

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIINFLAMASI
EKSTRAK DAUN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata*)
SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)



Oleh:

AZIZAH RISANI RUSNEL

NIM. 21036065

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2026

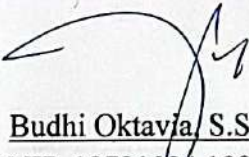
PERSETUJUAN SKRIPSI

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIINFLAMASI PADA EKSTRAK DAUN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata*) SECARA *IN* *VITRO*

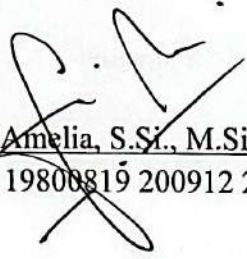
Nama : Azizah Risani Rusnel
NIM : 21036065
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 03 Maret 2026

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia


Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Azizah Risani Rusnel
NIM : 21036065
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIINFLAMASI PADA EKSTRAK DAUN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata*) SECARA *IN* *VITRO*

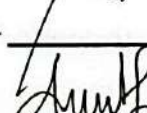
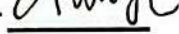
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi

Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, 03 Maret 2026

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si	2. 
3	Anggota	Ahadul Putra, S.Si., M.Si.	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azizah Risani Rusnel
NIM : 21036065
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/ 27 Juli 2003
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Antioksidan dan Antiinflamasi Pada Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*)

Secara *In Vitro*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya Tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 03 Maret 2026

Yang menyatakan



Azizah Risani Rusnel
NIM. 21036065

Uji Aktivitas Antioksidan dan Antiinflamasi Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*) secara *In Vitro*

Azizah Risani Rusnel

ABSTRAK

Luka yang tidak ditangani dengan baik akan memicu terjadinya infeksi. Ketika terjadi infeksi berlangsunglah proses inflamasi yang apabila tidak ditindaklanjuti dengan cepat akan memperburuk keadaan infeksi. Penggunaan obat antiinflamasi sintetis dalam jangka panjang diketahui dapat menimbulkan berbagai efek samping pada sistem pencernaan, sehingga diperlukan alternatif berbasis bahan alam yang lebih aman. Sambiloto (*Andrographis paniculata*) merupakan tanaman obat yang diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder dengan potensi antioksidan dan antiinflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dan antiinflamasi ekstrak daun sambiloto secara *in vitro* serta menentukan kandungan total fenolik dan flavonoid dari ekstrak yang dihasilkan. Hasil antioksidan dan antiinflamasi dengan metode proteksi sel darah merah dan proteksi denaturasi protein tertinggi didapatkan pada pelarut etanol dengan IC_{50} berturut-turut sebesar $1260,82 \pm 6,73 \mu\text{g/mL}$, $297,04 \pm 1,25 \mu\text{g/mL}$ dan $140,38 \pm 9,30 \mu\text{g/mL}$. Kandungan fenolik dan flavonoid tertinggi didapatkan pada pelarut etanol yaitu sebesar $19,33 \pm 2,56 \text{ mgGAE/g}$ dan $18,39 \pm 1,21 \text{ mgRE/g}$. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sambiloto memiliki potensi sebagai antioksidan dan antiinflamasi.

Kata Kunci: Inflamasi, Sambiloto, Antioksidan, antiinflamasi

In Vitro Evaluation of Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Sambiloto (*Andrographis paniculata*) Leaf Extract

Azizah Risani Rusnel

ABSTRACT

Wounds that are not treated properly will trigger infection. When an infection occurs, an inflammatory process occurs which, if not treated quickly, will worsen the infection. Long-term use of synthetic anti-inflammatory drugs is known to cause various side effects, so safer natural-based alternatives are needed. Sambiloto (*Andrographis paniculata*) is a medicinal plant known to contain various secondary metabolite compounds with antioxidant and anti-inflammatory potential. This study aims to evaluate the antioxidant and anti-inflammatory activity of sambiloto leaf extract in vitro and to determine the total phenolic and flavonoid content of the resulting extract. The highest antioxidant and anti-inflammatory results using the red blood cell protection and protein denaturation protection methods were obtained in ethanol solvent with IC₅₀ of 1260,82 ± 6,73 µg/mL, 297,04 ± 1,25 µg/mL and 140,38 ± 9,30 µg/mL, respectively. The highest phenolic and flavonoid contents were found in ethanol solvent, at 19,33 ± 2,56 mgGAE/g and 18,39 ± 1,21 mgRE/g, respectively. This indicates that the ethanol extract of sambiloto leaves has role as antioxidant and anti-inflammatory potential.

Key words: Inflammation, Sambiloto, Antioxidant, Antiinflammation

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “**Uji Aktivitas Antiinflamasi dan Antioksidan Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*) secara *In Vitro***”.

Skripsi ini diajukan sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Program Studi Kimia (NK), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bimbingan yang diberikan kepada:

1. Ibu Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku pembimbing tugas akhir.
2. Ibu Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si dan Bapak Ahadul Putra, M.Si selaku dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku ketua departemen kimia dan program studi kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA).
4. Seluruh dosen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah memberikan pengajaran selama penulis menempuh pendidikan.
5. Teman-teman satu tim yang bekerja sama dengan penulis yakni Salsa Yosrika Putri, Najla Dhifa Tofanny, Marina Triemuryati, Sinta Perdani dan Audra.

Penulis mengharapkan kritik dan saran terkait penulisan seminar hasil penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih atas setiap masukan yang diberikan dengan setulus hati.

