

**PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI TERHADAP KADAR
TOTAL FENOLIK, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN NILAI
SUN PROTECTION FACTOR EKSTRAK ETANOL
DAUN SUNGKAI (*Peronema canescens* Jack)**

(Skripsi)

**Oleh:
Agaphe Suluh Brahmantio
2118031042**



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI TERHADAP KADAR
TOTAL FENOLIK, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN NILAI
SUN PROTECTION FACTOR EKSTRAK ETANOL
DAUN SINGKAI (*Peronema canescens* Jack)**

Oleh

**Agaphe Suluh Brahmantio
(2118031042)**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA FARMASI**

Pada

**Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: **PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI
TERHADAP KADAR TOTAL FENOLIK,
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN NILAI *SUN*
PROTECTION FACTOR EKSTRAK ETANOL
DAUN SINGKAI (*Peronema canescens* Jack)**

Nama Mahasiswa

: **Agaphe Suluh Brahmantio**

No. Pokok Mahasiswa

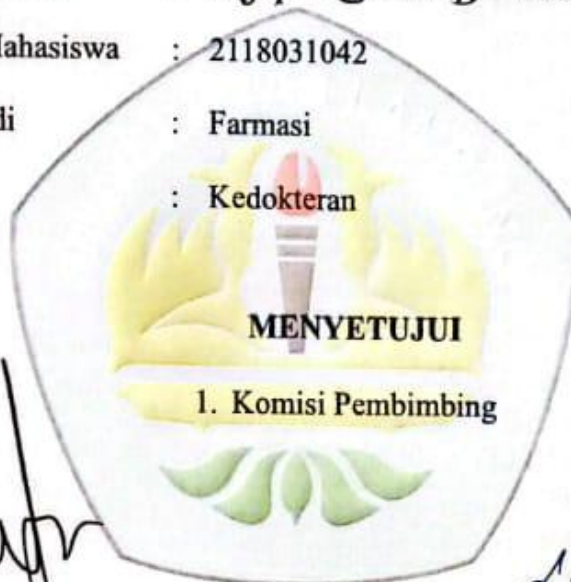
: 2118031042

Program Studi

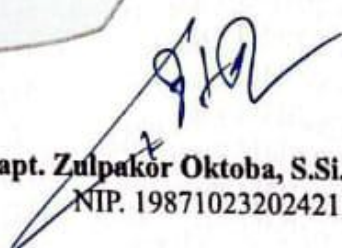
: Farmasi

Fakultas

: Kedokteran




apt. Ramadhan Triyandi, S.Farm., M.Si.
NIP. 198705202020121015


apt. Zulpakor Oktoba, S.Si., M.Farm.
NIP. 198710232024211001

2. Dekan Fakultas Kedokteran

The image shows a circular official stamp of Universitas Lambung Mangkurat (ULM) in green ink. Overlaid on the stamp is a blue ink signature. Below the stamp, the name and title of the signatory are printed.
Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.
NIP. 197601202003122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : apt. Ramadhan Triyandi, S.Farm., M.Si.

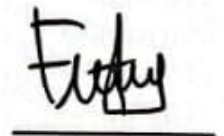


Sekretaris : apt. Zulpakor Oktoba, S.Si., M.Farm.



Penguji

Bukan Pembimbing : Femmy Andrifianie, S.Farm., M.Farm.



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.
NIP. 197601202003122001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Mei 2025

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agaphe Suluh Brahmantio
Nomor Pokok Mahasiswa : 2118031042
Tempat Tanggal Lahir : Bandar Lampung, 26 Januari 2003
Alamat : Perumahan Bukit Mas Permai blok J18

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

1. Skripsi dengan judul **“PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI TERHADAP KADAR TOTAL FENOLIK, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN NILAI *SUN PROTECTION FACTOR* EKSTRAK ETANOL DAUN SUNGKAI (*Peronema canescens* Jack)”** adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai etika ilmiah yang berlaku.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan.

