

SKRIPSI

**PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BENTUK
EKSTRAK DAN NANOFIBER DARI EKSTRAK ETANOL
BATANG KAYU KUNING (*Arcangelisia flava*)**



**MEUTIA KAMILATUN NUHA AP IDJAN
04011182126045**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SKRIPSI

PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BENTUK EKSTRAK DAN NANOFIBER DARI EKSTRAK ETANOL BATANG KAYU KUNING (*Arcangelisia flava*)

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran (S.Ked)



MEUTIA KAMILATUN NUHA AP IDJAN
04011182126045

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

HALAMAN PENGESAHAN

PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BENTUK EKSTRAK DAN NANOFIBER DARI EKSTRAK ETANOL BATANG KAYU KUNING (*Arxangelisia flava*)

LAPORAN AKHIR SKRIPSI
Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran (S. Ked)

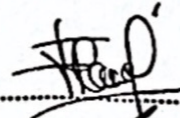
Oleh:
MEUTIA KAMILATUN NUHA AP IDJAN
04011182126045.

Palembang, 29 Oktober 2024
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

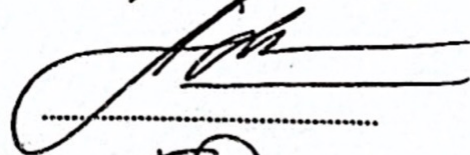
Pembimbing I
dr. Subandrate, M.Biomed
NIP. 198405162012121006



Pembimbing II
Fatmawati, S.Si, M.Si
NIP. 197009091995122002



Penguji I
dr. Liniyanti D Oswari, MNS., M.Sc
NIP. 195601221985032004



Penguji II
dr. Eka Handayani Oktharina, Sp. OG
NIP. 198710112020122009



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter

Wakil Dekan I



Dr. dr. Susilawati, M. Kes
NIP 197802272010122001

Prof. Dr.dr. Irfannudin, Sp.KO., M.Pd.Ked
NIP 197306131999031001

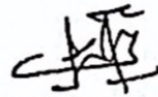
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Perbandingan Aktivitas Antioksidan Bentuk Ekstrak dan Nanofiber dari Ekstrak Etanol Batang Kayu kunign (*Arcangelisia flava*)" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Pendidikan Dokter Umum Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Oktober 2024

Palembang, 29 Oktober 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

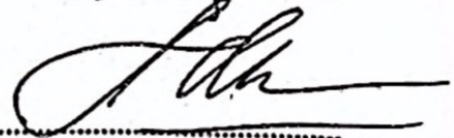
Pembimbing I
dr. Subandrate, M.Biomed
NIP. 198405162012121006



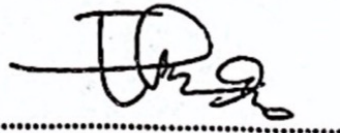
Pembimbing II
Fatmawati, S.Si, M.Si
NIP. 197009091995122002



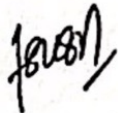
Penguji I
dr. Liniyanti D Oswari, MNS., M.Sc
NIP. 195601221985032004



Penguji II
dr. Eka Handayani Oktharina, Sp.OG
NIP. 198710112020122009



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter



Dr. dr. Susilawati, M. Kes
NIP 197802272010122001

Wakil Dekan I

Prof. Dr.dr. Irfannudin, Sp.KO.,M.Pd.Ked
NIP 197306131999031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan

NIM : 04011182126045

Judul : Perbandingan Aktivitas Antioksidan Bentuk Ekstrak dan Nanofiber dari Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava*)

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi 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, 29 Oktober 2024



Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan

ABSTRAK

PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BENTUK EKSTRAK DAN NANOFIBER DARI EKSTRAK ETANOL BATANG KAYU KUNING (*Arcangelisia flava*)

(Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan, 29 Oktober 2024, 76 Halaman)
Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

Latar Belakang. Kayu kuning (*Arcangelisia flava*) sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional karena kandungan antioksidannya dan potensinya sebagai obat herbal untuk berbagai penyakit, termasuk infeksi dan peradangan. Namun, kajian tentang penggunaan ekstrak kayu kuning dalam membran nanofiber untuk meningkatkan senyawa aktif masih jarang dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang kayu kuning dalam bentuk ekstrak murni dan nanofiber.

Metode. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Penelitian dilakukan di laboratorium secara *in vitro* dengan melakukan uji aktivitas antioksidan bentuk ekstrak dan nanofiber dari ekstrak etanol batang kayu kuning. Ekstraksi kayu kuning dilakukan dengan menggunakan metode maserasi, sedangkan membran nanofiber dibuat dengan metode elektrospinning. Kadar total fenol diukur dengan metode FolinCiocalteu, dan flavonoid dengan metode kuersetin, pada konsentrasi 0, 20, 40, 60, dan 80 ppm. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dilakukan pada konsentrasi 2, 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm untuk ekstrak etanol dan nanofiber. Hasil diinterpretasikan melalui nilai IC_{50} , yang menunjukkan konsentrasi penghambatan 50% radikal bebas.

Hasil. Kadar total fenol dalam ekstrak etanol batang *Arcangelisia flava* mencapai $19,31 \pm 0,014$ mg GAE/g, sedangkan pada nanofiber meningkat menjadi 36,49 mg GAE/g. Kadar flavonoid dalam ekstrak etanol tercatat 12,63 mg QE/g, sedangkan dalam nanofiber mencapai $142,55 \text{ mg} \pm 0,066$ QE/g. Uji DPPH menunjukkan bahwa ekstrak etanol memiliki IC_{50} 63,01 ppm, menandakan aktivitas antioksidan yang kuat, sementara nanofiber menunjukkan IC_{50} lebih rendah, yaitu 49,12 ppm, yang tergolong sangat kuat.

Kesimpulan. Nanofiber yang mengandung ekstrak etanol batang *Arcangelisia flava* menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan ekstrak murni, memperkuat potensi penggunaan nanoteknologi untuk meningkatkan efektivitas senyawa aktif dalam aplikasi terapeutik.

Kata Kunci. *Arcangelisia flava*, nanofiber, kadar total fenol, kadar total flavonoid, antioksidan

Pembimbing I



dr. Subandrate, M.Biomed
NIP. 198405162012121006

Pembimbing II



Fatmawati, S.Si, M.Si
NIP. 197009091995122002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Dokter



Dr. dr. Susilawati, M. Kes
NIP 197802272010122001

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY IN EXTRACT AND NANOFIBER FORMS OF ETHANOL EXTRACT OF YELLOW WOOD STEM (*Arcangelisia flava*)

(Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan, 29 October 2024, 76 Pages)
Faculty of Medicine, Sriwijaya University

Background. *Arcangelisia flava* (commonly known as yellow wood) has been traditionally utilized for its antioxidant properties and potential as an herbal remedy for various diseases, including infections and inflammation. However, studied focusing on the application of yellow wood extract in nanofiber membranes to enhance its active compounds are still limited. This study aims to compare the antioxidant activity of ethanol extracts from yellow wood stems in pure extract form and nanofiber form.