Padang, 4 Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Luka dan Penyebab Infeksi Luka	6
B. Inflamasi	7
C. Antiinflamasi	10
D. Metode Uji Aktivitas Antiinflamasi	13
E. Protein	15
F. Darah	18
G. Antioksidan	20
H. Metode Uji Kadar Total Fenolik dan Flavonoid	22
I. Ekstrak Daun Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>)	24
J. Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Sambiloto	27
K. Ekstraksi	37
L. Instrumen <i>Elisa Reader</i>	38
BAB III METODE PENELITIAN	39
A. Waktu dan Tempat	39
B. Variabel Penelitian	39
C. Rancangan Penelitian	41
D. Alat dan Bahan	42
E. Prosedur Kerja	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
A. Hasil Uji Fitokimia Daun Sambiloto	54
B. Perbandingan Hasil Ekstrak Daun Sambiloto dengan Metode <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	55
C. Perbandingan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Daun Sambiloto	56
D. Penentuan Kadar Total Fenolik dan Kadar Total Flavonoid pada Ekstrak Daun Sambiloto	60
E. Perbandingan Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Daun Sambiloto dalam Melindungi Sel Darah Merah dari Proses Lisis	63
F. Perbandingan Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Daun Sambiloto dalam Melindungi Protein dari Proses Denaturasi	65
BAB V PENUTUP	69
A. Kesimpulan	69
B. Saran	70

DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Infeksi Luka.....	6
Gambar 2. Proses Inflamasi	8
Gambar 3. Mekanisme inflamasi	9
Gambar 4. Senyawa Polifenol sebagai Antiinflamasi	12
Gambar 5. Interaksi Protein dengan senyawa Polifenol	17
Gambar 6. Struktur Membran Sel Darah Merah	19
Gambar 7. Prinsip Kerja Antioksidan DPPH	21
Gambar 8. Reaksi pada Uji Kadar Total Fenolik	22
Gambar 9. Reaksi pada Uji Kadar Total Flavonoid	24
Gambar 10. Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>).....	25
Gambar 11. Lokasi Metabolit Sekunder di dalam Sel	27
Gambar 12. Struktur Senyawa Alkaloid.....	29
Gambar 13. Reaksi Uji Fitokimia Alkaloid	29
Gambar 14. Struktur Senyawa Flavonoid	30
Gambar 15. Reaksi Uji Fitokimia Flavonoid	31
Gambar 16. Struktur Senyawa Terpenoid	32
Gambar 17. Reaksi Uji Fitokimia Terpenoid	32
Gambar 18. Struktur Senyawa Saponin	34
Gambar 19. Reaksi Uji Fitokimia Saponin	34
Gambar 20. Struktur Senyawa Tanin	36
Gambar 21. Reaksi Uji Fitokimia Tanin	36
Gambar 22. Struktur Senyawa Fenolik	37
Gambar 23. <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	38
Gambar 24. Instrumen <i>Elisa reader</i>	39
Gambar 25. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sambiloto.....	57
Gambar 26. Kadar Total Fenolik dan Flavonoid Ekstrak Daun Sambiloto	61
Gambar 27. Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Daun Sambiloto Metode Stabilisasi Sel Darah Merah	64
Gambar 28. Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Daun Sambiloto Metode Denaturasi Protein.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Bakteri dan Jamur Penyebab Infeksi Luka.....	7
Tabel 2. Bioaktivitas Daun Sambiloto	26
Tabel 3. Target Penelitian.....	39
Tabel 4. Rancangan Penelitian Tahap 1	41
Tabel 5. Rancangan Penelitian Tahap 2	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Penelitian	79
Lampiran 2. Persiapan reagen	80
Lampiran 3. Preparasi Sampel	83
Lampiran 4. <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	84
Lampiran 5. Uji Fitokimia	85
Lampiran 6. Uji Aktivitas Antioksidan	88
Lampiran 7. Uji Kandungan Total Fenolik	90
Lampiran 8. Uji Kandungan Total Flavonoid	91
Lampiran 9. Uji Proteksi Denaturasi Protein	92
Lampiran 10. Uji Stabilitas Membran Sel Darah Merah	94
Lampiran 11. Perhitungan	97
Lampiran 12. Hasil Uji Pendahuluan	100
Lampiran 13. Anggaran Penelelitian.....	103
Lampiran 14. Hasil Ekstraksi Daun Sambiloto dengan Metode UAE.....	104
Lampiran 15. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sambiloto.....	105
Lampiran 16. Hasil Uji Statiska ANOVA Antioksidan Ekstrak Daun Sambiloto	110
Lampiran 17. Hasil Uji Kadar Total Fenolik Ekstrak Daun Sambiloto	111
Lampiran 18. Hasil Statistika ANOVA TPC Ekstrak Daun Sambiloto.....	112
Lampiran 19. Hasil Uji Kadar Total Flavonoid Ekstrak Daun Sambiloto	113
Lampiran 20. Hasil Uji Statistika Anova TFC Ekstrak Daun Sambiloto.....	114
Lampiran 21. Hasil Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Daun Sambiloto dalam Melindungi Sel Darah Merah	115
Lampiran 22. Hasil Uji Statiska ANOVA Proteksi Membran Sel Darah Merah Ekstrak Daun Sambiloto.....	120
Lampiran 23. Hasil Uji Aktivitas Antiinflamasi Proteksi Denaturasi protein.....	121
Lampiran 24. Hasil Uji Statistika ANOVA Proteksi Denaturasi Protein Ekstrak Daun Sambiloto	126
Lampiran 25. Dokumentasi Penelitian.....	127

