

□□□ : Diluar cakupan lingkup penelitian

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Membandingkan karakteristik vegetasi dan lingkungan mangrove di Pulau Payung dan Pulau Maspari.
2. Menguji perbandingan nilai toksisitas senyawa bioaktif pada ekstrak daun mangrove yang diambil kawasan semi tertutup Pulau Payung dan terbuka Pulau Maspari di Pesisir Sumatera Selatan.
3. Meneliti kelompok senyawa bioaktif apa yang bersifat toksik pada ekstrak daun mangrove yang menunjukkan toksisitas paling kuat berdasarkan uji fitokimia, analisis total fenol dan analisis GC-MS.
4. Menganalisis potensi senyawa bioaktif yang terdapat pada ekstrak daun mangrove yang menunjukkan toksisitas paling kuat.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian secara umum yaitu untuk menginformasikan toksisitas dan potensi senyawa bioaktif pada ekstrak daun mangrove yang berasal dari habitat berbeda di kawasan semi tertutup Pulau Payung dan terbuka Pulau Maspari di pesisir Sumatera Selatan. Selain manfaat secara umum, terdapat beberapa manfaat secara khusus yaitu;

1. Bagi Sains dan Ilmu Pengetahuan, dapat dijadikan sebagai literatur penelitian lanjutan dan perbandingan tentang toksisitas senyawa bioaktif ekstrak daun mangrove dari lokasi berbeda.
2. Bagi Medis dan Farmakologi, dapat dijadikan sebagai literature dalam pengembangan bahan obat yang berasal dari lingkungan pesisir.
3. Bagi Pemerintah, dapat menjadi literature dalam upaya pengelolaan dan pemanfaatan tumbuhan mangrove yang tepat dan lestari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah BM, Mehdi MAH, Khan AR, Pathan JM. 2020. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of ajwain (*Trachyspermum ammi*) seed extract. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 11(2), 228–231.
- Abdullah RR. 2019. Insecticidal activity of secondary metabolites of locally isolated fungal strains against some cotton insect pests. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 10(12), 647–653.
- Abed SO. 2020. Potential of flavonoid in mahkota dewa to reduce systolic and diastolic blood pressure in patient with hypertension. *Cardiovascular Cardiometabolic Journal*, 1, 26–30.
- Abubakar MN, Majinda RRT. 2016. GC-MS analysis and preliminary antimicrobial activity of *Albizia adianthifolia* (Schumach) and *Pterocarpus angolensis* (DC). *Medicines*, 3(1), 3.
- Afriyani A, Fauziyah F, Mazidah M, 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.
- Ahmad A, Adriyanto A. 2019. Efektivitas serbuk biji pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap kematian jentik (larva) *Culex sp.* *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 6(1), 104–112.
- Al-Asmari AK, Athar MT, Al-Shahrani HM, Al-Dakheel SI, Al-Ghamdi MA. 2015. Efficacy of *Lepidium sativum* against carbon tetra chloride induced hepatotoxicity and determination of its bioactive compounds by GC-MS. *Toxicology Reports*, 2, 1319–1326.
- Al Bratty M, Makeen HA, Alhazmi HA, Syame SM, Abdalla AN, Homeida HE, Sultana S, Ahsan W, Khalid, A. 2020. Phytochemical, cytotoxic, and antimicrobial evaluation of the fruits of miswak plant, *Salvadora persica L.* *Journal of Chemistry*, 2020(1), 4521951.
- Alara OR, Abdurahman NH, Ukaegbu CI. 2021. Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, 4, 200–214.
- Albuquerque BR, Heleno SA, Oliveira MBPP, Barros L, Ferreira ICFR. 2021. Phenolic compounds: Current industrial applications, limitations and future challenges. *Food & Function*, 12(1), 14–29.
- Allah AAD, Yousif HA, Hasaballa NO, Elkhawad EA, Abdallah RB, Ahmed HM, Abdelrahman AM, Hago S, Abdelgadir AA, Alzain AA. 2023. Identification of phytochemicals from tundub *Capparis decidua* (Forssk) edgew seed oil as potential anticancer agents using Gas Chromatography-Mass Spectroscopy analysis, molecular docking, and molecular dynamics studies. *Scientific African*, 19, e01517.
- Alwidakdo A, Azham Z, Kamarubayana L. 2014. Studi pertumbuhan mangrove pada kegiatan rehabilitasi hutan mangrove di desa Tanjung Limau Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Kehutanan*, 13(1), 11–18.
- Aminuddin M, Sunarto S, Purnomo D. 2019. Mangrove forest community structure in Ekas Buana Village, East Lombok Regency, West Nusa Tenggara. *AIP Conference Proceedings*, 2120(1).

- Andriani Y, Ramli NM, Syamsumir DF, Kassim MNI, Jaafar J, Aziz NA, Marlina L, Musa NS, Mohamad H. 2019. Phytochemical analysis, antioxidant, antibacterial and cytotoxicity properties of keys and cores part of *Pandanus tectorius* fruits. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), 3555–3564.
- Andryani S, Sihotang NL, Yustina Y, Sofiana MSJ, Warsidah W, Safitri I. 2024. Skrining fitokimia ekstrak etanol daun mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Telok Bediri Kalimantan Barat. *Oceanologia*, 3(1), 26–33.
- Angganawati RT, Sammulia SF, Utami YP, Ramadhani FN, Rasdianah N, Akuba J, Dewi SS, Muzayyidah M, Tahar N, Mahmiyah E. 2023. *Farmakologi dan Toksikologi*.
- Annapoorani A, Kalpana B, Musthafa KS, Pandian SK, Ravi AV. 2013. Antipathogenic potential of *Rhizophora* spp. against the quorum sensing mediated virulence factors production in drug resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Phytomedicine*, 20(11), 956–963.
- Anyasor GN, Funmilayo O, Odutola O, Olugbenga A, Oboutor EM. 2015. Evaluation of *Costus afer* Ker Gawl. in vitro anti-inflammatory activity and its chemical constituents identified using gas chromatography-mass spectrometry analysis. *Journal of Coastal Life Medicine*, 3(2), 132–138.
- AP P, Socio SERJA. 2018, undefined. (n.d.). Antibacterial compounds activity of mangrove leaf extract *Rhizophora mucronata* on aeromonas hydrophyla. *Cyberleninka.Ru*. Retrieved February 10, 2022.
- Apri R, Iskandar I. 2020. Distribution of zooplankton abundance and diversity in the vicinity of Maspari Island, Bangka Strait, South Sumatra, Indonesia. *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(2), 3571–3579.
- Apriyanto A, Balaka KI, Zulkarnain RA. 2022. Uji efektivitas ekstrak daun tembelekan (*Lantana camara* Linn) dalam bentuk granul pada bunga pink terhadap kematian larva *Aedes sp*. *Jurnal Analis Kesehatan Kendari*, 4(2), 29–36.
- Arta NKDAT, Indraningrat AAG, Wijaya MD. 2024. Phytochemical and toxicity analysis of *Sonneratia alba* mangrove leaf extract using the Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) Method. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 13(2), 443–448.
- Aunjum A, Biswas R, Al Munna A, Billah M, Islam E, Didarul Islam KM. 2021. In vivo toxicity evaluation of ethanolic extract from two mangrove plants. *Pharmaceutical and Biomedical Research*, 7(3), 209–216.
- Ayoola AA, Ekunseitan DA, Muhammad SB, Oguntoye MA, Adejola YA. 2020. Phytochemicals analysis and GC-MS determination of ethanolic extracts of *Azadirachta indica* and *Mangifera indica* stem bark and their biological potentials. *The Pac J Sci Technol*, 21(1), 219–222.
- Azmin SNHM, Nor MSM. 2020. Chemical fingerprint of *Centella asiatica*'s bioactive compounds in the ethanolic and aqueous extracts. *Advances in Biomarker Sciences and Technology*, 2, 35–44.
- Bakshi M, Ghosh S, Chakraborty D, Hazra S, Chaudhuri P. 2018. Assessment of potentially toxic metal (PTM) pollution in mangrove habitats using biochemical markers: A case study on *Avicennia officinalis* L. in and around Sundarban, India. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 157–172.
- Bansal SK, Singh KV, Sharma S, Sherwani MR. 2011. Comparative larvicidal potential of different plant parts of *Withania somnifera* against vector