Bandar Lampung, 21 Mei 2025

Pembuat Pernyataan,



Agaphe Suluh Brahmantio

NPM. 2118031042

RIWAYAT HIDUP

Penulis Agaphe Suluh Brahmantio lahir di Bandar Lampung, 26 Januari 2003 dari pasangan Bapak Harvey W. Hermanto dan Ibu Evi Sukasih serta merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis memulai pendidikan formalnya di TK Karunia Imanuel pada tahun 2007. Lalu, pada tahun 2009 penulis melanjutkan sekolah dasar di SD Immanuel Bandar Lampung. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama pada tahun 2015 di SMP Negeri 1 Batu. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Batu. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Selama menjadi mahasiswa, penulis menjalani perkuliahan dengan aktif dan ikut serta dalam organisasi kemahasiswaan. Penulis diberi kesempatan untuk bergabung dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Farmasi Universitas Lampung periode 2023 sebagai Kepala Bidang Sosial dalam Departemen Eksternal dan Sosial. Kemudian pada periode kepengurusan berikutnya, penulis dipercaya untuk mengemban tugas menjadi Wakil Kepala Departemen Eksternal dan Sosial.

Akhir kata, penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul “Perbandingan Metode Ekstraksi Terhadap Kadar Total Fenolik, Aktivitas Antioksidan, dan Nilai *Sun Protection Factor* Ekstrak Etanol Daun Sungkai (*Peronema canescens* Jack)”.

Yeremia 29:11

“Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman Tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan”.

SANWACANA

Puji syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat dan karunia sehingga penulis diberikan kekuatan dan kelancaran untuk menjalankan perkuliahan, penelitian, dan penyusunan naskah skripsi dengan judul **“Perbandingan Metode Ekstraksi Terhadap Kadar Total Fenolik, Aktivitas Antioksidan, dan Nilai *Sun Protection Factor* Ekstrak Etanol Daun Sungkai (*Peronema canescens* Jack)”**.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penulisan skripsi ini. Penulis mendapatkan banyak bimbingan, masukan, bantuan, saran, kritik, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. Rani Himayani, Sp.M., selaku Ketua Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. apt. Ramadhan Triyandi, S.Farm., M.Si., selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan ilmu, bimbingan, arahan, motivasi, masukan, kritik, serta saran dan kesempatan kepada penulis sejak penulisan proposal hingga penulisan skripsi ini selesai;
5. apt. Zulpakor Oktoba, S.Si., M.Farm., selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan ilmu, bimbingan, arahan, motivasi, masukan, kritik, serta saran kepada penulis sejak penulisan proposal hingga penulisan skripsi ini selesai;

6. Femmy Andrifianie, S.Farm., M.Farm., selaku pembahas skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan, saran, serta kritik mengenai skripsi ini;
7. apt. Muhammad Iqbal, S.Farm., M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan ilmu, bimbingan, arahan, motivasi, masukan, kritik, serta saran dan kesempatan kepada penulis selama masa pendidikan di Prodi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
8. Purna Firdaus, S.Si., M.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membantu selama proses penelitian;
9. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas bimbingan dan ilmu yang telah disampaikan selama proses perkuliahan;
10. Seluruh staf dan civitas akademik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membantu dalam proses penyiapan penyusunan skripsi ini;
11. Papa, Mama, dan Mas Billy yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, semangat, dan nasihat yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih selalu menyertai dan menyediakan apa yang dibutuhkan oleh penulis hingga saat ini;
12. Sahabat-sahabat misi kelulusan yaitu Natalia, Pipit, Nova, Anna, Ratih, Alifia, Bela, Chintia, Agnes dan Dea yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan bantuan kepada penulis dan telah menjadi sahabat terbaik selama perkuliahan;
13. Teman-teman penelitian di laboratorium, Natalia, Pipit, Nova, Umniyah, Michelle, Reti, Ranessa, Oktiva, Meysha, Risma, Tsania, Ilyas, dan Fatiyah yang selalu memberikan bantuan dan dukungannya kepada penulis selama proses penelitian di laboratorium;
14. Sahabat kecil penulis, Aca dan Grace yang senantiasa mendukung, membantu, menguatkan, dan memberikan semangat kepada penulis selama ini, terutama selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini;
15. Teman-teman Farmasi Angkatan 2021 Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas semangat dan kebersamaannya selama perkuliahan.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah mendukung serta membantu penulis baik secara langsung maupun tidak

langsung dalam menyelesaikan studi di Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan. Penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan menambah pengetahuan serta informasi bagi pembaca.

Bandar Lampung, 21 Mei 2025

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'A' followed by a horizontal line and a small flourish.