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Luka Adalah kondisi terjadinya kerusakan pada jaringan kulit yang menyebabkan gangguan terhadap struktur dan fungsi anatomi tubuh. Berdasarkan waktu serta mekanisme penyembuhannya, luka terbagi menjadi dua jenis, yaitu luka akut dan luka kronis (Etty dkk., 2021). Luka akut biasanya timbul akibat faktor eksternal seperti benturan dengan benda keras atau tajam, tembakan, maupun tindakan pembedahan. Sebaliknya, luka kronis merupakan luka yang proses penyembuhannya berlangsung lambat dan umumnya membutuhkan waktu lebih dari 12 minggu. Kondisi ini sering terjadi karena adanya gangguan fisiologis, kurangnya penanganan medis yang tepat, serta infeksi yang berlangsung terus-menerus (Purnama, dkk., 2017).

Infeksi luka merupakan salah satu masalah kesehatan yang kerap ditemui dan dapat menimbulkan komplikasi serius bila tidak ditangani dengan baik. Infeksi luka pasca operasi merupakan permasalahan yang banyak ditemukan di lingkungan medis. Atira, dkk (2021) menyatakan bahwa 17 orang dari 30 orang pasien pasca operasi apendikotomi mengalami infeksi luka operasi. Pasien yang terkena infeksi disebabkan oleh minimnya pengetahuan tim medis maupun keluarga dalam melakukan perawatan luka pasca operasi (Atira, dkk, 2021). Infeksi ini disebabkan oleh invasi asing mikroorganisme seperti bakteri atau jamur yang masuk ke area luka, yang berpotensi menimbulkan inflamasi atau peradangan dan dapat berkembang menjadi penyakit yang lebih berat. Mikroorganisme yang telah masuk akan menyebabkan kerusakan-kerusakan pada sel-sel sehat dalam tubuh.

Peradangan (inflamasi) merupakan mekanisme pertahanan tubuh untuk melindungi jaringan dari kerusakan yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme, paparan bahan kimia, atau trauma fisik (Harikrishnan dkk., 2018). Dalam prosesnya, terjadi kerusakan mikrovaskular, peningkatan permeabilitas pembuluh darah, serta migrasi leukosit menuju jaringan yang meradang. Gejala yang umumnya muncul yaitu panas (*calor*), kemerahan (*rubor*), bengkak (*tumor*), nyeri (*dolor*), dan gangguan fungsi (*functio laesa*) (Derbel dkk., 2023). Sistem pertahanan tubuh ini melibatkan protein plasma, leukosit yang bersirkulasi, serta sel fagosit jaringan yang berasal dari sel darah.

Rasa nyeri pada proses inflamasi disebabkan oleh rangsangan mekanik maupun kimiawi yang merusak jaringan dan menstimulasi pelepasan mediator nyeri seperti histamin, bradikinin, serotonin, dan prostaglandin. Umumnya, peradangan diatasi dengan penggunaan obat antiinflamasi yang tergolong steroid (AIS) atau non-steroid (AINS) (Burhannuddin & Karta, 2023). INS bekerja dengan menghambat enzim siklooksigenase, sedangkan AIS menekan aktivitas enzim fosfolipase A2 untuk menghambat pelepasan mediator inflamasi (Handayani dkk., 2023). Namun, penggunaan jangka panjang kedua golongan obat ini dapat menimbulkan efek samping seperti hiperglikemia, obesitas, tukak lambung, hipertensi, gangguan pada ginjal, serta masalah kardiovaskular (Sari dkk., 2024). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengobatan antiinflamasi yang berasal dari bahan alami, khususnya tumbuhan. Efektivitas terapeutik tanaman dipengaruhi oleh senyawa bioaktif yang dikandungnya, seperti antioksidan, serat pangan, prebiotik, serta senyawa fitokimia. Salah satu tanaman potensial yang diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi adalah sambiloto (*Andrographis paniculata*).

Tanaman sambiloto mengandung berbagai senyawa aktif seperti andrografolida, flavonoid, asam quinin, steroid, alkaloid, saponin, dan tanin (Wardiatiani, dkk., 2022). Kandungan tersebut mendukung aktivitas farmakologinya sebagai antioksidan, antidiabetes, antimikroba, antiinflamasi, antidiare, dan antikanker (Najib, 2019). Penelitian oleh Ruengthanoo (2025) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sambiloto secara *in vitro* dapat menghambat pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) serta menurunkan fosforilasi JNK, yang mengindikasikan aktivitas antiinflamasi kuat. Hasil tersebut memperkuat potensi sambiloto sebagai agen alami antiinflamasi yang efektif. Ekstrak etanol sambiloto secara signifikan mengurangi produksi ROS ($68.3 \pm 7.64\%$ pada $62.5 \mu\text{g} / \text{ml}$) dan menurunkan fosforilasi JNK, yang menunjukkan potensi antinflamasi (Ruengthanoo dkk., 2025).

Meskipun sudah banyak dimanfaatkan secara tradisional, penelitian ilmiah mengenai aktivitas antiinflamasi sambiloto masih terbatas. Khususnya, pengujian menggunakan metode stabilisasi membran *Human Red Blood Cell* (HRBC) dan proteksi denaturasi protein belum banyak dilakukan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk memperkuat bukti ilmiah mengenai potensi farmakologi daun sambiloto dan mengeksplorasi kandungan fitokimianya sebagai kandidat bahan aktif dalam pengembangan obat modern.