- mosquitoes in the semi-arid region of Rajasthan. *Journal of Environmental Biology*, 32(1), 71–75.
- Baral J, Adhikari A. 2024. Bio-pesticidal, antimicrobial, and anti-inflammatory potentials of n-Hexane Fraction of *Zanthoxylum armatum* DC and its chemical profiling. *Journal of Nepal Chemical Society*, 44(1), 41–51.
- Bärlocher F, Graça MAS. 2020. Total phenolics. *Methods to study litter decomposition: A Practical Guide*, 157–161.
- Barnawi AAB, Sharawi SE, Mahyoub JA, Al-Ghamdi KM. 2019. Larvicidal studies of *Avicennia marina* extracts against the dengue fever mosquito *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera). *Int. J. Mosq. Res*, 6, 55–60.
- Barus BS, Aryawati R, Putri WAE, Nurjuliasti E, Diansyah G, Sitorus E. 2019. Hubungan N-total dan C-organik sedimen dengan makrozoobentos di perairan Pulau Payung, Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2), 147–156.
- Bei A. 2021. Mengenal mangrove. In *publication article mangrove center graha indah* (pp. 1–2).
- Belmessieri D, Gozlan C, Duclos MC, Molinier V, Aubry JM, Dumitrescu O, Lina G, Redl A, Duguet N, Lemaire M. 2017. Synthesis, surfactant properties and antimicrobial activities of methyl glycopyranoside ethers. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 128, 98–106.
- Bhatti HN, Khera RA. 2012. Biological transformations of steroidal compounds: A review. *Steroids*, 77(12), 1267–1290.
- Bisyaroh N. 2020. Uji toksisitas ekstrak biji kelor (*Moringa oleifera*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1(2), 34–44.
- Bodar NP, Kandoliya UK, Rathod PJ, Bhadja NV, Bajaniya VK, Golakiya BA. 2018. Biochemical changes and fatty acid profiling of consecutively used fried groundnut oil. *IJCS*, 6(2), 231–236.
- Boudieb K, Kaki SASA, Amellal-Chibane H. 2019. Effect of maturation degree on the fixed oil chemical composition, phenolic compounds, mineral nutrients and antioxidant properties of *Pistacia lentiscus* L. fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 836–847.
- Brodowska KM. 2017. Natural flavonoids: classification, potential role, and application of flavonoid analogues. *European Journal of Biological Research*, 7(2), 108–123.
- Bui NT, Pham TLT, Nguyen KT, Le PH, Kim KH. 2021. Effect of extraction solvent on total phenol, flavonoid content, and antioxidant activity of *Avicennia officinalis*. *Res. Appl. Chem*, 12, 2678–2690.
- Bulan DE, Nurfadilah N, Syahrir MR, Mismawati A, Torambung AK, Rachmawati M. 2022. Phytochemical composition and antioxidant activity of leaf extracts from three *Rhizophora* species from Bontang Waters, Indonesia. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(8).
- Chan EWC, Oshiro N, Kezuka M, Kimura N, Baba K, Chan HT. 2018. Pharmacological potentials and toxicity effects of *Excoecaria agallocha*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(5), 166–173.
- Cheng L, Ji T, Zhang M, Fang B. 2024. Recent advances in squalene: Biological activities, sources, extraction, and delivery systems. *Trends in Food Science & Technology*, 146, 104392.
- Chenniappan J, Sankaranarayanan A, Arjunan S. 2020. Evaluation of antimicrobial

- activity of *Cissus quadrangularis L.* stem extracts against avian Pathogens and determination of its bioactive constituents using GC-MS. *J. Sci. Res.*, 64(1), 90–96.
- Chitra J, Ali MS, Anuradha V 2019. Identification of bioactive compounds in the crude bark extract of *Rhizophora mucronata* by GCMS analysis and HPTLC fingerprinting of the C. *Universal Review*, 8(6), 31–33.
- Clarkson C, Maharaj VJ, Crouch NR, Grace OM, Pillay P, Matsabisa MG, Bhagwandin N, Smith PJ, Folb PI. 2004. In vitro antiplasmodial activity of medicinal plants native to or naturalised in South Africa. *Journal of Ethnopharmacology*, 92(2), 177–191.
- Cruz AG, Mtz-Enríquez AI, Díaz-Jiménez L, Ramos-González R, Valdés JAA, Flores MEC, Martínez JLH, Ilyina A. 2020. Production of fatty acid methyl esters and bioactive compounds from citrus wax. *Waste Management*, 102, 48–55.
- Das AK, Islam MN, Faruk MO, Ashaduzzaman M, Dungani R. 2020. Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. *South African Journal of Botany*, 135, 58–70.
- De Alencar DB, Da Silva SR, Pires-Cavalcante KMS, De Lima RL, Pereira FN, De Sousa MB, Viana FA, Nagano CS, Do Nascimento KS, Cavada BS, Sampaio AH, Saker-Sampaio S. 2014. Antioxidant potential and cytotoxic activity of two red seaweed species, *Amansia multifida* and *Meristiella echinocarpa*, from the coast of Northeastern Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 86(1), 251–263.
- De Hoyos-Martínez PL, Merle J, Labidi J, Charrier–El Bouhtoury F. 2019. Tannins extraction: A key point for their valorization and cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 206, 1138–1155.
- De Souza CO, Vannice GK, Rosa Neto JC, Calder PC. 2018. Is palmitoleic acid a plausible nonpharmacological strategy to prevent or control chronic metabolic and inflammatory disorders? *Molecular Nutrition & Food Research*, 62(1), 1700504.
- Delita K, Damiri N, Sitorus RJ, Hariani PL. 2023. Phytochemical and larvicidal activity of pineapple (*Annanas comusus L.*) peel extract against *Aedes aegypti* of dengue vector. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 14(1), 28–32.
- Djamaluddin R. 2018. *Mangrove biologi, ekologi, rehabilitasi, dan konservasi*.
- Doshi GM, Nalawade VV, Mukadam AS, Chaskar PK, Zine SP, Somani RR, Une, HD. 2015. Structural elucidation of chemical constituents from *Benincasa hispida* seeds and *Carissa congesta* roots by gas chromatography: Mass spectroscopy. *Pharmacognosy Research*, 7(3), 282.
- Edu EAB, Edwin-Wosu NL, Udensi OU. 2015. Evaluation of bioactive compounds in mangroves: panacea towards exploiting and optimizing mangrove resources. *Evaluation*, 5(23), 1–9.
- Efendi YN, Salimah S, Saputri AI. 2023. Optimasi pelarut etanol air dalam proses ekstraksi terhadap kadar senyawa steroid ekstrak daun senduduk bulu (*Clidemia hirta L.*) D. Don). *Health Sciences and Pharmacy Journal*, 7(1), 1–5.
- Ekalu A, Ayo RG, Habila J, Hamisu İ. 2019. Bioactivity of phaeophytin A, α -amyrin and lupeol from *Brachystelma togoense* Schltr. *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 6(3), 411–418.