Agaphe Suluh Brahmantio

ABSTRAK

PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI TERHADAP KADAR TOTAL FENOLIK, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN NILAI *SUN PROTECTION FACTOR* EKSTRAK ETANOL DAUN SUNGKAI (*Peronema canescens* Jack)

Oleh

Agaphe Suluh Brahmantio

Latar Belakang: Paparan sinar matahari yang berlebihan dapat memicu kerusakan kulit akibat stres oksidatif yang disebabkan oleh radiasi UV. Bahan alami yang mengandung senyawa fenolik dan antioksidan sedang banyak diteliti sebagai alternatif dalam formulasi tabir surya. Daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) diketahui memiliki senyawa fenolik yang bersifat antioksidan dan mampu menyerap sinar UV. Namun, metode ekstraksi yang digunakan dapat memengaruhi kandungan senyawa aktif tersebut.

Metode: Penelitian secara eksperimental dilakukan dengan ekstraksi etanol daun sungkai menggunakan tiga metode tersebut. Kadar total fenolik ditentukan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu*, aktivitas antioksidan diukur dengan uji DPPH, dan nilai SPF diukur secara *in vitro* menggunakan metode spektrofotometri Mansur.

Hasil: Terdapat perbedaan kadar total fenolik ($p\text{-value} = 0,020$) dan aktivitas antioksidan ($p\text{-value} < 0,001$) ekstrak etanol daun sungkai yang diekstraksi dengan metode maserasi, UAE, dan HE. Namun, tidak terdapat perbedaan nilai SPF ($p\text{-value} = 0,276$) ekstrak etanol daun sungkai yang diekstraksi dengan metode maserasi, UAE, dan HE.

Simpulan: Metode ekstraksi memengaruhi kadar fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun sungkai.

Kata Kunci: Metode Ekstraksi, Kadar Total Fenolik, Antioksidan, SPF, Daun Sungkai

ABSTRACT

COMPARISON OF EXTRACTION METHODS ON TOTAL PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT ACTIVITY, AND SUN PROTECTION FACTOR OF ETHANOL EXTRACT FROM SUNGKAI LEAVES (*Peronema canescens* Jack)

By

Agaphe Suluh Brahmantio

Background: Excessive sun exposure can trigger skin damage due to UV radiation-induced oxidative stress. Natural ingredients containing phenolic compounds and antioxidants are being explored as alternatives for sunscreen formulations. *Peronema canescens* Jack (sungkai leaves) is known to contain phenolic compounds with antioxidant properties and the ability to absorb UV radiation. However, the extraction method used may affect the content of these active compounds.

Methods: An experimental study was conducted using ethanol extraction of sungkai leaves with the three different methods. Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method, antioxidant activity was assessed by the DPPH assay, and SPF values were measured in vitro using the Mansur spectrophotometric method.

Results: Significant differences were observed in total phenolic content (p-value = 0.020) and antioxidant activity (p-value < 0.001) among extracts obtained by maceration, UAE, and HE methods. However, no significant difference was found in SPF values (p-value = 0.276) across the three extraction methods.

Conclusion: Extraction method affects the phenolic content and antioxidant activity of ethanol extract from sungkai leaves.

Keywords: Extraction Method, Total Phenolic Content, Antioxidant, SPF, Sungkai Leaves

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1. Tujuan Umum.....	3
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1. Bagi Peneliti	4
1.4.2. Bagi Peneliti Lain	4
1.4.3. Bagi Institut Terkait	4
1.4.4. Bagi Masyarakat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tumbuhan Sungkai.....	5
2.1.1. Taksonomi	5
2.1.2. Morfologi.....	6
2.1.3. Daun	7
2.1.4. Pemanfaatan Daun Sungkai Secara Empiris	8
2.1.5. Kandungan Senyawa Tumbuhan Sungkai	9
2.1.6. Aktivitas Biologis Tumbuhan Sungkai.....	10
2.2. Senyawa Metabolit Sekunder.....	11
2.2.1. Definisi	11
2.2.2. Klasifikasi.....	12
2.3. Pengujian Total Fenolik.....	14