Methods. An experimental study was conducted in vitro to test the antioxidant activity of the extract and its nanofiber form. The extraction of *A. flava* stem was performed through maceration, while nanofibers were created via electrospinning. Total phenolic content was measured using the Folin-Ciocalteu method, and flavonoid content with the quercetin method at concentrations of 0, 20, 40, 60, and 80 ppm. Antioxidant activity was analyzed using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method at concentrations of 2, 5, 10, 15, 20, and 25 ppm, and results were interpreted by IC₅₀ values.

Results. The total phenol content in the ethanol extract of *Arcangelisia flava* was $19,31 \pm 0,014$ mg GAE/g, while in nanofibers it increased to 36.49 mg GAE/g. Flavonoid content in the ethanol extract was $12,63 \pm 0,178$ mg QE/g, whereas in nanofibers it reached $142,55 \pm 0,066$ mg QE/g. The DPPH test showed that the ethanol extract had an IC₅₀ value of 63.01 ppm, indicating strong antioxidant activity, while the nanofibers demonstrated a lower IC₅₀ value of 49.12 ppm, signifying even stronger antioxidant activity.

Conclusion. Nanofibers containing *Arcangelisia flava* ethanol extract exhibited stronger antioxidant activity compared to the pure extract, reinforcing the potential application of nanotechnology to enhance the efficacy of active compounds in therapeutic use.

Keywords. *Arcangelisia flava*, nanofiber, total phenol content, total flavonoid content, antioxidant activity

Pembimbing I



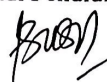
dr. Subandrate, M.Biomed
NIP. 198405162012121006

Pembimbing II



Fatmawati, S.Si, M.Si
NIP. 197009091995122002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Dokter



Dr. dr. Susilawati, M. Kes
NIP 197802272010122001

RINGKASAN

PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BENTUK EKSTRAK DAN NANOFIBER DARI EKSTRAK ETANOL BATANG KAYU KUNING (*Arcangelisia flava*)

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 29 Oktober 2024

Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan; Dibimbing oleh dr. Subandrate, M.Biomed dan Fatmawati, S.Si, M.Si

Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya
xix + 76 halaman, 8 tabel, 17 gambar, 25 lampiran

Batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*) telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional di Asia Tenggara karena kandungan fenol dan flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan. Penelitian ini membandingkan aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang kayu kuning dalam bentuk ekstrak murni dan nanofiber yang dihasilkan melalui metode elektrospinning untuk mengatasi stres oksidatif penyebab penyakit degeneratif. Teknologi nanofiber meningkatkan luas permukaan dan interaksi biologis senyawa aktif, sehingga meningkatkan efektivitas terapeutiknya. Proses elektrospinning menghasilkan serat nanometer yang mempermudah akses senyawa aktif ke lingkungan biologis dan mempercepat interaksi dengan radikal bebas. Kandungan fenol dan flavonoid serta aktivitas antioksidan diukur dengan metode DPPH. Hasil menunjukkan bahwa nanofiber mengandung 36,49 mg GAE/g fenol dan 142,55 mg \pm 0,066 QE/g flavonoid, sedangkan ekstrak murni mengandung 19,31 \pm 0,014 mg GAE/g fenol dan 12,63 \pm 0,178 mg QE/g flavonoid. Uji DPPH menunjukkan IC₅₀ nanofiber 49,12 ppm (antioksidan sangat kuat), sementara ekstrak murni memiliki IC₅₀ 63,01 ppm (antioksidan kuat). Peningkatan kandungan senyawa aktif dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi pada nanofiber menunjukkan bahwa teknologi nanofiber memperkuat efektivitas senyawa aktif kayu kuning dalam menangkal radikal bebas. Kesimpulannya, teknologi nanofiber meningkatkan efektivitas senyawa aktif kayu kuning sebagai antioksidan dan memperkuat potensinya dalam aplikasi terapeutik, khususnya dalam pencegahan dan pengobatan penyakit terkait stres oksidatif.

Kata Kunci: *Arcangelisia flava*, nanofiber, kadar total fenol, kadar total flavonoid, antioksidan

Kepustakaan: 102

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY IN EXTRACT AND NANOFIBER FORMS OF ETHANOL EXTRACT OF YELLOW WOOD STEM (*Arcangelisia flava*)

Scientific Paper in the form of Skripsi, October 29, 2024

Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan; Supervised by dr. Subandrate, M.Biomed and Fatmawati, S.Si, M. Si

Medical Education Study Program, Faculty of Medicine, Sriwijaya University
xix + 76 pages, 8 tables, 17 pictures, 25 attachments

Arcangelisia flava has been traditionally used in Southeast Asia for its phenolic and flavonoid content, which exhibit potential antioxidant properties. This study aims to compare the antioxidant activity of ethanol extract from *A. flava* bark in both its pure extract form and nanofiber form, produced through electrospinning, to mitigate oxidative stress associated with degenerative diseases. Nanofiber technology enhances the surface area and biological interaction of active compounds, thereby improving their therapeutic efficacy. The electrospinning process generates nanometer-sized fibers, facilitating easier access of active compounds to biological environments and accelerating their interaction with free radicals. The phenolic and flavonoid contents, along with antioxidant activity, were measured using the DPPH assay. Results show that the nanofiber contains 36.49 mg GAE/g phenolic compounds and 142.55 mg \pm 0.066 QE/g flavonoids, whereas the pure extract contains 19.31 \pm 0.014 mg GAE/g phenolic compounds and 12.63 \pm 0.178 mg QE/g flavonoids. DPPH assay results revealed an IC₅₀ of 49.12 ppm for the nanofiber (strong antioxidant) and 63.01 ppm for the pure extract (moderate antioxidant). The enhanced active compound content and higher antioxidant activity in the nanofiber indicate that nanofiber technology significantly improves the effectiveness of *A. flava*'s active compounds in neutralizing free radicals. In conclusion, nanofiber technology enhances the antioxidant efficacy of *A. flava*, strengthening its potential in therapeutic applications, particularly in the prevention and treatment of oxidative stress-related diseases.

Keywords: *Arcangelisia flava*, nanofiber, total phenol content, total flavonoid content, antioxidant activity

Citation: 102

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan

NIM : 04011182126045

Judul : Perbandingan Aktivitas Antioksidan Bentuk Ekstrak dan Nanofiber
dari Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava*)

Memberi izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 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, 29 Oktober 2024



Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan
NIM. 04011182126045

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-nya dan kesehatan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi yang berjudul: “Perbandingan Aktivitas Antioksidan Bentuk Ekstrak dan Nanofiber dari Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava*)”. Laporan akhir skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat guna mencapai gelar sarjana kedokteran pada Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Penulisan skripsi ini dapat terselesaikan berkat bimbingan, dukungan, motivasi, serta segala bentuk bantuan yang ditujukan kepada saya. Saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan, kelancaran, dan kemudahan dalam semua urusan di hidup saya;
2. dr. Subandrate, M.Biomed selaku pembimbing I dan Ibu Fatmawati, S.Si, M.Si sebagai pembimbing, serta dr. Liniyanti D. Oswari, MNS., M.Sc dan dr. Eka Handayani Oktharina, Sp.OG sebagai penguji, yang telah memberikan waktu, tenaga, masukan, dan arahan dalam pembuatan laporan usulan skripsi;
3. Orang tua saya, Alm. Dr. Jaidan Jauhari dan Prof. Ida Sriyanti, keluarga besar, serta sahabat dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan, doa, cinta, dan semangat yang tak ternilai sepanjang perjalanan penyusunan skripsi ini.