- Ellenberg D, Mueller-Dombois D. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley New York.
- Ellison JC. 2021. Factors influencing mangrove ecosystems. *Mangroves: ecology, Biodiversity and Management*, 97–115.
- English S, Wilkinson cBV. 1997. *Survei manual for tropical marine resource*. or tropical marine resource. Ed ke-2. Australia :
- Erwin E, Nuryadi D, Usman U. 2020. Skrining fitokimia dan bioaktivitas tumbuhan bakau Api-api putih (*Avicennia alba Blume*). *Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.)*, 2(4), 311–315.
- Eswaraiyah G, Peele KA, Krupanidhi S, Kumar RB, Venkateswarulu TC. 2020. Studies on phytochemical, antioxidant, antimicrobial analysis and separation of bioactive leads of leaf extract from the selected mangroves. *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), 842–847.
- Fadel M, Elkhateeb YAM. 2023. Studies on red-pigment production by *Talaromyces atrovirens* TRP-NRC mutant II from wheat bran via solid-state fermentation. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, 22(1).
- Fadilah R, Sukainah A, Taufieq NAS, Putra RP, Adriani M. 2023. Analysis of bioactive compounds content and toxicity test on mangrove leaf extract. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1209(1), 12016.
- Fagbemi KO, Aina DA, Adeoye-Isijola MO, Naidoo KK, Cooposamy RM, Olajuyigbe OO. 2022. Bioactive compounds, antibacterial and antioxidant activities of methanol extract of *Tamarindus indica Linn*. *Scientific Reports*, 12(1), 9432.
- Fajar A, Oetama D, Afu A. 2013. Studi kesesuaian jenis untuk perencanaan rehabilitasi ekosistem mangrove di Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 3(12), 164–176.
- Farha AK, Yang QQ, Kim G, Li HB, Zh, Liu HY., Gan RY, Corke H. 2020. Tannins as an alternative to antibiotics. *Food Bioscience*, 38, 100751.
- Ferreira MJU. 2022. Alkaloids in future drug discovery. In *Molecules* (Vol. 27, Issue 4, p. 1347). MDPI.
- Fraga-Corral M, Otero P, Echave J, Garcia-Oliveira P, Carpena M, Jarboui A, Nuñez-Estevéz B, Simal-Gandara J, Prieto MA. 2021. By-products of agri-food industry as tannin-rich sources: A review of tannins' biological activities and their potential for valorization. *Foods*, 10(1), 137.
- Friess DA. 2016. Mangrove forests. *Current Biology*, 26(16), R746–R748.
- Ganesh S, Thiraviyam P, Ragul G, Kamala K, Ganapathy D, Sivaperumal P. 2024. Integrated Phytochemical Characterization and Biological Activity Assessment of *Rhizophora apiculata* Leaf Extract: Anti-inflammatory, Antioxidant, and Antibacterial Potentials. *Nanotechnology Perceptions*, 728–740.
- Gololo SS, Mapfumari NS, Mogale MA. 2018. Comparative quantitative phytochemical analysis of the leaves of *Senna italica* collected from different areas in Limpopo province, South Africa. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 67–71.
- Gopu C, Chirumamilla P, Daravath SB, Vankudoth S, 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.
- Gutiérrez-Grijalva EP, López-Martínez LX, Contreras-Angulo LA, Elizalde-

- Romero CA, Heredia JB. 2020. Plant alkaloids: Structures and bioactive properties. *Plant-Derived Bioactives: Chemistry and Mode of Action*, 85–117.
- Gyesi JN, Opoku R, Borquaye LS. 2019. Chemical composition, total phenolic content, and antioxidant activities of the essential oils of the leaves and fruit pulp of *Annona muricata* L.(Soursop) from Ghana. *Biochemistry Research International*, 2019(1), 4164576.
- Hagr TE, Ali KS, Satti AAE, Omer SA. 2018. GC-MS analysis, phytochemical, and antimicrobial activity of sudanese *Nigella sativa* (L) oil. *Eur. J. Biomed. Pharmaceut. Sci*, 5(4), 23–29.
- Hambardzumyan EN, Vorskanyan AS, Arshak A, Grigoryan APY. 2014. Synthesis based on dihalogeno-4-hydroxy-benzoic acids esters. *SOP Transactions on Organic Chemistry*, 1(2), 1–7.
- Harlan J. 2018. Analisis Regresi Linear. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Herdiana N, Hidayati S, Sartika D, Yuliandari P, Zuidar AS. 2024. Identification of bioactive compounds and antibacterial activity of limeberry (*Triphasia trifolia*) fruit ethanol extract against *Staphylococcus aureus*. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 8(1).
- Hermialingga S, Suwignyo RA, Ulqodry TZ. 2020a. Carbon storage estimation in mangrove sediment at Payung Island, South Sumatera. *Sriwijaya Journal of Environment*, 5(3), 178–184.
- Hermialingga S, Suwignyo RA, Ulqodry TZ. 2020b. Potensi simpanan karbon pada biomassa tegakan dan akar mangrove di Kawasan Lindung Pantai Pulau Payung, Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Segara*, 16(3), 187.
- Hidayat MT, Marhaeni B, Wijayanti SPM. 2022. Potential of leaf extracts *Sonneratia alba* and *Avicennia alba* as a biolarvacide of *Aedes aegypti* Mosquito. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 159–166.
- Hossain M. 2015. Handbook of selected plant species of the Sundarbans and the embankment ecosystem. *SDBC-Sundarbans Project Implemented by the GIZ and BMZ, Dhaka*, 116.
- Hussein HM, Ubaid JM, Hameed IH. 2016. Insecticidal activity of methanolic seeds extract of *Ricinus communis* on adult of *callosobruchus maculatus* (coleopteran: brauchidae) and analysis of its phytochemical composition. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(8), 1385–1397.
- Ihegboro GO, Ononamadu CJ, Owolarafe TA, Onifade O, Udeh JJ, Saliu AO, Abolaji DD, Ibrahim YM. 2024. In vitro Investigation and GC-MS analysis of the chemical constituents in the fraction of hexane leaf extract of *Tapinanthus bangwensis* (Engl. and K. Krause). *Tropical Journal of Phytochemistry and Pharmaceutical Sciences*, 3(1), 143–152.
- Indriaty I, Ginting B, Hasballah K. 2022. Assessment cytotoxic assay of Rhizophora plants mangrove using brine shrimp (*Artemia salina* L) model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 951(1), 12070.
- Iranawati F, Muhammad F, Fajri H, Kasitowati RD, Arifin,S. 2018. The potential of mangrove *Avicennia marina* and *Avicennia alba* from Nguling district, Pasuruan, East Java as an antioxidant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 137(1), 12063.