Berdasarkan uji pendahuluan yang penulis lakukan, ditemukan bahwa ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana memiliki kemampuan aktivitas antiinflamasi (Lampiran 12), dengan menggunakan metode proteksi sel darah merah dan proteksi denaturasi protein. Namun belum dilakukan uji dosis maksimal dan nilai IC_{50} dari ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun Sambiloto.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengangkat judul “Uji Aktivitas Antioksidan dan Antiinflamasi dan Antioksidan Ekstrak Daun Sambiloto (*Androgrphis paniculata*) secara *in vitro*”. Ekstraksi daun Sambiloto menggunakan tiga pelarut dengan kepolaran yang berbeda untuk mendapatkan ekstrak dengan aktivitas antiinflamasi yang terbaik.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Banyak terjadi kasus infeksi luka pasca operasi akibat kurangnya pengetahuan tim medis dan keluarga pasien mengenai perawatan luka pasca operasi.
2. Obat AIS dan AINS mampu menghambat proses inflamasi namun dapat memberikan efek samping apabila dikonsumsi terus menerus.
3. Daun sambiloto merupakan daun yang kaya akan senyawa bioaktif, akan tetapi penelitian mengenai aktivitas antiinflamasi daun sambiloto masih terbatas.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah pengujian ini berfokus pada uji aktivitas antioksidan dan antiinflamasi ekstrak daun sambiloto secara *in vitro*.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kadar antioksidan pada ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto?
2. Berapa konsentrasi fenolik dan flavonoid pada setiap ekstrak daun sambiloto?
3. Bagaimana pengaruh kemampuan ketiga ekstrak daun sambiloto dalam melindungi membran sel darah merah dari proses lisis?

4. Bagaimana pengaruh kemampuan ketiga ekstrak daun sambiloto dalam melindungi protein dari proses denaturasi protein?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kadar antioksidan pada ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto.
2. Mengetahui konsentrasasi metabolit fenolik dan flavonoid pada setiap ekstrak daun sambiloto.
3. Menentukan pengaruh kemampuan ekstrak daun sambiloto untuk melindungi membran dari proses lisis.
4. Menentukan pengaruh kemampuan ekstrak daun sambiloto untuk melindungi protein dari proses denaturasi.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menunjukkan potensi antioksidan dari ekstrak daun Sambiloto yang dapat mendukung penggunaannya sebagai bahan obat herbal.
2. Memberikan data ilmiah mengenai kemampuan ekstrak daun Sambiloto dalam menjaga stabilitas membran sel dan mencegah denaturasi protein.
3. Menyediakan informasi mengenai kandungan metabolit sekunder dari ekstrak tanaman

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai IC_{50} aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto berurutan-turut ialah $1260,82 \pm 6,73 \mu\text{g/mL}$, $1392,35 \pm 6,74 \mu\text{g/mL}$ dan $1450,55 \pm 31,57 \mu\text{g/mL}$.
2. Kadar fenolik total ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto berturut-turut ialah $19,33 \pm 2,56 \text{ mg GAE/g}$; $9,13 \pm 0,95 \text{ mg GAE/g}$ dan $5,76 \pm 0,88 \text{ mg GAE/g}$. Kadar flavonoid total ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto berturut-turut ialah $18,39 \pm 1,21 \text{ mg RE/g}$, $5,86 \pm 0,78 \text{ mg RE/g}$ dan $2,81 \pm 0,05 \text{ mg RE/g}$.
3. Nilai IC_{50} proteksi membran sel darah merah dari ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto ialah $297,04 \pm 1,25 \mu\text{g/mL}$, $469,00 \pm 27,11 \mu\text{g/mL}$ dan $1148,34 \pm 18,71 \mu\text{g/mL}$.
4. Nilai IC_{50} proteksi denaturasi protein dari ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun sambiloto ialah $140,38 \pm 9,30 \mu\text{g/mL}$, $671,45 \pm 16,53 \mu\text{g/mL}$ dan $1141,81 \pm 18,55 \mu\text{g/mL}$.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang peneliti dapatkan, berikut saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya:

1. Disarankan untuk memilih metode ekstraksi yang tepat sesuai dengan senyawa apa yang dibutuhkan untuk uji. Proses ekstraksi mempengaruhi keadaan senyawa yang terekstrak di dalam sampel.
2. Pemilihan pelarut yang tepat juga dibutuhkan untuk penghematan biaya penelitian.
3. Kedua uji aktivitas antiinflamasi yang dilakukan pada penelitian ini merupakan uji sederhana untuk melihat apakah ekstrak daun sambiloto memiliki aktivitas antiinflamasi. Uji aktivitas antiinflamasi dapat dilanjutkan dengan metode lain untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif. Seperti uji inhibisi enzim inflamasi COX/LOX serta pengukuran mediator inflamasi seperti Nitric Oxide, TNF- α dan IL-6 secara in vitro. Selain itu, penggunaan model in vivo sederhana juga dapat dipertimbangkan untuk mengonfirmasi efektivitas antiinflamasi ekstrak dalam sistem biologis yang kompleks