2.3.1. Metode <i>Folin-Ciocalteu</i>	15
2.4. Ekstraksi	16
2.4.1. Definisi	16
2.4.2. Dasar Pemilihan Metode Ekstraksi	16
2.4.3. Maserasi.....	17
2.4.4. <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	19
2.4.5. <i>Randall Hot Extraction</i>	21
2.5. Sinar Ultraviolet	22
2.6. Antioksidan	24
2.6.1. Definisi	24
2.6.2. Mekanisme Pertahanan oleh Antioksidan	24
2.7. Uji Aktivitas Antioksidan	26
2.7.1. Metode DPPH (<i>2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl</i>)	26
2.8. <i>Sun Protection Factor</i>	27
2.9. Uji Penentuan Nilai <i>Sun Protection Factor</i>	29
2.9.1. Perhitungan Mansur.....	29
2.10. Spektrofotometer UV-Vis	31
2.11. Kerangka Teori	32
2.12. Kerangka Konsep	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1. Desain Penelitian.....	35
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.2.1. Tempat Penelitian	35
3.2.2. Waktu Penelitian.....	35
3.3. Identitas Variabel Penelitian	36
3.3.1. Variabel Bebas	36
3.3.2. Variabel Terikat.....	36
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	36
3.4.1. Alat Penelitian	36
3.4.2. Bahan Penelitian	36
3.5. Prosedur Penelitian.....	37
3.5.1. Pengambilan Sampel	37

3.5.2. Uji Determinasi Tumbuhan	37
3.5.3. Preparasi Simplisia	37
3.5.4. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Sungkai Metode Maserasi	38
3.5.5. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Sungkai Metode <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	38
3.5.6. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Sungkai Metode Randall <i>Hot Extraction</i>	39
3.5.7. Perhitungan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Sungkai	39
3.5.8. Uji Parameter Spesifik Ekstrak	40
3.5.9. Uji Parameter Non Spesifik Ekstrak.....	41
3.5.10. Penapisan Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Sungkai	43
3.5.11. Pengukuran Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai Menggunakan Metode <i>Folin-Ciocalteu</i>	44
3.5.12. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai dengan Metode DPPH.....	46
3.5.13. Penentuan Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Sungkai Menggunakan Metode Mansur.....	49
3.6. Alur Penelitian.....	51
3.7. Pengolahan dan Analisis Data	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1. Hasil Penelitian	53
4.1.1. Etik Penelitian	53
4.1.2. Determinasi Tumbuhan	53
4.1.3. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Sungkai.....	53
4.1.4. Perhitungan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Sungkai	54
4.1.5. Uji Parameter Spesifik dan Non Spesifik Ekstrak.....	54
4.1.6. Penapisan Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Sungkai	56
4.1.7. Pengukuran Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai Menggunakan Metode <i>Folin-Ciocalteu</i>	58
4.1.8. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai.....	60
4.1.9. Penentuan Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Sungkai Menggunakan Metode Mansur.....	61

4.1.10. Pengolahan dan Analisis Data	62
4.2. Pembahasan	68
4.2.1. Pembuatan Ekstrak dan Perhitungan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Sungkai	68
4.2.2. Uji Parameter Spesifik dan Non Spesifik Ekstrak.....	70
4.2.3. Penapisan Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Sungkai	72
4.2.4. Pengukuran Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai Menggunakan Metode <i>Folin-Ciocalteu</i>	76
4.2.5. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai dengan Metode DPPH.....	82
4.2.6. Penentuan Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Sungkai Menggunakan Metode Mansur.....	87
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	90
5.1. Simpulan.....	90
5.2. Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN.....	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Normalisasi Fungsi dalam Perhitungan SPF	30
Tabel 2. Kategori Nilai <i>Sun Protection Factor</i>	31
Tabel 3. Hasil Rendemen Ekstrak Etanol Daun Sungkai	54
Tabel 4. Hasil Uji Parameter Spesifik Identitas dan Organoleptik Ekstrak	55
Tabel 5. Hasil Uji Parameter Spesifik Kadar Senyawa dalam Pelarut Tertentu ...	55
Tabel 6. Hasil Uji Parameter Non Spesifik Ekstrak	56
Tabel 7. Hasil Penapisan Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Sungkai	56
Tabel 8. Hasil Penentuan Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai	59
Tabel 9. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Vitamin C	61
Tabel 10. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai	61
Tabel 11. Hasil Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Sungkai	62
Tabel 12. Hasil Uji Normalitas Data Kadar Total Fenolik Daun Sungkai	62
Tabel 13. Hasil Uji <i>One-Way</i> ANOVA Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai	63
Tabel 14. Hasil Uji <i>Post-Hoc</i> Bonferroni Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai	63
Tabel 15. Hasil Uji Normalitas Data Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai	64
Tabel 16. Hasil Uji <i>One-Way</i> ANOVA Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai	64
Tabel 17. Hasil Uji <i>Post-Hoc</i> Bonferroni Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai	65
Tabel 18. Hasil Uji Normalitas Data Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Sungkai	65
Tabel 19. Hasil Uji Kruskal-Wallis Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Sungkai	66