- Iskandar AFA, Santoso U, Supriyadi S. 2023. Chemical characteristics of waru leaf (*Hibiscus tiliaceus*) as food packaging material. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 20(2), 72–78.
- Iskandar I, Hendri M, Apri R, Azhar N, Mardiansyah W. 2019. Distribution of phytoplankton diversity and abundance in Maspari island waters, South Sumatera, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1282(1), 12105.
- Islam S, Millat MS, Hussain MS, Rahman MA, Moghal MMR, Nipa JA, Hasan I, Hossain M. 2017. Elucidation of in-vitro thrombolytic, membrane stabilizing, cytotoxic activities and phytochemical nature of *Bruguiera cylindrica* leaves. *Biology, Engineering, Medicine and Science Reports*, 3(1).
- Jain D. 2021. *Effect of Supplementation of Tinospora cordifolia and Ascorbic Acid Combinations on Growth Performance of Broiler Chickens*.
- Jalaludin M, Lestari D, Andriani M, Ulum M, Mellenia SN. 2020. Korelasi antara ekosistem mangrove *Rhizophora stylosa* terhadap biota akuatik di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. *Jurnal Geografi Vol*, 9(1).
- Jannah SW, Rahman FA, Hadi AP. 2021. Analisis kandungan karbon pada vegetasi mangrove di Desa Lembar Kabupaten Lombok Barat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 588–598.
- Juang YP, Liang PH. 2020. Biological and pharmacological effects of synthetic saponins. *Molecules*, 25(21), 4974.
- K A, Parveen KHKSPB, Muhammed J, Augustine A. 2024. Mangroves in environmental engineering: Harnessing the multifunctional potential of nature's coastal architects for sustainable ecosystem management. *Results in Engineering*, 21, 101765.
- Kadhim MJ, Mohammed GJ, Hamee IH. 2016. In vitro antibacterial, antifungal and phytochemical analysis of methanolic extract of fruit *Cassia fistula*. *Oriental Journal of Chemistry*, 32(3), 1329.
- Kagoro MPL, Muhammed BN, Auwal AA, Beskeni DR, Gongden JJ. 2022. Phytochemical screening and GC-MS analyses of a subfraction of 70% ethanol extract of *Tamarindus indica* (Linn.) leaf. *Journal of Chemical Society of Nigeria*, 47(1).
- Kalasuba K, Miranti M, Rahayuningsih SR, Safriansyah W, Syamsuri RR, Farabi K, Oktavia D, Alhasnawi AN, Doni F. 2023. Red mangrove (*Rhizophora stylosa* Griff.) A review of Its botany, phytochemistry, pharmacological activities, and prospects. In *Plants* (Vol. 12, Issue 11).
- Kamarul Zaman MA, Azzeme AM, Ramli SN, Shahrudin NA, Ahmad S, Abdullah SNA. 2020. Solvent extraction and its effect on phytochemical yield and antioxidant capacity of woody medicinal plant, *Polyalthia bullata*. *BioResources*, 15(4), 9555–9568.
- Kannappan S, Sivakumar K, Sethi S. 2018. Protective effect of mangrove (*Rhizophora apiculata*) leaves extract in shrimp (*Penaeus monodon*) larvae against bio-luminescent disease-causing *Vibrio harveyi* bacteria. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(1), 10.
- Karak P. 2019. Biological activities of flavonoids: an overview. *Int. J. Pharm. Sci. Res*, 10(4), 1567–1574.
- Karamaha F, Vianti E, Hasan S, Nadra WS. 2020. *Atlas Mangrove Kepulauan Obi* (M. N. Tamalene (Ed.)). Lpp Balai Insan Cendekia Jl. Lintas Sumatra Solok-Padang Km. 8, Bukit Kili, Koto Baru Kabupaten Solok – Sumatera Barat.

- Karga T. 2023. Phytochemical Analysis of *Rhizophora apiculata* leaf and root extract and its inhibitory action against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas Aeruginosa* and *Escherichia Coli*.
- Karim MA, Islam MA, Islam MM, Rahman MS, Sultana S, Biswas S, Hosen MJ, Mazumder K, Rahman MM, Hasan MN. 2020. Evaluation of antioxidant, anti-hemolytic, cytotoxic effects and anti-bacterial activity of selected mangrove plants (*Bruguiera gymnorrhiza* and *Heritiera littoralis*) in Bangladesh. *Clinical Phytoscience*, 6, 1–12.
- Kartina K, Shulkipli S, Mardhiana M, Egra S. 2019. Potensi Ekstrak Karamunting (*Melastoma malabathricum* L.) sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 4(1), 28.
- Kewuyemi YO, Njobeh PB, Kayitesi E, Adebisi JA, Oyedej AB, Adefisoye MA, Adebo OA. 2020. Metabolite profile of whole grain ting (a Southern African fermented product) obtained using two strains of *Lactobacillus fermentum*. *Journal of Cereal Science*, 95, 103042.
- Khadeeja S, Rangunathan R, Johny J, Muthusamy K. 2022. Phytochemical analysis, antimicrobial and antioxidant activity of mangrove plants *Bruguiera Gymnorrhiza* (L.) and *Excoecaria agallocha* L. *Indian Journal of Science and Technology*, 15(47), 2594–2604.
- Khalil AMA, Abdelaziz AM, Khaleil MM, Hashem AH. 2021. Fungal endophytes from leaves of *Avicennia marina* growing in semi-arid environment as a promising source for bioactive compounds. *Letters in Applied Microbiology*, 72(3), 263–274.
- Khandokar L, Bari MS, Seidel V, Haque MA. 2021. Ethnomedicinal uses, phytochemistry, pharmacological activities and toxicological profile of *Glycosmis pentaphylla* (Retz.) DC : A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 278, 114313.
- Khotimah NN, Rozirwan, Putri WAE, Aryawati R, Nugroho RY. 2024. Bioaccumulation and ecological risk assessment of heavy metal contamination (lead and copper) build up in the roots of *Avicennia alba* and *Excoecaria agallocha*. *Journal of Ecological Engineering*, 25(5).
- Rozirwan, Khotimah NN, Putri WAEP, Apri R, Nugroho RY. 2024. Investigating the antioxidant activity, total phenolics and phytochemical profile in *Avicennia alba* and *Excoecaria agallocha* root extracts as a defence mechanism against pollutants. *Farmacia*, 72(5).
- Klepper J, Garcia-Alvarez M, Driscoll KR, Parides MK, Wang D, Ho YY, De Vivo, DC. 1999. Erythrocyte 3-O-methyl-D-glucose uptake assay for diagnosis of glucose-transporter-protein syndrome. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 13(3), 116–121.
- Kumar Sanjeev Radhakrishnan S, Balasubramanian A, Radha P, Hariprasath CN. 2022. Metabolite profiling in heartwood of farm-grown *pterocarpus santalinus* using GC-MS. *Pharm Innov J*, 7, 4198–4202.
- Kumar Santosh Abedin MM, Singh AK, Das S. 2020. Role of phenolic compounds in plant-defensive mechanisms. *Plant Phenolics in Sustainable Agriculture: Volume 1*, 517–532.
- Kuswardani RA, Nasution J. 2015. Keanekaragaman jenis mangrove di Pantai Mutiara Desa Kota Pari Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Serdang