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, I. I., & Quax, W. J. (2017). A Glimpse into the Biosynthesis of Terpenoids. *KnE Life Sciences*, 3(5), 81. <https://doi.org/10.18502/cls.v3i5.981>
- Abdurrahmat, A. S. (2014). Luka, Peradangan dan Pemulihan.
- Alverina, C., Parisa, N., Arliansyah, R. D., & Tamzil, N. S. (2024). The Impact of Sambiloto Extract (*Andrographis paniculata*) as a Potential Antidiabetic Treatment. *Biomedical Journal of Indonesia*, 10(2), 66–71. <https://doi.org/10.32539/bji.v10i2.190>
- Aoki, T. (2017). A Comprehensive Review of Our Current Understanding of Red Blood Cell (RBC) Glycoproteins. *Membranes*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/membranes7040056>
- Apriliani, N. T. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kejibeling (*Strobilanthes crispata* L., Blume) dan Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Burm. f. Nees) dan Kombinasinya. *Jurna Kimia Riset*, 68–76.
- Arsianti, A. (2025). Phytochemistry and Antioxidant Activity of Ethanol, Ethyl Acetate, and n-Hexane Extracts of Suruhan Leaves (*Peperomia pellucida*). *Indonesian Journal of Medical Chemistry and Bioinformatics*, 4(1). <https://doi.org/10.7454/ijmcb.v4i1.1047>
- Atira, & Emy Salmiyah. (2021). Kejadian Infeksi Luka Operasi pada Pasien Post Operasi Apendektomi. 6, 2622–1055. <https://doi.org/10.33846/ghs6301>
- Balai, D., Tanaman, P., Kacang, A., Umbi, D., Kendalpayak, M., A'yun, Q., & Laily, A. N. (2015). Analisis Fitokimia Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) The Phytochemical Analysis of Papaya Leaf (*Carica papaya* L.) at The Research Center of Various Bean and Tuber Crops Kendalpayak, Malang.
- Bhambhani, S., Kondhare, K. R., & Giri, A. P. (2021). Diversity in Chemical Structures and Biological Properties of Plant Alkaloids. In *Molecules* (Vol. 26, Number 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules26113374>
- Boniface, P. K., Verma, S., Shukla, A., Khan, F., Srivastava, S. K., & Pal, A. (2014). Membrane stabilisation: A possible Anti-Inflammatory Mechanism for The Extracts and Compounds from *Spathodea campanulata*. *Natural Product Research*, 28(23), 2203–2207. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.930858>
- Burhannuddin, B., & Karta, I. W. (2023a). Uji Aktivitas Antiinflamasi Teh Cang Salak Secara In Vitro Dengan Metode Stabilisasi Membran *Human Red Blood Cell*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 10(2), 39–46. <https://doi.org/10.33096/jffi.v10i2.903>
- Butnariu, M. (2023). Physical Properties and Identification of Flavonoids by Ultraviolet-Visible Spectroscopy. *International Journal of Biochemistry & Physiology*, 8(2). <https://doi.org/10.23880/ijbp-16000239>

- Chaijan, S., Chaijan, M., Saelee, N., Uawisetwathana, U., Panya, A., Phonsatta, N., Cheong, L. Z., & Panpipat, W. (2025). Decoding The Role of Leaf Maturity In Shaping Metabolite Landscapes and Enhancing Bioactive Properties of Thai papaya (*Carica papaya L.*): Insights from in vitro analysis. *Industrial Crops and Products*, 230. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121095>
- Cushnie, T. P. T., Cushnie, B., & Lamb, A. J. (2014). Alkaloids: An Overview of Their Antibacterial, Antibiotic-Enhancing and Antivirulence Activities. In *International Journal of Antimicrobial Agents* (Vol. 44, Number 5, pp. 377–386). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2014.06.001>
- Dandu, A. M., & Inamdar, N. M. (2009). Evaluation of Beneficial Effects of Antioxidant Properties of Aqueous Leaf Extract of *Andrographis Paniculata* In Stz-Induced Diabetes. In *Pak. J. Pharm. Sci* (Vol. 22, Number 1).
- Daram, P., Jitta, S. R., Shreedhara, C. S., Misra, C. S., Gourishetti, K., & Lobo, R. (2021). Investigation of Anti-Inflammatory and Anti-Arthritic Potentials of *Terminalia catappa* Bark Using *In Vitro* Assays and Carrageenan-Induced Inflammation, Complete Freund's Adjuvant Induced Arthritis Model in Rats. *South African Journal of Botany*, 141, 313–321. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.05.010>
- Denniston, K. J. ., Topping, J. J. ., & Caret, R. L. . (2008). General, Organic, and Biochemistry. McGraw-Hill.
- Derbel, H., Elleuch, J., Mahfoudh, W., Michaud, P., Fendri, I., & Abdelkafi, S. (2023). In Vitro Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Bioactive Proteins and Peptides from *Rhodomonas sp.* *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/app13053202>
- Dodiet Aditya Setyawan, I. (n.d.). Hipotesis dan Variabel Penelitian.
- Dominguez-López, I., Pérez, M., & Lamuela-Raventós, R. M. (2024). Total (poly)phenol analysis by the Folin-Ciocalteu assay as an anti-inflammatory biomarker in biological samples. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 64, Number 27, pp. 10048–10054). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2220031>
- Donoso-Bustamante, V., Osorio, E., Arias-Santé, M. F., De Camargo, A. C., Rincón-Cervera, M. Á., Amalraj, J., Carrasco, B., Palomo, I., & Araya-Maturana, R. (2025). Antioxidant activity of sinapic acid anilides: DPPH, ABTS, FRAP, electrochemical and theoretical analysis. *LWT*, 222. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117656>
- Etty, E., Syam, Y., & Yusuf, S. (2021). Penggunaan Madu Topikal Efektif terhadap Penyembuhan Luka Kronis. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 4(2), 415–424. <https://doi.org/10.31539/jks.v4i2.1936>
- Evans, W. C. (2009). *Trease and Evans Pharmacognosy* Sixteenth Edition.