Saya selaku penulis dari usulan penelitian skripsi ini menyadari bahwa masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu, besar harapan saya mendapatkan kritik dan saran bagi usulan ini untuk hasil yang lebih baik kedepannya. Saya harap penelitian ini dapat memberikan manfaat di kemudian hari.

Palembang, 29 Oktober 2024



Meutia Kamilatun Nuha AP Idjan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Tujuan Umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1 Manfaat Teoritis	5
1.4.2 Manfaat Klinis.....	5
1.4.3 Manfaat Masyarakat.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Stress Oksidatif.....	6
2.2 <i>Reactive Oxygen Species</i> (ROS).....	6
2.2.1 Definisi <i>Reactive Oxygen Species</i> (ROS).....	6
2.2.2 Pembentukan <i>Reactive Oxygen Species</i> (ROS)	7

2.2.3	Dampak <i>Reactive Oxygen Species</i> (ROS) bagi Tubuh	9
2.3	Antioksidan.....	10
2.3.1	Definisi Antioksidan	10
2.3.2	Klasifikasi Antioksidan.....	10
2.3.3	Mekanisme Antioksidan Melawan Radikal Bebas	10
2.3.4	Uji DPPH <i>Scavenging Activity</i> pada Antioksidan.....	11
2.4	Tanaman Herbal yang Berpotensi sebagai Antioksidan.....	12
2.5	Kayu Kuning (<i>Arcangelisia flava</i>).....	13
2.5.1	Taksonomi Kayu Kuning (<i>Arcangelisia flava</i>).....	13
2.5.2	Persebaran Kayu Kuning (<i>Arcangelisia flava</i>)	13
2.5.3	Morfologi Kayu Kuning (<i>Arcangelisia flava</i>).....	14
2.5.5	Manfaat dari <i>Arcangelisia flava</i>	15
2.5.6	Penelitian yang Terkait dengan <i>Arcangelisia flava</i>	15
2.7	Senyawa Metabolit Sekunder sebagai Antioksidan.....	16
2.7.1	Fenol.....	16
2.7.2	Flavonoid.....	17
2.7.3	Alkaloid.....	18
2.7.4	Saponin.....	19
2.7.5	Tanin	20
2.7.6	Triterpenoid.....	21
2.8	Simplisia	22
2.9	Ekstraksi	22
2.9.1	Ekstraksi Dingin.....	23
2.9.2	Ekstraksi Panas.....	24
2.10	Nanofiber sebagai Pembawa Obat.....	24
2.11	<i>Electrospinning</i>	25
	BAB 3 METODE PENELITIAN.....	27
3.1	Jenis Penelitian	27
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.3	Objek Penelitian.....	27
3.4	Variabel Penelitian.....	27
3.4.1	Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	27
3.4.2	Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>).....	27
3.5	Definisi Operasional	28

3.6	Alat dan Bahan	30
3.6.1	Alat.....	30
3.6.2	Bahan.....	30
3.7	Prosedur Kerja	30
3.7.1	Pembuatan Simplisia Batang Kayu Kuning.....	30
3.7.2	Ekstraksi Etanol	30
3.7.3	Pembuatan Nanofiber.....	31
3.7.4	Uji Fitokimia	31
3.7.5	Uji Kadar Total Fenol, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan	32
3.8	Cara Pengumpulan Data	35
3.9	Cara Pengolahan dan Analisis Data.....	35
3.10	Alur Kerja Penelitian	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil.....	37
4.1.1	Ekstraksi Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	37
4.1.2	Membran Nanofiber Ekstrak Etanol Kayu Kuning.....	37
4.1.3	Skrining Fitokimia	39
4.1.4	Kadar Total Fenol	40
4.1.5	Kadar Total Flavonoid	40
4.1.6	Aktivitas Antioksidan.....	41
4.2	Pembahasan	44
4.2.1	Ekstraksi Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	44
4.2.2	Skrining Fitokimia	44
4.2.3	Kadar Total Fenol	45
4.2.4	Kadar Total Flavonoid	47
4.2.5	Aktivitas Antioksidan.....	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN.....		62
BIODATA		76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Aktivitas Antioksidan Tanaman dengan Metode DPPH	12
Tabel 3.1 Definisi Operasional.....	28
Tabel 4.1 Hasil Rendeman Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning.....	37
Tabel 4.2 Hasil Uji Fitokimia.....	39
Tabel 4.3 Kadar Total Fenol Ekstrak dan Nanofiber Ekstrak Batang Kayu Kuning <i>Arcangelisia flava</i>)	40
Tabel 4.4 Kadar Total Flavonoid Ekstrak dan Nanofiber Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning (<i>Arcangelisia flava</i>)	41
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Persen Inhibisi, Persamaan Regresi, dan IC ₅₀	43
Tabel 4.6 Tingkat Kekuatan Antioksidan.....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme Superoksida Dismutase (SOD) dalam Mengkatalisis Radikal Superoksida (O_2^-).....	7
Gambar 2.2 Bagan Pembentukan <i>Reactive Oxygen Species</i> (ROS)	8
Gambar 2.3 Kerusakan yang Disebabkan ROS oleh di Dalam Sel.....	9
Gambar 2.4 Mekanisme <i>Scavenging</i> DPPH oleh antioksidan (AH)	11
Gambar 2.5 Kayu Kuning (<i>Arcangelisia flava</i>)	14
Gambar 2.6 Struktur Dasar Flavonoid	16
Gambar 2.7 Mekanisme Antioksidan Fenol.....	17
Gambar 2.8 Struktur Dasar Flavonoid	18
Gambar 2.9 Struktur dari Jenis Alkaloid.....	19
Gambar 2.10 Peredaman Radikal Bebas oleh Alkaloid Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2.11 Struktur Saponin.....	20
Gambar 2.12 Struktur Kimia Tanin.....	21
Gambar 2.13 Struktur Dasar Triterpenoid.....	22
Gambar 2.14 Bagian dari Alat <i>Electrospinning</i>	26
Gambar 3.1 Alur Kerja Penelitian.....	36
Gambar 4.1 Hasil Pemintalan.....	38
Gambar 4.2 Perbandingan Persen Inhibisi Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning dan Nanofiber Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning.	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Pengenceran Larutan Batang Kayu Kuning	62
Lampiran 2. Perhitungan Pengenceran Larutan Standar Asam Galat	62
Lampiran 3. Perhitungan Pengenceran Larutan Standar Kuersetin	63
Lampiran 4. Perhitungan Pengenceran Larutan Asam Askorbat	63
Lampiran 5. Data Absorbansi Kurva Kalibrasi Asam Galat	63
Lampiran 6. Data Absorbansi Kurva Kalibrasi Kuersetin	64
Lampiran 7. Data Kadar Total Fenol Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	64
Lampiran 8. Data Kadar Total Fenol Nanofiber Ekstrak	64
Lampiran 9. Data Kadar Total Flavonoid Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	64
Lampiran 10. Data Kadar Total Flavonoid Nanofiber Ekstrak	65
Lampiran 11. Data Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	65
Lampiran 12. Data Aktivitas Antioksidan Nanofiber Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	65
Lampiran 13. Data Aktivitas Antioksidan Asam Askorbat	65
Lampiran 14. Kurva Kalibrasi Asam Galat	66
Lampiran 15. Kurva Kalibrasi Kuersetin	66
Lampiran 16. Persamaan Garis Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	66
Lampiran 17. Persamaan Garis Nanofiber Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning	67
Lampiran 18. Persamaan Garis Asam Askorbat	67
Lampiran 19. Sertifikat Etik Penelitian FK Unsri	68
Lampiran 20. Surat Izin Penelitian	69
Lampiran 21. Surat Keterangan Telah Menyelesaikan Penelitian	71
Lampiran 22. Surat Persetujuan Sidang	72
Lampiran 23. Hasil Pemeriksaan <i>Similarity Checking</i> (Turnitin)	73
Lampiran 24. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	74
Lampiran 25. Biodata	76