- Bedagai Provinsi Sumatera Utara. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 2(1), 81–95.
- Laith, AA. (2021). Phytochemical analysis and antimicrobial activities of mangrove plant (*Rhizophora apiculata*) against selected fish pathogenic bacteria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718(1), 12076.
- Lakshmanan V, Thangaraj M, Ponnusamy B, Santhirakasan S, Kannan R, Regunathan U, Selvaraj S. 2019. Antibacterial activity of *Rhizophora apiculata* leaf extract for the management of rice bacterial blight disease.
- Lakshmanrao N, Goa B, Kumar K, Pilani B, Birla Goa KK. 201). Mangrove plants as a source of bioactive compounds: A review. *Ingentaconnect.Com*.
- Lestari S, Kurnia D, Mayanti T, Heliawati L. 2024. Antimicrobial activities of stigmaterol from piper crocatum in vitro and in silico. *Journal of Chemistry*, 2024(1), 2935516.
- Ludwiczuk A, Skalicka-Woźniak K, Georgiev MI. 2017. *Chapter 11 - Terpenoids* (S. Badal & R. B. T.-P. Delgoda (Eds.); pp. 233–266). Academic Press.
- Machana S, Vongsak B, Chonanan C, Nuengsean B. (2017). Anti-elastase, anti-tyrosinase and anti-oxidant activity of thai mangrove plants (*Connarus semidecandrus*, *Bruguiera sexangula* and *Intsia bijuga*). *TJPS*, 41(2017).
- Maduqi AF, Izzati M, Prihastanti E. 2014. Efek metode pengeringan terhadap kandungan bahan kimia dalam rumput laut *Sargassum polycystum*. *Anatomi Fisiologi*, 22(1), 1–9.
- Mahalakshmi G, Vengadeshkumar L, Sanjaygandhi S, Rajamohan, K., Udhayakumar R, Sharmila AM. 2020. Antifungal activity of *Rhizophora apiculata* against *Alternaria solani*.
- Maharani R, Fernandes A. 2021. Profil fitokimia dan GC-MS daun sirih hitam (*Piper betle* L.) dari sekitar khdtk Labanan, Kabupaten Berau. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 25(1), 11–14.
- Mailma RB, Chambers JE, Hodgson E, Roe RM. 2015. *Dictionary of toxicology*. Elsevier.
- Mande A, Malothu N, Areti AR, Guntupalli C. 2023. Evaluation of antidepressant and nootropic activities of leaf extracts of *Rhizophora apiculata*. *Egyptian Pharmaceutical Journal*.
- Marlianingrum PR, Kusumastanto T, Adrianto L, Fahrudin A. 2021. Valuing habitat quality for managing mangrove ecosystem services in coastal Tangerang District, Indonesia. *Marine Policy*, 133, 104747.
- Maula LN, Musfirah M. 2022. Larvasida ekstrak biji pepaya (*Carica Papaya* L) terhadap kematian larva instar iii *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Dan Pengelolaan Lingkungan*, 3(2), 66–71.
- Maulana DM, Sasmito BB. 2021. The dose effect of mangrove leaf extract (*Rhizophora apiculata*) on anticancer activity in hela cells. *Journal of SCRTE*, 5(1).
- Maulinda L, ZAN, Nurbaity N. 2018. Hidrolisis asam lemak dari buah sawit sisa sortiran. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 1.
- Mbulu MMK, Pudj IARP, Yulianti NL. 2018. Pemanfaatan air kelapa dan asam sitrat sebagai larutan peraga menggunakan teknik holding untuk memperpanjang masa kesegaran bunga potong krisan (*Chrysanthemum indicum* L.) tipe spray. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 7(1), 159.

- McNair HM, Miller JM, Snow NH. 2019. Basic gas chromatography. In *Basic Gas Chromatography*.
- Melo LFM, Aquino-Martins VGQ, Silva AP, Oliveira Rocha HA, Scortecci KC. 2023. Biological and pharmacological aspects of tannins and potential biotechnological applications. *Food Chemistry*, 414, 135645.
- Mentari IA, Wirnawati W, Putri MR. 2020. Karakterisasi simplisia dan ekstrak daun bandotan (*Ageratum Conyzoides L*) sebagai kandidat obat karies gigi. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.36387/jiis.v5i1.346>
- Mickymaray S, Al Aboody MS, Rath PK, Annamalai P, Nooruddin T. 2016. Screening and antibacterial efficacy of selected Indian medicinal plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(3), 185–191.
- Mitra, Saikat Islam F, Das R, Urmee H, Akter A, Idris AM, Khandaker MU, Almikhlaifi MA, Sharma R, Emran T. Bin. 2022. Pharmacological potential of *Avicennia alba* leaf extract: an experimental analysis focusing on antidiabetic, anti-inflammatory, analgesic, and antidiarrheal activity. *BioMed Research International*, 2022(1), 7624189.
- Mitra, Sayantani, Naskar N, Chaudhuri P. 2021. A review on potential bioactive phytochemicals for novel therapeutic applications with special emphasis on mangrove species. *Phytomedicine Plus*, 1(4), 100107.
- Mohamed AKIS. AK W. 2019. Chemical constituents and antimicrobial activity of saudi prunus mahaleb L. (*Rosaceae*) Seeds. 5(6), 29–34.
- Mohamed NT. 2021. Separation of bioactive compounds from Haemolymph of scarab beetle *Scarabaeus sacer* (Coleoptera: Scarabaeidae) by GC-MS and determination of its antimicrobial activity. *International Journal of Applied Biology*, 5(2), 98–116.
- Mohammed GJ, Al-Jassani MJ, Hameed IH. 2016. Antibacterial, antifungal activity and chemical analysis of punica grantanum (*Pomegranate peel*) using GCMS and FTIR spectroscopy. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(3), 480–494.
- Momodou IB, Okungbowa ES, Agoreyo BO, Maliki MM. 2022. Gas chromatography–mass spectrometry identification of bioactive compounds in methanol and aqueous seed extracts of azanza garckeana fruits. *Nigerian Journal of Biotechnology*, 38(1), 25–38.
- Mondal S, Rahaman, ST. 2020. Flavonoids: A vital resource in healthcare and medicine. *Pharm. Pharmacol. Int. J*, 8(2), 91–104.
- Mondal, Sumanta, Ghosh D, Ramakrishna K. 2016. A complete profile on blind-your-eye mangrove *Excoecaria agallocha L.* (Euphorbiaceae): Ethnobotany, phytochemistry, and pharmacological aspects. *Pharmacognosy Reviews*, 10(20), 123–138.
- Mondul AM, Rohrmann S, Menke A, Feinleib M, Nelson WG, Platz EA, Albanes D. 2011. Association of serum α -tocopherol with sex steroid hormones and interactions with smoking: implications for prostate cancer risk. *Cancer Causes & Control*, 22, 827–836.
- Moovendhan M, Ramasubburayan R, Vairamani S, Shanmugam A, Palavesam A, Immanuel G. 2014. Antibiotic susceptibility of Genistein and Alkaloids from *Rhizophora apiculata*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3(4), 323–327.

- Mukherjee D, Ak R, Patra M. 2022. Stigmasterol in health and disease: A review. *Published Online July, 19*.
- Musyawardo O. 2022. Bab 4 Konsep toksikologi lingkungan. *Toksikologi Lingkungan*, 41.
- Naeim H, El-Hawiet A, Abdel Rahman RA, Hussein A, El Demellawy MA, Embaby AM. 2020. Antibacterial activity of *Centaurea pumilio* L. root and aerial part extracts against some multidrug resistant bacteria. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20, 1–13.
- Najah Z, Alshawish M. 2023. GC-MS analysis of rhus tripartita roots extract. *Journal of Humanitarian and Applied Sciences*, 8(16), 331–339.
- Ndezo Bisso B, Njikang Epie Nkwelle R, Tchuenguem Tchuenteu R, Dzoyem J. P. 2022. Phytochemical screening, antioxidant, and antimicrobial activities of seven underinvestigated medicinal plants against microbial pathogens. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2022(1), 1998808.
- Nepal A, Chakraborty M, Sarma D, Kanti P. 2021. Phyto-chemical characterization of *Aeschynanthus sikkimensis* (Clarke) Stapf. (Gesneriaceae) using GC-MS. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 13(3), 597–602.
- Nguyen LT, Fărcaș AC, Socaci SA, Tofană M, Diaconeasa ZM, Pop OL, Salanță LC. 2020. *An overview of saponins-a bioactive group*.
- Nizam A, Meera SP, Kumar A. 2022. Genetic and molecular mechanisms underlying mangrove adaptations to intertidal environments. *Isience*, 25(1).
- Noerbaeti E. 2019. *Uji toksisitas ekstrak daun bakau Soneratia alba terhadap Artemia*. Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan. Balai Budaya Laut Ambon.
- Noor YR, Khazali M, Suryadiputra INN. 2012. *MANGROVE di Indonesia*.
- Noor Yus Rusila, Khazali M, Suryadiputra INN. 2006. *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Ditjen PHKA.
- Nugraha A, Nandiyanto ABD. 2021. How to read and Interpret GC/MS spectra. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 1(2), 171–206.
- Nurjanah N, Jacob AM, Hidayat T, Hazar S, Nugraha R. 2016. Antioxidant activity, total phenol content, and bioactive components of lindur leave (*Bruguiera gymnorrhiza*). *American Journal of Food Science and Health*, 2(4), 65–70.
- Nursinar S, Yapanto LM, Didipu F. 2023. Survival of mangrove propagules types of *Rhizophora apiculata* with Different Media. *Advances in Water Science*, 34(2), 11–20.
- Odion EE, Ogboru RO, Ighene MO. 2020. Identification of compounds in elaeis guineensis fruits using GC-MS. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 19(2), 153–159.
- Ogunsina OI, Ayedogbon OS, Adekahunsi AJ. 2020. GC-MS analysis of bioactive components of methanolic stem bark extract of *Lannea acida* (Anacardiaceae). *GSI*, 8(4).
- Ojekale AB, Lawal OA, Lasisi MO. 2016. *Cyathula prostrata*: a potential herbal hope for hypertensives, an animal model study and its secondary metabolites assessment via GC-MS. *European Journal of Medicinal Plants*, 14(2), 1–10.
- Ojinnaka CM, Nwachukwu KI, Ezediokpu MN. 2015. The chemical constituents and bioactivity of the seed (fruit) extracts of *Buchholzia coriacea* Engler