- Farida, Y., Rahmat, D., & Widia Amanda, A. (2018). Uji Aktivitas Antiinflamasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*) dengan Metode Penghambatan Denaturasi Protein (Anti-Inflammation Activity Test of Nanoparticles Ethanol Extract of Temulawak Rhizome (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*) with Protein Denaturation Inhibition Method). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 16(2), 225–230.
- Firdaus, S., Zainul Fadli, M., & Rina Bintari, Y. (2024). Aktivitas Antiinflamasi Melalui Metode Denaturasi BSA (*Bovine Serum Albumin*) Pada Ekstrak Rumput Laut Merah (*Gracilaria Verrucosa*) dengan Variasi Pelarut.
- Gede, I. P., Purwa Hita, A., Yudhistira, P., Setiawan, B., Septiari, I. G., Ngurah, G., Windra, A., Putra, W., Universitas,), Internasional, B., & Seroja Denpasar - Bali, J. (2022a). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata (Burm.f.)* Nees Terhadap *Propionibacterium acnes*. 11(1), 115–126.
- Handayani, E., Hasina, R., Zakiah, M. P., Suryani, B., Erlangga, I. B. P., & Radiartini, N. N. (2023). Uji Aktivitas Antiinflamasi Infusa Bunga Pukul Empat (*Mirabilis Jalapa L.*) Secara In Vivo. *Unram Medical Journal*, 12(2), 145–149. <https://doi.org/10.29303/jk.v12i2.4355>
- Harikrishnan, H., Jantan, I., Haque, M. A., & Kumolosasi, E. (2018). Anti-inflammatory effects of *Phyllanthus amarus Schum. & Thonn.* Through inhibition of NF-KB, MAPK, and PI3K-Akt signaling pathways in LPS-induced human macrophages. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2289-3>
- Hidayah, N., & Hafshah, M. (2023). In Vitro Anti-inflammatory Activity of Bamboo Tali Leaf (*Gigantochloa apus*) Ethanol Extract. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 12(2), 601–606. <https://doi.org/10.14421/biomedich.2023.122.601-606>
- Inabulu Veronika Maria, Widani Luh Ni, & Rasmada Sada. (2021). Faktor - Faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Infeksi Luka Setelah Dijahit Di Instalasi Gawat Darurat. *Carouls Journal of Noursing*, 4.
- Jarzębski, M., Siejak, P., Smulek, W., Fathordoobady, F., Guo, Y., Pawlicz, J., Trzeciak, T., Kowalczewski, P. Ł., Kitts, D. D., Singh, A., & Singh, A. P. (2020). Plant extracts containing saponins affects the stability and biological activity of hempseed oil emulsion system. *Molecules*, 25(11). <https://doi.org/10.3390/molecules25112696>
- Jin, W., Yang, Z., Xu, K., Liu, Q., Luo, Q., Li, L., & Xiang, X. (2025). A Comprehensive Review of Plant Volatile Terpenoids, Elucidating Interactions with Surroundings, Systematic Synthesis, Regulation, and Targeted Engineering Production. In *Biology* (Vol. 14, Number 5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/biology14050466>
- Kamarudin, A. A., Mohd. Esa, N., Saad, N., Sayuti, N. H., & Nor, N. A. (2020). Heat assisted extraction of phenolic compounds from *Eleutherine bulbosa (Mill.) bulb* and its bioactive profiles using response surface methodology.

Industrial Crops and Products, 144.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112064>

- Kaźmierczak, T., Męczarska, K., Lachowicz-Wiśniewska, S., Cyboran-Mikołajczyk, S., Oszmiański, J., & Bonarska-Kujawa, D. (2024). Protective Effect of Polyphenolic Extracts from *Hippophae rhamnoides* L. and *Reynoutria japonica* Houtt. on Erythrocyte Membrane. *Molecules*, 29(13). <https://doi.org/10.3390/molecules29133090>
- Kesuma, S., Saputri, J., Alekandra, P., Teknologi, J., Medis, L., Kemenkes, P., & Timur, K. (2023). Profil Bakteri Penginfeksi Pus Pada Luka Di Laboratorium Mikrobiologi RSUD Abdoel Wahab Sjahranie Periode Bulan Januari-Juni Tahun 2023. *Jurnal Kesehatan Tambusai*.
- Leyva-Jiménez, F. J., Lozano-Sánchez, J., de la Luz Cádiz-Gurrea, M., Arráez-Román, D., & Segura-Carretero, A. (2019). Functional ingredients based on nutritional phenolics. a case study against inflammation: Lippia genus. In *Nutrients* (Vol. 11, Number 7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu11071646>
- Li, J., & Monje-Galvan, V. (2023). In Vitro and In Silico Studies of Antimicrobial Saponins: A Review. In *Processes* (Vol. 11, Number 10). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pr11102856>
- Lu, M., Guo, Y., Ji, L., Xue, H., Li, X., & Tan, J. (2025). Insights into interactions between polyphenols and proteins and their applications: An updated overview. In *Journal of Agriculture and Food Research* (Vol. 23). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102269>
- Ludwiczuk, A., Skalicka-Woźniak, K., & Georgiev, M. I. (2017). Terpenoids. In *Pharmacognosy: Fundamentals, Applications and Strategy* (pp. 233–266). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802104-0.00011-1>
- Luo, W., Lin, H., Wu, Z., Chen, J., Chi, R., Ye, X., & Chen, J. (2021). Preparation and physicochemical properties of tannin-immobilized membrane adsorbent. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/app11209684>
- Madhusree, B., Meerim Aitmarekovna, A., & Tursunbek, O. U. (2025). Blood physiology: composition and functions. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Maharani, M., Rina Bintari, Y., & Novita Wulandari, D. (2022). Pengaruh Variasi Pelarut Metode Ultrasonic Assisted Extraction terhadap Rendemen dan Total Flavonoid dari Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*).
- Mailuhu, M., Runtuwene, M. R. J., & Koleangan, H. S. J. (2017). Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Batang Soyogik (*Saurauia bracteosa* DC). *Chem. Prog*, 10(1). <https://doi.org/10.35799/cp.10.1.2017.27737>
- Maleki, S. J., Crespo, J. F., & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. In *Food Chemistry* (Vol. 299). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124>