DAFTAR SINGKATAN

AlCl ₃	: Aluminium Klorida
BDE	: <i>Bond-Dissociation Energy</i>
CA	: <i>Cellulose Acetate</i>
DPPH	: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil
EKP	: Ekstrak Kayu Kuning-PVA
Fe ²⁺	: Besi(II)
FeCl ₃	: Feri Klorida
H ₂ O ₂	: Hidrogen Peroksida
H ₂ SO ₄	: Asam Sulfat
HAT	: <i>Hydrogen Atom Transfer</i>
HCl	: Asam Klorida
IC ₅₀	: <i>Inhibition Concentration 50%</i>
IP	: <i>Ionization Potential</i>
MAPK	: <i>Mitogen-Activated Protein Kinase</i>
Na ₂ CO ₃	: Natrium Bikarbonat
NADH	: <i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Hydrogen</i>
NADPH	: <i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate</i>
NaOH	: Natrium Hidroksida
Nrf2	: <i>Nuclear Factor Erythroid 2 Related Factor</i>
OH	: Gugus Hidroksil
PANI	: Polyaniline
PVP	: Polyvinylpyrrolidone
RNS	: <i>Reactive Nitrogen Species</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
SET	: <i>Single Electron Transfer</i>
SOD	: Superoksida Dismutase
UV	: Ultraviolet

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati. Flora yang dimiliki Indonesia sangat melimpah, tersebar luas, dan sebagian besar masih tumbuh secara alami di hutan-hutan, sementara sebagian kecilnya telah dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan.¹ Flora ini termasuk tanaman obat yang dianggap memiliki potensi sekitar 7.000 dari total 30.000 spesies tumbuhan.² Masyarakat Indonesia memanfaatkan tanaman obat ini sebagai pengobatan alternatif untuk mencegah, menyembuhkan, memulihkan, atau meningkatkan kesehatan. Masyarakat kini semakin tertarik menggunakan obat tradisional karena bahan-bahan dari tumbuhan mudah diperoleh, mudah diramu, serta harganya relatif terjangkau. Kualitas dan mutu bahan yang digunakan juga perlu ditingkatkan. Salah satu tumbuhan yang memiliki khasiat obat dan menarik untuk diteliti adalah kayu kuning (*Arcangelisia flava*) karena sering dimanfaatkan sebagai ramuan tradisional oleh masyarakat Asia Tenggara, khususnya Indonesia.^{1,3,4}

Kayu kuning (*Arcangelisia flava*) sering dimanfaatkan oleh masyarakat Sumatera Selatan sebagai obat tradisional untuk mengatasi berbagai macam penyakit, misalnya antimalaria, disentri, demam, dan penyakit liver, serta antikanker.⁵ Tanaman ini mengandung berbagai senyawa kimia, di antaranya alkaloid, fenolik, flavonoid, saponin, serta tanin.⁶ Flavonoid merupakan jenis senyawa fenolik yang mendominasi, sedangkan alkaloid, saponin, dan tanin juga hadir dalam jumlah yang cukup besar.¹ Senyawa fenolik memegang peran penting dalam menetralkan senyawa radikal bebas karena memiliki gugus hidroksil yang berperan dalam proses tersebut. Penelitian lain menunjukkan bahwa *Arcangelisia flava* mengandung alkaloid (seperti berberine, jatrorrhizine, dan palmatine), triterpenoid, flavonoid, saponin, dan glikosida.⁷⁻⁹ Hampir setiap bagian dari tanaman *Arcangelisia flava* mengandung senyawa kimia yang memiliki manfaat bagi kesehatan manusia. Akar *Arcangelisia flava* mengandung senyawa seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan terpenoid. Sementara itu, batang

Arcangelisia flava mengandung berbagai senyawa kimia seperti flavonoid, alkaloid, fenolik, tanin, dan saponin, sedangkan daun *Arcangelisia flava* mengandung senyawa seperti berberin, saponin, dan flavonoid.^{6,10,11} Senyawa fenolik dan flavonoid diketahui memiliki aktivitas yang signifikan sebagai antioksidan.⁴

Antioksidan adalah zat yang mampu menetralkan radikal bebas dengan menyeimbangkan elektron yang tidak berpasangan, sehingga membentuk pasangan elektron yang stabil.¹² Radikal bebas diartikan sebagai molekul atau fragmen molekul yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan di lapisan luar atom dan cenderung menjadi netral. Radikal bebas ini terdiri dari berbagai spesies oksigen reaktif yang dapat menyerang berbagai komponen sel seperti membran lipid, asam nukleat, protein, dan enzim, menyebabkan kerusakan pada struktur serta fungsi sel.^{13,14} Di dalam tubuh, ada berbagai jenis radikal bebas, tetapi yang paling sering ditemui adalah turunan oksigen yang dikenal sebagai *reactive oxygen species* (ROS) dan turunan nitrogen yang disebut *reactive nitrogen species* (RNS).¹⁵ Dampak kerusakan sel-sel ini dapat berpengaruh pada kesehatan secara keseluruhan.¹⁶ Stress oksidatif merupakan salah satu keadaan yang timbul akibat ketidakseimbangan antara produksi *reactive oxygen species* (ROS) dan kinerja antioksidan dalam tubuh, yang kemudian dapat menjadi pemicu berbagai penyakit kronis dan peradangan.¹⁷

Secara khusus aktivitas antioksidan *Arcangelisia flava* telah terbukti secara *in vitro*. Hasil uji kadar antioksidan ekstrak etanol *Arcangelisia flava* secara *in vitro* menggunakan metode 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) sebagai radikal bebas menunjukkan bahwa tanaman ini memiliki kemampuan untuk menetralkan radikal bebas dengan *Inhibition Concentration 50%* (IC₅₀) sebesar 136,81 ppm.⁶ Selain itu, studi tahun 2015 menguji sifat ekstrak etanol dari batang *Arcangelisia flava* dengan menggunakan DPPH sebagai sumber radikal bebas. Hasilnya menunjukkan IC₅₀ sebesar 4,218 ppm.¹⁸ Dari hasil IC₅₀ tersebut menunjukkan bahwa batang *Arcangelisia flava* termasuk dalam antioksidan golongan kuat.⁶ Hal ini mengindikasikan *Arcangelisia flava* dapat menjadi sumber antioksidan yang baik karena mendonasikan elektron ke radikal bebas untuk membentuk produk stabil dan mencegah reaksi berantai.⁶