- (Capparaceae). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 19(4), 795–801.
- Osamudiamen PM, Aiyelaagbe OO, Vaid S, Sangwan PL, Ogbesejana AB, Saxen AK. 2020. Comparative in-vitro anticancer and brine shrimp cytotoxic activities of *Mezoneuron benthamianum* Baill. *Journal of Medicinal Plants for Economic Development*, 4(1), 1–5.
- Osman ME, Abo Elnasr AA, Mohamed ET, Faraag AHI. 2024. Enhancement of *Streptomyces thinghirensis* WAE1 for production of bioactive metabolites under different optimization strategies. *Microbial Pathogenesis*, 189, 106603.
- Osuntokun OT, Ayegbusi BL, Yusuf-Babatunde AM, Ige OO. 2017. Assessment of antimicrobial, phytochemical screening and Gas Chromatography-Mass Spectrophotometric profile of crude *Chrysophyllum Albidum* essential oil. *Chem. Res. J*, 2(5), 68–85.
- Pan L, Chai HB, Kinghorn AD. 2012. Discovery of new anticancer agents from higher plants. *Frontiers in Bioscience (Scholar Edition)*, 4, 142.
- Paranjothi CCJ, Murali SR. 2018. Antibacterial activity and GCMS analysis of the extract of leaves of *Rhizophora apiculata* (a mangrove plant). *World J Pharm Res*, 7, 1–8.
- Parthiban A, Sivasankar R, Sachithanandam V, Khan SA, Jayshree A, Murugan K, Sridhar R. 2022. An integrative review on bioactive compounds from Indian mangroves for future drug discovery. *South African Journal of Botany*, 149, 899–915.
- Pathak P, Kumari A, Chandler BD, Zettler LW. 2023. In vitro propagation and phytochemical analysis of *Vanda cristata* Wall. ex Lindl.: An endangered medicinal orchid of biopharmaceutical importance. *South African Journal of Botany*, 153, 109–123.
- Pichersky E, Raguso RA. 2018. Why do plants produce so many terpenoid compounds? *New Phytologist*, 220(3), 692–702.
- Pradeepa P, Subalakshmi K, Saranya A, Dinesh P, Raj VA, Ramanathan T. 2015. Milky mangrove *Excoecaria agallocha* L. Plant as a source for potential mosquito larvicides. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(3), 102–105.
- Pradeepa P, Subalakshmi K, Saranya A, Dinesh P, Raj VA, Ramanathan T. (2015). Milky Mangrove *Excoecaria agallocha* L. Plant as a source for potential mosquito larvicides. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(3), 102–105.
- Prakash VED. 2017. Terpenoids as source of anti-inflammatory compounds. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(3), 68–76.
- Purwiyanto AIS, Suteja Y, Trisno, Ningrum PS, Putri WAE, Rozirwan, Agustriani, F, Fauziyah, Cordova, MR, Koropitan AF. 2020. Concentration and adsorption of Pb and Cu in microplastics: Case study in aquatic environment. *Marine Pollution Bulletin*, 158, 111380.
- Puspayanti NM, Tellu HAT, Suleman SM. 2013. Jenis-Jenis Tumbuhan Mangrove di Desa Lebo Kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Moutong dan Pengembangannya sebagai Media Pembelajaran. *E-Jipbiol*, 1, 1–9.
- Puspitasari I, Suseno DN, Jayanti S. 2021. Efektifitas serbuk getah *Excoecaria agallocha* sebagai moluskisida terhadap hama trisipan (*Cerithidea Sp.*) effectiveness of *Excoecaria agallocha* substance powder as molluscicide on

- snail mud pest (*Cerithidea sp.*) Program Studi Teknik Penanganan Patolog. 19(2), 173–186.
- Putri MKD, Pringgenies D, Radjasa OK. 2012. Uji fitokimia dan toksisitas ekstrak kasar gastropoda (*Telescopium telescopium*) terhadap larva *Artemia salina*. *Journal of Marine Research*, 1(2), 58–66.
- Putri WAE, Purwiyanto AIS, Agustriani F, Fauziyah F, Maslukah L. Suteja Y. 2021. Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) di sekitar Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(3), 277–282.
- Rahim S, Baderan DWK. 2017. *Hutan mangrove dan pemanfaatannya*. Deepublish.
- Raising R, Hermawatiningsih OD. 2024. Farmakologi dan toksikologi 1. *Penerbit Tahta Media*.
- Rajput A, Sharma R, Bharti R. 2022. Pharmacological activities and toxicities of alkaloids on human health. *Materials Today: Proceedings*, 48, 1407–1415.
- Rakha A, Umar N, Rabail R, Butt MS, Kieliszek M, Hassoun A, Aadil R.M. 2022. Anti-inflammatory and anti-allergic potential of dietary flavonoids: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 156, 113945.
- Ramasubburayan R, Sumathi S, Magi Bercy D, Immanuel G, Palavesam A. 2015. Antimicrobial, antioxidant and anticancer activities of mangrove associated bacterium *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* RG. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4(2), 158–165.
- Ranjan S, Chaitali ROY, Sinha SK. 2023. Gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS): a comprehensive review of synergistic combinations and their applications in the past two decades. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 5(2), 2–5.
- Ravi S, Jyothi P, Shanmugam B, Subbaiah GV, Prasad S.H, Reddy KS. 2021. A comprehensive review on traditional knowledge, phytochemistry and pharmacological properties of *Acalypha indica* L. *Pharmacognosy Reviews*, 15(30).
- Ravikumar S, Jacob Inbaneson S, Suganthi P, Venkatesan M, Ramu A. 2010. Mangrove plants (2). *Parasitology Research*, 2, 2–2.
- Reddy CS. 2008. *Field identification guide for Indian mangroves* (Vol. 1). Bishen Singh Mahendra Pal Singh Dehradun.
- Renugadevi K, Nachiyar V., Zaveri M. 2021. Bioactivity of dodecanoic acid extracted from *Geitlerinema sp.* TRV57. *Indian J Pharm Educ Res*, 55(1), 224–231.
- Ridho MR. 2008. Penelitian Awal Konservasi Penyu di Pulau Maspari Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Dan SDA*, 7(2), 87–93.
- Rivlin M, Navon G. 2018. 3-O-Methyl-d-glucose mutarotation and proton exchange rates assessed by ¹³C, ¹H NMR and by chemical exchange saturation transfer and spin lock measurements. *Journal of Biomolecular NMR*, 72, 93–103.
- Rizal A, Sahidin A, Herawati H. 2018. Economic value estimation of mangrove ecosystems in Indonesia. *Biodiversity International Journal*, 2(1), 98–100.
- Rizvi S, Raza ST, Ahmed F, Ahmad A, Abbas S, Mahdi F. 2014. The role of vitamin E in human health and some diseases. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 14(2), e157.
- Robbiyan R, Pandapotan MM, Apriani R. 2021). Penentuan kadar flavonoid dari