- MARDIANA, R. N., & HANDAYANI, N. (2017). Antibacterial activity of the sambiloto leaf extracts (*Andrographis paniculata*) to *Bacillus cereus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 14(1), 19–24. <https://doi.org/10.13057/biofar/fl40103>
- Mohandas, N., & Gallagher, P. G. (2008). Red cell membrane: Past, present, and future. *Blood*, 112(10), 3939–3948. <https://doi.org/10.1182/blood-2008-07-161166>
- Mondal, N. B., Prasad, M. R., Sirisha Mulukuri, N. V. L., Mondal, N. B., Prasad, M. R., Renuka, S., & Ramakrishna, K. (2011). Isolation of Diterpenoid Lactones from the Leaves of *Andrographis Paniculata* and Its Anticancer Activity. In *Article in International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* (Vol. 3, Number 3). www.ijppr.com
- Moran, L. A., Horton, H. R., Scrimgeour K Gray, & Perry, M. D. (2013). *Principles of biochemistry 5th edition*.
- Mubarokah, A., & Mira Kusumaningtyas, N. (2023). Penetapan Kadar Senyawa Flavonoid Ekstrak Etanol 96%, Metanol 96%, Etil Asetat 96% Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata K.Schum*) Dengan Spektrofotometri Uv-Vis. In *®Jurnal Ilmiah Global Farmasi*.
- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan, VII*.
- Najib, S. Z. (2019). Pharmacological Activities of *Andrographis paniculata*. *Jurnal Info Kesehatan*, 9(2). <https://www.greeners.co/flora->
- N.K. Wardiatiani, & Larasanty. (2022). Identifikasi Kandungan Kimia Ekstrak Terpurifikasi Herba Sambiloto.
- Nugraha, N. D., Sukma Sanjiwani, N. M., & Wahyu Udayani, N. N. (2024). Pengujian Fitokimia dan Penentuan Kadar Senyawa Saponin Pada Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*). *Usadha*, 3(1), 8–13. <https://doi.org/10.36733/usadha.v3i1.7345>
- Ode Hardiansyah, L., Muslihin, A., Arum Astuti, R., Studi Farmasi, P., Sains Terapan, F., Pendidikan Muhammadiyah Sorong, U., & Author, C. (2024). Studi In Vitro Ekstrak Kulit Batang Tali Kuning (*A. Cocculus*) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Kesehatan Tambusai*.
- Ozdal, T., Capanoglu, E., & Altay, F. (2013). A review on protein-phenolic interactions and associated changes. In *Food Research International* (Vol. 51, Number 2, pp. 954–970). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.009>
- Prasasti, E., Rachmani, N., Tuti, D., & Suhesti, S. (2016). Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Herba Sambiloto (*Andrographis paniculata*). In *Media Pharmaceutica Indonesiana* (Vol. 1, Number 2).
- Purnama, H., & Ratnawulan, S. (2017). Proses Penyembuhan dan Perawatan Luka.