Teknik pengiriman obat yang tepat diperlukan untuk keberhasilan pemanfaatan senyawa obat, termasuk dispersi padat, miselisasi, dan *electrospinning*. *Electrospinning* adalah teknik yang paling serbaguna untuk sintesis nanofiber. Teknik ini melibatkan gaya Coulomb yang dihasilkan dari penerapan muatan listrik dan pemanjangan larutan polimer sebagai akibat dari paparan muatan listrik. Peristiwa ini mengarah pada pembentukan serat halus dan akumulasi serat ke dalam *grounded-collector*.¹⁹ Ukuran dan morfologi serat yang dihasilkan sangat dapat diatur dengan penyesuaian yang tepat pada sifat polimer (struktur, berat molekul dan taktik), larutan prekursor (viskositas dan konduktivitas), dan medan elektrostatik.^{19,20} Elektrospinning dapat memberikan kemampuan luar biasa dalam memproduksi serat mulai dari diameter yang sangat kecil hingga 10 nm atau lebih besar dan menyajikan karakteristik mekanik yang baik dengan struktur mikropori dan permukaan yang terkontrol, yang membuat serat electrospun berpotensi menunjukkan hasil yang menjanjikan sebagai sistem penghantaran obat.^{21,22} Keunggulan nanofiber sebagai pembawa obat karena memiliki karakteristik tertentu, seperti luas permukaan yang sangat tinggi sehingga dapat membantu proses pelepasan obat dimensi serat yang kecil dan porositas yang tinggi dapat meningkatkan jumlah obat yang dibawa, serta parameter fisikokimia nanofiber dapat dimodifikasi ukurannya, sehingga dapat berdampak pada peningkatan biodistribusi senyawa obat.^{23,24}

Studi telah melaporkan keberhasilan pengujian aktivitas ekstrak antioksidan murni dan ekstrak yang dimasukkan dalam membran nanofiber. Penelitian yang dilakukan di Institut Teknologi Bandung, melaporkan telah berhasil menguji aktivitas ekstrak kulit manggis (EKM) dan serat nanofiber PVP yang mengandung EKM menggunakan metode DPPH.¹⁹ Hasil menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan nanofiber dengan beberapa diameter lebih kuat dibandingkan dengan EKM murni. Nilai IC₅₀ masing-masing EKM murni dan nanofiber adalah 69,50 ± 0,24 µg/mL dan 67,76 ± 0,38 µg/mL, 65,43 ± 0,15 µg/mL, 55,45 ± 0,27 µg/mL.¹⁹ Sampel serat dengan yang memiliki diameter lebih kecil memiliki kandungan aktivitas antioksidan lebih tinggi. Hal ini terjadi karena serat memiliki permukaan yang besar sehingga memuat lebih banyak kandungan zat aktif.^{19,20} Dilaporkan dalam sebuah studi lain pada tahun

2017 bahwa aktivitas antioksidan dari membran nanofiber polyanilin lebih tinggi dibandingkan dengan film polyanilin.²³ Studi dari penelitian sebelumnya juga melaporkan ekstrak etanol pada batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava*) memiliki aktivitas antioksidan dengan katagori kuat. Namun sampai saat ini belum ditemukan laporan perbandingan hasil pengujian antioksidan dari ekstrak kayu kuning (*Arcangelisia flava*) dan nanofiber PVP yang mengandung kayu kuning (*Arcangelisia flava*). Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka akan dilakukan penelitian tentang pengujian “Perbandingan Aktivitas Antioksidan Bentuk Ekstrak dan Nanofiber dari Ekstrak Etanol Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava*)”.

1.2 Rumusan Masalah

Ekstrak etanol batang *Arcangelisia flava* telah terbukti secara *in vitro* memiliki potensi sebagai sumber antioksidan golongan kuat dan metabolit sekunder berupa flavonoid dan fenol.

1. Bagaimana hasil skrining fitokimia dari ekstrak etanol batang kayu kuning dan membran nanofiber yang mengandung ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*)?
2. Bagaimana kadar hasil uji fenol antara ekstrak etanol batang kayu kuning dan membran nanofiber yang mengandung ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*)?
3. Bagaimana kadar hasil uji flavonoid antara ekstrak etanol batang kayu kuning dan membran nanofiber yang mengandung ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*)?
4. Bagaimana perbandingan aktivitas antioksidan antara ekstrak kayu kuning murni dan membran nanofiber yang mengandung ekstrak etanol kayu kuning (*Arcangelisia flava*) berdasarkan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Dibandingkan aktivitas antioksidan bentuk ekstrak dan nanofiber dari ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*).

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Dianalisis hasil skrining fitokimia dari ekstrak etanol batang kayu kuning dan membran nanofiber yang mengandung ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*)
2. Dianalisis hasil uji fenol ekstrak etanol batang kayu kuning dan nanofiber ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*).
3. Dianalisis hasil uji flavonoid ekstrak etanol batang kayu kuning dan nanofiber ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*)
4. Dibandingkan aktivitas antioksidan ekstrak etanol kayu kuning murni dan nanofiber PVP yang mengandung ekstrak etanol kayu kuning (*Arcangelisia flava*) metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi dan menambah wawasan mengenai perbandingan uji kadar antioksidan dalam bentuk ekstrak dan nanofiber dari ekstrak etanol kayu kuning (*Arcangelisia flava*).

1.4.2 Manfaat Klinis

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu pilihan untuk pengobatan konvensional yang menggunakan antioksidan dan metabolit sekunder.

1.4.3 Manfaat Masyarakat

Diharapkan hasil penelitian ini memberikan wawasan dan pengetahuan kepada masyarakat tentang perbandingan aktivitas antioksidan bentuk ekstrak dan nanofiber dari ekstrak etanol batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Sartika Dauly A, Rahman F. The Determination of Total Flavonoid Content of Yellow Wood Extracts, from Samarkilang, Central Aceh with Various Concentrations Ethanol Using Visible Spectrophotometry Method. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*.
2. Reiza AM. Pemanfaatan obat tradisional di Indonesia: distribusi dan faktor demografis yang berpengaruh. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan [Internet]*. 2021;4(3). Available from: <https://dx.doi.org/10.18051/JBiomedKes.2021.v4.130-138>
3. Kolina J, Sumiwi SA, Levita J. Mode Ikatan Metabolit Sekunder di Tanaman Akar Kuning (*Arcangelisia flava* L.) dengan Nitrat Oksida Sintase. *FITOFARMAKA: Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2019 May 30;8(1):45–52.
4. Khumairasari A, Khumaira Sari A, Alfian R, Musiam S, Akademi Farmasi ISFI Banjarmasin R. Penetapan Kadar Fenolik Dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* Merr) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Visibel. Vol. 1, *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*.
5. Dewi W, Yamin J, Praptiwi, Arine A. Pachybasin, a Major Metabolite from Culture Broth of Endophytic Coelomyceteous AFKR-18 Fungus isolated from a Yellow Moonseed Plant, *Arcangelisia flava* (L.) Merr. *Hayati*. 2014 Jun 1;21(2):95–100.
6. Suratno S, Rizki MI, Pratama MRF. In-Vitro Study of Antioxidant Activities from Ethanol Extracts of Akar Kuning (*Arcangelisia flava*). *Jurnal Surya Medika*. 2019 Feb 22;4(2):66–71.
7. Diliarosta S, Sudarmin, Efendi A, Dillasamola D, Oktomalioputri B, Ramadhani R. Reconstruction and scientific explanation of akar kuning (*Arcangelisia flava* Merr.) from west sumatra as ethnomedicine and source of science learning. *Pharmacognosy Journal*. 2021 Jan 1;13(1):206–11.
8. Karim F, Susilawati S, Oswari LD, Dzakiyah D, Anindita F. Uji Aktivitas Antidiabetes Akar Kayu Kuning (*Arcangelisia flava*). *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan : Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*. 2020 Oct 5;7(3):35–40.
9. Karim F, Susilawati A, Oswari LD, Fadiya, Nadya. Uji Aktivitas Penghambatan Enzim Alpha-glucosidase Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Kayu Kuning (*Arcangelisia flava*). *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*. 2021;8(1).
10. Maryani R, Monalisa SS, Rozik M. In vitro test of natural antibacterial activity of yellow-fruit moonseed *Arcangelisia flava* Merr. leaf on bacterium