- ekstrak kulit salak (*Salacca zalacca*) berdasarkan perbedaan pengeringan simplisia. *Lantanida Journal*, 9(1), 498718.
- Rosa, J.-A. O., & Jesam, U. (2024). Evaluation of the healing properties of *pentaclethra macrophylla* seed pod on diabetic wounds. *Nigerian Journal of Pharmaceutical and Applied Science Research*, 13(1), 8–18.
- Roy A, Khan A, Ahmad I, Alghamdi S, Rajab BS, Babalghith AO, Alshahrani M. Y, Islam S, Islam MR. 2022. Flavonoids a bioactive compound from medicinal plants and its therapeutic applications. *BioMed Research International*, 2022(1), 5445291.
- Rozirwan, Apri R, Fauziyah, Iskandar I. 2020. First assessment of soft corals species in Maspari Island, Bangka Strait, South Sumatera, Indonesia. *Asia Life Sciences*, 10(03), 629–637.
- Rozirwan, Melki, Apri R, Fauziyah, Agussalim A, Hartoni, Iskandar I. 2021. Assessment the macrobenthic diversity and community structure in the Musi Estuary, South Sumatra, Indonesia. *Acta Ecologica Sinica*, 41(4), 346–350.
- Rozirwan, Nugroho RY, Hendri M, Fauziyah, Putri WAE, 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.
- Rozirwan R., Hananda H, Nugroho RY, Apri R, Khotimah NN, Fauziyah F, Putri WAE, Aryawati R. 2023. Antioxidant activity, total phenolic, phytochemical content, and HPLC profile of selected mangrove species from Tanjung Api-Api Port Area, South Sumatra, Indonesia. *Tropical Journal of Natural Product Research Available*, 7(7), 3482–3489.
- Rozirwan R., Muhtadi, Ulqodry TZ, Nugroho RY, Khotimah NN, Fauziyah F, Putri WAE, Aryawati R, Mohamed CAR. 2023. Insecticidal activity and phytochemical profiles of *Avicennia marina* and *Excoecaria agallocha* leaves extracts. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences; Vol 28, No 2 (2023): Ilmu Kelautan*.
- Rusyiana R, Lestarini IA, Hamdin CD, Muliastari H. 2021. Anticoagulant activity of mangrove (*Avicennia alba*) leaves extract in vitro. *Indonesian Journal of Marine Sciences/Ilmu Kelautan*, 26(2).
- Saha K, Prama RZ, Khan N. 2020. Phytochemical screening of plant extracts and GC-MS analysis of n-hexane extract of the leaves of *Cassia alata* Linn. *The Journal of Phytopharmacology*, 9(5), 342–347.
- Saidi N, Ginting B, Lini Z, Riski CD, Asma N, Mulya MI, Yahya M, Bahi M. 2024. Toxicity of mangrove plant extract (*Rhizophora stylosa* Griff.) using the brine shrimp lethality test method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1356(1), 12107.
- Sarah QS, Anny FC, Misbahuddin M. 2017. Brine shrimp lethality assay. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 12(2), 186–189.
- Sarno S, Marisa H, Army FS. 2020. Struktur *Kandelia candel* (L.) druce di Pulau Payung Sungsang, Banyuasin, Sumatera Selatan. *MAKILA*, 14(1), 36–46.
- Saroj A, Oriyomi OV, Nayak AK, Haider SZ. 2020. Phytochemicals of plant-derived essential oils: a novel green approach against pests. *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*, 65–79.
- Saroyo H, Saputri NFM. 2021. Cytotoxicity of mangrove leaves (*Rhizophora*) ethanolic extract on cancer cells. *Journal of Nutraceuticals and Herbal*

- Medicine*, 4(1), 43–52.
- Seidel V. 2012. Initial and bulk extraction of natural products isolation. *Natural Products Isolation*, 27–41.
- Selvaraj G, Kaliyamurthi S, Thirugnasambandan R. 2016. Effect of glycosin alkaloid from *Rhizophora apiculata* in non-insulin dependent diabetic rats and its mechanism of action: In vivo and in silico studies. *Phytomedicine*, 23(6), 632–640.
- Sen S, Yalçın M, Tasçioğlu C, Özbayram AK. 2017. Larvicidal activities of some bark and wood extracts against wood-damaging insects. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 19(3), 273–284.
- Setyawan ADWI, Ragavan P, Basyuni M, Sarno S. 2019. *Rhizophora mucronata* as source of foods and medicines. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 9(1).
- Setyawan ADWI, Ulumuddin YI. 2012. Species diversity of *Rhizophora* in Tambelan Islands, Natuna Sea, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 13(4).
- Soedharma D, Effendi H, Mustopa AZ. 2011. Biopotensi tumbuhan mangrove untuk pencegahan penyakit vibrosis pada udang windu. *Maspuri Journal: Marine Science Research*, 2(1), 39–47.
- Shaikh JR, Patil M. 2020. Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 603–608.
- Sharma KP. 2019. Tannin degradation by phytopathogen's tannase: A Plant's defense perspective. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21, 101342.
- Sharma P, Tyagi A, Bhansali P, Pareek S, Singh V, Ilyas A, Mishra R, Poddar NK. 2021. Saponins: Extraction, bio-medicinal properties and way forward to anti-viral representatives. *Food and Chemical Toxicology*, 150, 112075.
- Sharma S, MacKenzie RA, Tieng T, Soben K, Tulyasuwan N, Resanond A, Blate G, Litton CM. 2020. The impacts of degradation, deforestation and restoration on mangrove ecosystem carbon stocks across Cambodia. *Science of The Total Environment*, 706, 135416.
- Sharma SSSM, Atyam V, Avidi M, Ayinala D. 2024. A review on gas chromatography–Mass spectroscopy. *Journal of Pharma Insights and Research*, 2(1), 9–13.
- Shelar MK, Patil J, Bhujbal SS. 2019. Phytochemical and pharmacognostical evaluation of milky mangrove *Excoecaria agallocha linn*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12(3), 1289–1293.
- Shen N, Wang T, Gan Q, Liu S, Wang L, Jin B. 2022. Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 383, 132531.
- Shi QIU, Hui SUN, Zhang A.H, Hong-Ying XU, Guang-Li YAN, Ying HAN, Xi-Jun W. 2014. Natural alkaloids: basic aspects, biological roles, and future perspectives. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 12(6), 401–406.
- Shinde L, Goyal M, Bayas R, Patil S. 2018. Review on Potential Eco-friendly Biolarvicides against Dengue Vector: *Aedes aegypti* (Linn) (Diptera: Culicidae). *International J. Life Sci. Res*, 6, 61–80.
- Shirmohammadli Y, Efhamisisi D, Pizzi A. 2018. Tannins as a sustainable raw material for green chemistry: A review. *Industrial Crops and Products*, 126,