- Ramonah, D. (2023). Determination of total phenolic and flavonoid content of *Andrographis paniculata*, *Zingiber officinale* and their combinations. *Media Farmasi Indonesia*, 18(1), 8–16. <https://doi.org/10.53359/mfi.v18i1.213>
- Rivai, H., & Dian Handayani, dan. (2010). Karakterisasi Ekstrak Spon Laut *Axinella carteri* Dendy Secara Fisika, Kimia Dan Fisikokimia. In *Jurnal Farmasi Higea* (Vol. 2, Number 1).
- Ruengthanoo, P. M., Changthong, A., Sriraj, P., Prathumtet, J., Laikaew, N., & Aukkanimart, R. (2025). Anti-inflammatory effects of *Andrographis paniculata* (Fah Talai Jone) via TNF α -JNK pathway and bioactive compound identification. *Phytomedicine Plus*, 5(1). <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2024.100720>
- Sangi, M., Runtuwene, M. R. J., Simbala, H. E. I., & Makang, V. M. A. (2008). Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat Di Kabupaten Minahasa Utara. In *Chem. Prog* (Vol. 1, Number 1).
- Sari, E. K., Anantarini, N. P. D., & Dellima, B. R. E. M. (2024). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus L.*) Secara In Vitro Dengan Metode HRBC (*Human Red Blood Cell*). *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 1–17. <https://doi.org/10.26874/kjif.v9i1.636>
- Saroya, N. T., & Solikah, W. Y. (2025). Pengaruh Variasi Jenis Pelarut Terhadap Kadar Flavonoid dan Fenolik Total Ekstrak Etanol Umbi Lobak Putih. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*.
- Schilrreff, P., & Alexiev, U. (2022). Chronic Inflammation in Non-Healing Skin Wounds and Promising Natural Bioactive Compounds Treatment. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 23, Number 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms23094928>
- Seniwyaty, Raihanah, Ika Kusuma Nugraheni, & Dewi Umaningrum. (2009). Skrining Fitokimia Dari Alang-Alang (*Imperta Cylindrica L.Beauv*) DAN Lidah Ular (*Hedyotis Corymbosa L. Lamk*). *Sains Dan Terapan Kimia*, 3, 124–136.
- Shalihah, A., Christianty, F. M., & Fajrin, F. A. (2021). Anti inflammatory Activity of the Ethanol Extract of Cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) Bark using Membrane Stabilization Method and Protein Denaturation. In *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal Homepage* (Vol. 1, Number 1). <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/>
- Shamsudin, N. F., Ahmed, Q. U., Mahmood, S., Shah, S. A. A., Khatib, A., Mukhtar, S., Alsharif, M. A., Parveen, H., & Zakaria, Z. A. (2022). Antibacterial Effects of Flavonoids and Their Structure-Activity Relationship Study: A Comparative Interpretation. In *Molecules* (Vol. 27, Number 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules27041149>
- Shitan, N. (2016). Secondary metabolites in plants: Transport and self-tolerance mechanisms. In *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* (Vol. 80,

- Number 7, pp. 1283–1293). Japan Society for Bioscience Biotechnology and Agrochemistry. <https://doi.org/10.1080/09168451.2016.1151344>
- Sieniawska, E., & Baj, T. (2017). Tannins. In *Pharmacognosy: Fundamentals, Applications and Strategy* (pp. 199–232). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802104-0.00010-X>
- Sikumalay, A., Suharti, N., & Masri, M. (2016). Efek Antibakteri dari Rebusan Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) dan Produk Herbal Sambiloto Terhadap *Staphylococcus Aureus*. In *Jurnal Kesehatan Andalas* (Vol. 5, Number 1). <http://jurnal.fk.unand.ac.id>
- Simões, D., Miguel, S. P., Ribeiro, M. P., Coutinho, P., Mendonça, A. G., & Correia, I. J. (2018). Recent advances on antimicrobial wound dressing: A review. In *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* (Vol. 127, pp. 130–141). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2018.02.022>
- Sinaga, L., Suryanto, D., & Lesmana, I. (2015). Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis Paniculata*) dalam Mengendalikan Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda* dan Jamur *Saprolegnia* sp. Secara In Vitro.
- Sultana, S., Lawag, I. L., Lim, L. Y., Foster, K. J., & Locher, C. (2024). A Critical Exploration of the Total Flavonoid Content Assay for Honey. *Methods and Protocols*, 7(6). <https://doi.org/10.3390/mps7060095>
- Teguh Rahayu, S., Aulia Pratiwi, A., Putri Utami, T., & Rina Yanti EFF, A. (2025). Pengaruh Pelarut Terhadap Kadar Total Fenol Dan Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tanaman Sarang Semut (*Myrmecodia erinaceae* Becc.) The Effect of Solvents on Total Phenolic and Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Ant Plant (*Myrmecodia erinaceae* Becc.) Extract. In *Archives Pharmacia* (Vol. 7, Number 1).
- Twaij, B. M., & Hasan, M. N. (2022). Bioactive Secondary Metabolites from Plant Sources: Types, Synthesis, and Their Therapeutic Uses. *International Journal of Plant Biology*, 13(1), 4–14. <https://doi.org/10.3390/ijpb13010003>
- Ulum, M., Sari, N., Amini, W., & Sudrajat, H. (2022). Extraction Method of Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) of Robusta Coffee Skin Waste using 96% Ethanol Solution in Tanah Wulan Village, Maesan District, *Journal Of Biobased Chemicals Bondowoso Regency* (Vol. 2).
- Vuolo, M. M., Lima, V. S., & Maróstica Junior, M. R. (2019). Phenolic Compounds. In *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications* (pp. 33–50). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00002-5>
- Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zandile, M., Duan, Y., Ma, H., & Luo, X. (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review. In *Ultrasonics Sonochemistry* (Vol. 48, pp. 538–549). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.07.018>
- Yang, J., Wu, Y., Wang, H., Yang, W., Xu, Z., Liu, D., Chen, H. J., & Zhang, D. (2022). An Improved Automated High-Throughput Efficient Microplate

Reader for Rapid Colorimetric Biosensing. *Biosensors*, 12(5).
<https://doi.org/10.3390/bios12050284>

Yesmin, S., Paul, A., Naz, T., Rahman, A. B. M. A., Akhter, S. F., Wahed, M. I. I., Emran, T. Bin, & Siddiqui, S. A. (2020). Membrane stabilization as a mechanism of the anti-inflammatory activity of ethanolic root extract of Choi (*Piper chaba*). *Clinical Phytoscience*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40816-020-00207-7>

Zhao, Q., Zhu, L., Wang, S., Gao, Y., & Jin, F. (2023). Molecular mechanism of the anti-inflammatory effects of plant essential oils: A systematic review. In *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 301). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115829>