- Pseudomonas fluorescens* under different doses [Internet]. Vol. 11. 2018. Available from: <http://www.bioflux.com.ro/aac1>
11. Karim F, Subandrate, Safyudin, Athiah M, Romadhon MF, Tariza AF. Xanthine Oxidase Inhibitory Activity of *Arcangelisia flava*. *Acta Biochimica Indonesiana*. 2022 Nov 16;5(1):71.
 12. Nurkhasanah MA. Antioksidan dan Stres Oksidatif. Vol. 1. 2023. 1–3 p.
 13. Isnaeni N. Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode Perendaman Radikal Bebas 2,2-Diphenyl-1Picrylhydrazyl (DPPH). 2021 Jan.
 14. Wahdaningsih S, Endang PS, Wahyuono S. Aktivitas Penangkap Radikal Bebas dari Batang Pakis (*Alsophila glauca* J. Sm). *Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Tanjungpura Pontianak P, Biologi Farmasi Fakultas Farmasi UGM B, Abstrak J*. Vol. 16, *Majalah Obat Tradisional*. 2011.
 15. Li M, Pare PW, Zhang J, Kang T, Zhang Z, Yang D, et al. Antioxidant capacity connection with phenolic and flavonoid content in Chinese medicinal herbs. *Records of Natural Products*. 2018 May 1;12(3):239–50.
 16. Veryer K. Oxidative Stress: The Mechanism and Effect of Reactive Oxygen Species [Internet]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/376991328>
 17. Wibawa JC, Arifin MZ, Herawati L. Mekanisme Vitamin C Menurunkan Stres Oksidatif Setelah Aktivitas Fisik. <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jossae/index>. 2020;5(1):3–9.
 18. Gobel FV, Isa I, Moo D. Uji Efek Antioksidan Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia Flava*) dengan Menggunakan Metode DPPH. In 2015. Available from: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:98958433>
 19. Rama MA, Marlina L, Jauhari J, Sriyanti I. Pemintalan Elektrik dan Karakterisasi Nanopartikel-Nanofiber dari Polyvinylpyrrolidone/Ekstrak Daun Binahong (PVP/BDE). Vol. 08. 2021.
 20. Kumar SG, Rachel JN. Electrospinning: The Technique and Applications. In: *Recent Developments in Nanofibers Research*. IntechOpen; 2023.
 21. Wu S, Ning J, Jiang F, Shi J, Huang F. Ceramic Nanoparticle-Decorated Melt-Electrospun PVDF Nanofiber Membrane with Enhanced Performance as a Lithium-Ion Battery Separator. *ACS Omega*. 2019 Oct 8;4(15):16309–17.
 22. Bonan RF, Bonan PRF, Batista AUD, Sampaio FC, Albuquerque AJR, Moraes MCB, et al. In Vitro Antimicrobial Activity of Solution Blow Spun poly(lactic acid)/polyvinylpyrrolidone Nanofibers oaded with Copaiba (*Copaifera* sp.) oil. *Materials Science and Engineering C*. 2015 Mar 1;48:372–7.
 23. Wang C, Ma C, Wu Z, Liang H, Yan P, Song J, et al. Enhanced Bioavailability and Anticancer Effect of Curcumin-Loaded Electrospun Nanofiber: In Vitro and In Vivo Study. *Nanoscale Res Lett*. 2015 Dec 1;10(1):1–10.

24. Rahma A, Munir MM, Khairurrijal, Rachmawati H. The Influence of Non-Ionic Surfactant on the Physical Characteristics of Curcumin-Loaded Nanofiber Manufactured by Electrospinning Method. *Adv Mat Res*. 2015 Jul 10;1112:429–32.
25. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, et al. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. Vol. 2017, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Hindawi Limited; 2017.
26. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, et al. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. Vol. 2017, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Hindawi Limited; 2017.
27. Mailloux RJ. An Update on Mitochondrial Reactive Oxygen Species Production. Vol. 9, *Antioxidants*. MDPI; 2020.
28. Magnani F, Mattevi A. Structure and mechanisms of ROS generation by NADPH oxidases. Vol. 59, *Current Opinion in Structural Biology*. Elsevier Ltd; 2019. p. 91–7.
29. Juan CA, Lastra JMP, Jplou F, Lebena EP, Reinbothe S. Molecular Sciences The Chemistry of Reactive Oxygen Species (ROS) Revisited: Outlining Their Role in Biological Macromolecules (DNA, Lipids and Proteins) and Induced Pathologies. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021;22:4642. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms>
30. Jomova K, Raptova R, Alomar SY, Alwasel SH, Nepovimova E, Kuca K, et al. Reactive Oxygen Species, Toxicity, Oxidative Stress, and Antioxidants: Chronic Diseases and Aging. Vol. 97, *Archives of Toxicology*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2023. p. 2499–574.
31. Hasan W, Rajak R, Jat D. Oxidative Stress and Antioxidants : An Overview [Internet]. Vol. 2, *IJARR*. 2017. Available from: www.ijarr.in
32. Andarina R, Djauhari T. Antioksidan Dalam Dermatologi. *JKK*. 2017;4(1):39–48.
33. Alam BB, Pekajangan M, Tengah J. Penetapan Kadar Fenolik Total, Flavonoid Total, dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Benalu Petai (*Scurrula atropurpurea* Dans.) Beserta Penapisan Fitokimia Wirasti. Vol. 4, *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*. 2019.
34. Obeagu EI. Oxidative Imbalance in Sickle Cell Disease: Unraveling the Molecular Mechanisms [Internet]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/379248495>
35. Barki T, Kristiningrum N, Puspitasari E, Aprila Fajrin F, Kalimantan J. Penetapan Kadar Fenol Total dan Pengujian Aktivitas Antioksidan Minyak Jahe Gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*) (Determination of Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Jahe Gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*) Oil).