- 316–332.
- Shoaib M, Ghani AA, Ishteyaque S, Khan WZ. 2016. Modelling of methyl stearate biodiesel production by reactive distillation. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 6(11), 1–6.
- Sidik F, Pradisty N, Widagti N. 2018. Restored mangrove forests in Perancak Estuary, Bali. *Rese archgate.Net*.
- Sing B, Kaur A. 2018. Control of insect pests in crop plants and stored food grains using plant saponins: A review. *LWT*, 87, 93–101.
- Singh D, Chaudhuri PK. 2018. Structural characteristics, bioavailability and cardioprotective potential of saponins. *Integrative Medicine Research*, 7(1), 33–43.
- Singh PK, Kannan D, Gopinath SCB, Raman P. 2024. Purification and characterization of 3-O-methyl-D-glucose from the seed coat of *Vigna mungo* (L.) Hepper. *Process Biochemistry*, 143, 83–97.
- Song Q, Liu J, Dong L, Wang X, Zhang X. 2021. Novel advances in inhibiting advanced glycation end product formation using natural compounds. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 140, 111750.
- Subasini TU. 2016. Morpho-anatomikal and physicochemical evaluation of *Vitex pinnata* leaves. *Eur J Biomed Pharm Sci*, 3, 191–201.
- Sultana S, Biswas R, Islam KMD. 2022. The phytochemical screening and anti-cancer activity of ethanolic extracts of selected mangrove plants. *Pharmaceutical and Biomedical Research*.
- Surbakti H, Aryawati R. 2014. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton di perairan sekitar Pulau Maspari, Ogan Komering Ilir. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 6(1), 39–45.
- Suresh S, Gunasekaran S, Srinivasan S. 2014. Spectroscopic (FT-IR, FT-Raman, NMR and UV–Visible) and quantum chemical studies of molecular geometry, Frontier molecular orbital, NLO, NBO and thermodynamic properties of salicylic acid. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 132, 130–141.
- Syah BW, Purwani KI. 2016. Pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2).
- Syahputra D, Karina S, Agustina S, Ulfah M. 2021. Biolarvicidal activity of *Rhizophora stylosa* leaf extract against *Aedes sp.* *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 869(1), 12062.
- Syawal H, Hakim L, Effendi I. 2020. Phytochemical analysis of *Rhizophora apiculata* leaf extract and its inhibitory action against *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 13(4), 2242–2249.
- Szymańska R, Nowicka B, Trela A, Kruk J. 2020. Vitamin E: Structure and forms. In *Molecular nutrition* (pp. 67–90). Elsevier.
- Tiwari R, Jain R, Dubey RS, Tiwari A, Shukla AK. 2021. Lupeol: Bioactive triterpenoid act as anti-inflammatory agent. *Advance Pharmaceutical Journal*, 6(2), 48–51.
- TL MS, Jacob J, Balasundaram J, Venkatachalam G. 2021. Preliminary phytochemical screening and GC-MS analysis of methanolic extract of roots of *pandanus fascicularis*. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*, 10(3),

627.

- Tsai FS, Lin LW, Wu CR. 2016. Lupeol and its role in chronic diseases. *Drug Discovery from Mother Nature*, 145–175.
- Ulqodry tz, agussalim a, widiastuti i, aryawati r, aprianto ae. 2019. The preliminary assessment of mangrove status at Payung Island in Musi Estuary, Indonesia. *International Conference of Mangroves and Its Related Ecosystems 2019*.
- Unuofin JO, Otunola GA, Afolayan AJ. 2017. Phytochemical screening and in vitro evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of *Kedrostis africana* (L.) Cogn. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(10), 901–908.
- Ur Rahman S, Ismail M, Khurram M, Ullah I, Rabbi F, Iriti M. 2017. Bioactive steroids and saponins of the genus *Trillium*. *Molecules*, 22(12), 2156.
- Wahid AR, Safwan S. 2019. Efek antioksidan ekstrak etanol daun gaharu (*Aquilaria malaccensis* L.) pada tikus jantan galur sprague dawley yang diinduksi paracetamol (kajian aktivitas enzim katalase, SGOT dan SGPT). *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 4(2).
- Warsinah W, Kusumawati E, Sunarto S. 2015. Identification of compound antifungi of sandoricum koetjape. Stem and activity to *Candida albicans*. *Majalah Obat Tradisional (Traditional Medicine Journal)*, 16(3), 170–178.
- Wayan N, Agustini S, Afriastini M, Maulida Y. 2013. Potential of fatty acid from microalgae *Nannochloropsis sp* as antioxidant and antibacterial Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS Biologi , Sains , Lingkungan , dan Pembelajarannya, 149–155.
- Weir NL, Steffen BT, Guan W, Johnson LM, Djousse L, Mukamal KJ, Tsai MY. 2020. Circulating omega-7 fatty acids are differentially related to metabolic dysfunction and incident type II diabetes: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Diabetes & Metabolism*, 46(4), 319–325.
- Wela ND, Dali S, Chairunnas A, Amalia HAM, Puspitasari SAA. 2022. Extraction of the chemical components of dengen leaves (*Dillenia serrata Thunb*) by MAE Method and activity test as antioxidant and toxicity. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 10(2), 74–82.
- Willian N, Syukri Z, Labanni A, Arief S. 2020. Bio-friendly synthesis of silver nanoparticles using mangrove rhizophora stylosa leaf aqueous extract and its antibacterial and antioxidant activity. *Rasayan J Chem*, 13, 1478–1485.
- Woan-Fei Law J, Ngiik-Shiew Law L, Letchumanan V, Teng-Hern Tan L, Hei Wong S, Chan KG, Ab Mutalib NS, Lee LH, McDougal OM. 2020. Anticancer drug discovery from microbial sources: The unique mangrove streptomycetes. *Mdpi.Com*.
- Yang W, Chen X, Li Y, Guo S, Wang Z, Yu X. 2020. Advances in pharmacological activities of terpenoids. *Natural Product Communications*, 15(3), 1934578X20903555.
- Yerlikaya PO, Arisan ED, Mehdizadehtapeh L, Uysal-Onganer P, Gürkan A. 2023. The use of plant steroids in viral disease treatments: Current status and future perspectives. *European Journal of Biology*, 82(1), 86–94.
- Youssef AMM, Maaty DAM, Al-Sarairih YM. 2023. Phytochemical analysis and profiling of antioxidants and anticancer compounds from *Tephrosia purpurea* (L.) subsp. *apollinea* family Fabaceae. *Molecules*, 28(9), 3939.
- Zahra NN, Muliasari H, Andayani Y, Sudarma IM. 2021. Analisis kadar fenolik total dan aktivitas antiradikal bebas madu dan propolis *Trigona sp.* asal

- Lombok Utara. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 74–82.
- Zekeya N, Chacha M, Shahada F, Kidukuli A. 2014. Analysis of phytochemical composition of Bersama abyssinica by gas chromatography–mass spectrometry.
- Zhang QW, Lin LG, Ye WC. 2018. Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese Medicine*, 13, 1–26.
- Zho X, Zhou W, He X, Deng Y, Li L, Li M, Feng X, Zhang L, Zhao L. 2022. Effects of post-fermentation on the flavor compounds formation in red sour soup. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1007164.
- Zhu Y, Minovic I, Pranger I, Navis G, Bakker S, Riphagen I. 2021. Circulating plasma omega-7 monounsaturated fatty acids (Cis-Vaccenic acid and Palmitoleic acid) are related to all-cause mortality: The lifelines fatty acids cohort study. *Current Developments in Nutrition*, 5, 532.
- Zulfahmi I, Paujiah EPA, Roza ZH, Helmi K, Nafis B, Nur FM, Fazila PN 2024. Brine shrimp cytotoxicity bioassay of red mangrove (*Rhizophora mucronata*) leaves using different solvents and its potency as antibacterial. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(9).