36. Wahyudi LD, Ratnadewi AAI, Siswoyo TA. Potential Antioxidant and Antidiabetic Activities of Kayu Kuning (*Arcangelisia Flava*). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016;9:396–402.
37. Irianti T, Nuranto S, Kuswandi. Antioksidan [Internet]. 2017. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/328979920>
38. Munteanu IG, Apetrei C. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. Vol. 22, *International Journal of Molecular Sciences*. MDPI AG; 2021.
39. Alam MN, Bristi NJ, Rafiquzzaman M. Review on In Vivo and In Vitro Methods Evaluation of Antioxidant Activity. Vol. 21, *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2013. p. 143–52.
40. Chandra Shekhar T, Anju G. Antioxidant Activity by DPPH Radical Scavenging Method of *Ageratum conyzoides* Linn. Leaves [Internet]. Vol. 1, *American Journal of Ethnomedicine*. 2014. Available from: www.ajethno.com<http://www.ajethno.com>
41. Herman H. Identifikasi Golongan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Eksstrak Daun Brotowali (*Tinospora tuberculata* Beumee).
42. Hikmah FN, Malahayati S, Nugraha DF. Formulasi dan Evaluasi Sediaan Serum Gel Ekstrak Bunga Melati (*Jasminum sambac* L.) [Internet]. Vol. 3, *Journal of Pharmaceutical Care and Sciences*. Available from: <https://ejournal.unism.ac.id/index.php/jpcs>
43. Kamonwannasit S, Rupitak Q, Kamcharoen A. Antifungal and antioxidant activities of the extract of *Stephania pierrei* tubers [Internet]. 2019. Available from: <https://rsucon.rsu.ac.th/proceedings>
44. Gangga E, Farida Y, Kartiningsih. Formulation of antioxidant gel from standardized green cincau (*Cyclea barbata* L. Miers) ethanolic extract. *International Journal of Applied Pharmaceutics*. 2020 Nov 1;12(6):236–40.
45. Logesh R, Das N, Devkota A, Devkota HP. *Cocculus hirsutus* (L.) W.Theob. (Menispermaceae): A Review on Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacological Activities. *Medicines*. 2020 Nov 10;7(11):69.
46. Lin JT, Liu SC, Kuo LC, Yang DJ. Composition of phenolic compounds and antioxidant attributes of *Cyclea gracillima* Diels extracts. *J Food Drug Anal*. 2018 Jan 1;26(1):193–200.
47. Karthika K, Gargi G, Jamuna S, Paulsamy S, Ali AM, Al-Hemaid F, et al. The potential of antioxidant activity of methanolic extract of *Coscinium fenestratum* (Goetgh.) Colebr (Menispermaceae). *Saudi J Biol Sci*. 2019 Jul 1;26(5):1037–42.
48. Olorunnisola OS, Akintola AO, Afolayan AJ. Hepatoprotective and antioxidant effect of *Sphenocentrum jollyanum* (Menispermaceae) stem bark extract against

- CCl₄- induced oxidative stress in rats. *Afr J Pharm Pharmacol*. 2011 Sep 8;5(9):1241–6.
49. Subiandono E, Heriyanto NM. *Kajian Tumbuhan Obat Akar Kuning (Arcangelisia flava Merr.)*. Vol. 15, *Buletin Plasma Nutfah*. 2009.
 50. Rinaldi SE, Suryanto S, Widuri SA. Informasi Perdagangan Akar Kuning di Pasar Tradisional Martapura dan Pasar Tradisional Rantau, Kalimantan Selatan. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2017 Dec 31;1(8):434–9.
 51. Lim RCJ, Lindsay S, Middleton DJ, Ho BC, Leong PKF, Niissalo MA, et al. New Records and Rediscoveries of Plants in Singapore. *Gardens' Bulletin Singapore* [Internet]. 2018 May 24;70(1):67–90. Available from: https://www.nparks.gov.sg/sbg/research/publications/gardens-bulletin-singapore/-/media/sbg/gardens-bulletin/gbs_70_01_y2018_v70_01/70_01_67_y2018_v70p1_gbs_pg67.pdf
 52. Liem S, Rostinawati T, Lesmana R, Sumiwi SA, Milanda T, Mutakin, et al. Modulation of Caspase-3 Expression by *Arcangelisia flava* Post Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity in Rat's Liver. *Indonesian Biomedical Journal*. 2018;10(2):148–55.
 53. Rizki FPM. Akar Kuning (*Arcangelisia Flava*) sebagai Inhibitor Egfr. 2016 Feb;
 54. Panchakul C, Thongdeeying P, Itharat A, Pipatrattanaseree W, Kongkwamcharoen C, Davies NM. Analytical Determination, Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Bhamrung-Lohit a traditional Thai medicine. Vol. 18, *Research in Pharmaceutical Sciences*. 2023.
 55. Tadapaneni RK. Effect of High Pressure Processing & Dairy on the Antioxidant Activity of Strawberry Based Beverages. 2010.
 56. Vuolo MM, Lima VS, Maróstica Junior MR. Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power. In: *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications*. Elsevier; 2019. p. 33–50.
 57. Al Mamari HH. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis [Internet]. 2020. Available from: www.intechopen.com
 58. Susila NI, Chatri M, Advinda L. Senyawa Aktif Flavonoid yang Terdapat Pada Tumbuhan. Vol. 8.
 59. Arifin B, Ibrahim S, Kimia J. Struktur, Bioaktivitas, dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*. 2018;6(1):21–9.
 60. Anggraito, Ulung Y, Susanti, Iswari, Sri R, Yuniastuti, Lisdiana, Aini. Metabolit Sekunder dari Tanaman-Aplikasi dan Produksi. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*. 2018;1:5–195.
 61. Dey P, Kundu A, Kumar A, Gupta M, Lee BM, Bhakta T, et al. Analysis of Alkaloids (Indole Alkaloids, Isoquinoline Alkaloids, Tropane Alkaloids). In: *Recent Advances in Natural Products Analysis*. Elsevier; 2020. p. 505–67.

62. Mendoza N, Silva EME. Introduction to Phytochemicals: Secondary Metabolites from Plants with Active Principles for Pharmacological Importance. In: *Phytochemicals - Source of Antioxidants and Role in Disease Prevention*. InTech; 2018.
63. Yuhernita Y, Juniarti J. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Daun Surian yang Berpotensi sebagai Antioksidan [Internet]. Vol. 15, *Makara Journal of Science*. 2011. Available from: <https://scholarhub.ui.ac.id/science> Available at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science/vol15/iss1/27>
64. Ratnadewi AAI, Wahyudi LD, Rochman J, Susilowati, Nugraha AS, Siswoyo TA. Revealing Antidiabetic Potency of Medicinal Plants of Meru Betiri National Park, Jember – Indonesia. *Arabian Journal of Chemistry*. 2020 Jan 1;13(1):1831–6.
65. Ravelliani A, Nisrina H, Sari LK. Identifikasi dan Isolasi Senyawa Glikosida Saponin dari Beberapa Tanaman di Indonesia [Internet]. Vol. 1. 2021. Available from: <http://sosains.greenvest.co.id>
66. Putri PA, Chatri M, Advinda L, Violita. Characteristics of Saponin Secondary Metabolite Compounds in Plants Karakteristik Saponin Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan. Vol. 8.
67. Timilsena YP, Phosanam A, Stockmann R. Perspectives on Saponins: Food Functionality and Applications. Vol. 24, *International Journal of Molecular Sciences*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
68. Komalasari K, Utami S, Iwan Fermi, Aziz Y, Irianti R. Corrosion Control of Carbon Steel Using Inhibitor of Banana Peel Extract in Acid Diluted Solutions. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2018 May;345:12030.
69. Nola F, Putri GK, Malik LH, Andriani N. Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Steroid dan Terpenoid dari 5 Tanaman. *Syntax Idea*. 2021 Jul 19;3(7):1612.
70. Topçu G, Ertaş A, Kolak U, Öztürk M, Ulubelen A. Antioxidant activity tests on novel triterpenoids from *Salvia macrochlamys*. Faculty of Science and Letters, Istanbul Technical University. 2008;
71. Rukmi I. Keanekaragaman *Aspergillus* pada Berbagai Simplicia Jamu Tradisional. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*.
72. Sulasmi ES, Indriwati SE, Suarsini E. Preparation of Various Type of Medicinal Plants Simplicia as Material of Jamu Herbal [Internet]. 2016. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/317062989>
73. Sudarwati, Lestari TP, Ferry MAN. Aplikasi Pemanfaatan Daun Pepaya (*Carica papaya*) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva *Aedes aegypti* [Internet]. Vol. 1. 2019. 19–23 p. Available from: www.penerbitgraniti.com
74. Haerani A, Syahfitri S, Puji R, Raden H, Nursamtari A, Hamidah M, et al. Farmakognosi dan Fitokimia.

75. Nugroho A. Buku Ajar: Teknologi Bahan Alam. Lambung Mangkurat University Press . 2017 Jan;1:72–81.
76. Suhartati T. Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-VIS dan Spektrofotometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. 2017 Jan 3;1:5–110.
77. Mandala WU, Juliansyah PR, Athur RB, Wardarini U, Pawannei S. Uji Aktivitas Antioksidan dan Anti Hiperurisemia Ekstrak Etanol Daun Maja (*Aegle marmelos* L.). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia* [Internet]. 7(2). Available from: www.jurnal-pharmaconmw.com/jmpi
78. Himyatul HA, Fatmawati F, Khairunnisa J, Hestina PM, Farmasi F, Buana PKU. Triterpenoid Sebagai Senyawa Antikanker. *Journal Of Social Science Research*. 2023;3:10168–83.
79. Sugiarna R, Farhan N, Rusdi M, Ikhlas Arsul M, Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar J, Yasin Limpo No JH, et al. Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Anggur (*Vitis vinifera* L). Vol. 2, *J.Pharm.Sci*. 2019.
80. Sriyanti I, Edikresnha D, Rahma A, Munir MM, Rachmawati H, Khairurrijal K. Correlation between Structures and Antioxidant Activities of Polyvinylpyrrolidone/ *Garcinia mangostana* L. Extract Composite Nanofiber Mats Prepared Using Electrospinning. *J Nanomater*. 2017;2017:10.
81. Latiffah E, Sawitri A, Agung BH, Hapidin DA, Edikresnha D, Elfahmi E, et al. Antibacterial Activity of Electrospun Nanofibers Polyvinylpyrrolidone/cellulose Acetate Matrix Loaded by *Ageratum conyzoides* L. weed. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. 2024 Jun 1;9.
82. Fitra RM. Uji Ekstrak Etanol Akar kayu Kuning (*Arcangelisia flava* L. Merr) dalam Menghambat Enzim Xantin Oksidase. 2022.
83. Duan X, Chen H lan, Guo C. Polymeric Nanofibers for Drug Delivery Applications: A Recent Review. Vol. 33, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. Springer; 2022.
84. Stojanov S, Berlec A. Electrospun Nanofibers as Carriers of Microorganisms, Stem Cells, Proteins, and Nucleic Acids in Therapeutic and Other Applications. Vol. 8, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. Frontiers Media S.A.; 2020.
85. Sahakyan N, Bartoszek A, Jacob C, Petrosyan M, Trchounian A. Bioavailability of Tannins and Other Oligomeric Polyphenols: a Still to Be Studied Phenomenon. *Curr Pharmacol Rep* [Internet]. 2020;6(3):131–6. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40495-020-00217-6>
86. Ghanbari R, Anwar F, Alkhalifah D. Extraction of Saponins from Plant Materials: A Review on Current Techniques. 2021;(Molecules, 26(12), 3673.).

87. Zainudin H, Rahman A, Subhan S. Pengaruh Pelarut Terhadap Ekstraksi Senyawa Fenol dari Tanaman Obat. *obat Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 5(1), 23-30. 2020;
88. Zhou Y, Zhao J, Wang X, Shen Z. Nanofiber as a Carrier for Active Compounds: Enhanced Stability and Controlled Release. *J Nanomater*. 2020;1–10.
89. Zhang L. The Effects of Polyvinylpyrrolidone (PVP) on Phenolic Extraction. *J Agric Food Chem*. 2021;
90. Jauhari J, Wiranata S, Rahma A, Nawawi Z, Sriyanti I. Polyvinylpyrrolidone/cellulose acetate nanofibers synthesized using electrospinning method and their characteristics. *Mater Res Express*. 2019 Mar 15;6(6).
91. Zhang X. Retention of Phenolic Compounds in Nanofibers. *J Food Eng*. 2020;(277, 109903):2–4.
92. Sun L. Enhancing Accuracy of Bioactive Compound Detection in Nanofibers. *J Appl Polym Sci*. 139(17), 52135.
93. Alfian R, Fakultas HS. Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Metanol Kelopak Bunga Rosella Merah (*Hibiscus sabdariffa* Linn) dengan Variasi Tempat Tumbuh Secara Spektrofotometri. 2012 May.
94. Harborne JB. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. 1998.
95. Jansen J. Polymeric Membranes in Flavonoid Extraction and Concentration Processes. *J Memb Sci*. 2020;608, 118287.
96. Xu S, Li H. Influence of Polymer Composition on Membrane Structure and Performance for Natural Compound Extraction. *Chemical Engineering Journal*. 2021;403, 126317.
97. Shahriar SMS, Mondal J, Hasan MN, Revuri V, Lee DY, Lee YK. *Electrospinning Nanofibers for Therapeutics Delivery*. Vol. 9, *Nanomaterials*. MDPI AG; 2019.
98. Liu X, Jin Z, Ding H. Advances in Nanofiber-Based Bioactive Compound Delivery Systems. *Materials Science and Engineering*. 2020;(109).
99. Khansari S. Nanofiber Encapsulation for Phenolic Compound Protection. *Food Science and Technology*. 2021;45 (2):234–41.
100. Zhang Y, Li Z, Gao F. Application of Nanofiber Technology in Drug Delivery: A Review of Recent Developments. *Pharm Res*. 2021;(38(5)):643–55.
101. Merrell JG, McLaughlin SW, Tie L, Laurencin CT, Chen AF, Nair LS. Curcumin-loaded poly(ϵ -caprolactone) nanofibres: Diabetic wound dressing with anti-oxidant and anti-inflammatory properties. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2009 Dec;36(12):1149–56.
102. Sriyanti I, Marlina L, Fudholi A, Marsela S, Jauhari J. Physicochemical properties and in vitro evaluation studies of polyvinylpyrrolidone/cellulose