Tabel 20. Hasil Uji Linearitas Data Kadar Total Fenolik dengan Aktivitas Antioksidan	66
Tabel 21. Hasil Uji Korelasi Pearson Kadar Total Fenolik dengan Aktivitas Antioksidan	67
Tabel 22. Hasil Uji Linearitas Data Kadar Total Fenolik dengan Nilai SPF	67
Tabel 23. Hasil Uji Korelasi Spearman Kadar Total Fenolik dengan Nilai SPF ..	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pohon Sungkai yang Tumbuh pada (A) Hutan Buatan BPSILHK Banjarbaru; (B) Tahura Mandiangin; (C) Desa Tambarangan; dan (E) Desa Bungur	5
Gambar 2. Struktur Kimia Senyawa Fenolik Moracin M	9
Gambar 3. Bagan Biosintesis dan Jenis-Jenis Senyawa Fenolik	13
Gambar 4. Struktur Dasar Kelas Utama Flavonoid	14
Gambar 5. Mekanisme Reaksi dalam Metode <i>Folin-Ciocalteu</i>	15
Gambar 6. Proses Ekstraksi dengan Metode Maserasi	18
Gambar 7. Mekanisme Kerja UAE	19
Gambar 8. Spektrum Gelombang Bunyi (A) dan Proses Kavitasi (B)	20
Gambar 9. Bagian Alat Randall <i>Hot Extraction</i>	21
Gambar 10. Penetrasi Sinar Ultraviolet pada Kulit.....	23
Gambar 11. Mekanisme Uji Antioksidan dengan Metode DPPH.....	27
Gambar 12. Diagram Cara Kerja <i>Sunscreen</i> Berdasarkan SPF	28
Gambar 13. Bagian Instrumen Spektrofotometer UV-Vis	31
Gambar 14. Kerangka Teori Penelitian	33
Gambar 15. Kerangka Konsep Penelitian	34
Gambar 16. Kerangka Alur Penelitian	51
Gambar 17. (A) Simplisia Kering Daun Sungkai; (B) Serbuk Simplisia Daun Sungkai.....	54
Gambar 18. Hasil Ekstrak Kental Berbagai Metode (A) Maserasi; (B) UAE; (C) HE	55
Gambar 19. Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat	58
Gambar 20. Kurva Baku Asam Galat.....	59
Gambar 21. Panjang Gelombang Maksimum DPPH.....	60
Gambar 22. Reaksi pada Uji Mayer	73

Gambar 23. Reaksi pada Uji Shinoda	73
Gambar 24. Reaksi pada Uji Frothing.....	74
Gambar 25. Reaksi Pembentukan Kompleks Tanin dengan Ion Logam.....	75
Gambar 26. Reaksi pada Uji FeCl_3	75
Gambar 27. Reaksi pada Uji Salkowski.....	76
Gambar 28. Struktur Molekul Asam Galat	76
Gambar 29. Model Kurva Regresi Linear.....	78
Gambar 30. Struktur Vitamin C	83
Gambar 31. Representasi Skematis dari Berbagai Tingkat Transisi Elektron	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang terletak di garis khatulistiwa dengan iklim tropis, mengalami paparan sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun. Intensitas radiasi rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari dengan lama penyinaran lebih dari 6 jam per hari atau sekitar 2400 jam per tahun (Octavianti *et al.*, 2018). Kondisi ini di satu sisi membawa manfaat yang besar, namun di sisi lain, paparan sinar matahari yang tinggi setiap harinya dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat Indonesia (Bahar *et al.*, 2021).

Laporan harian BMKG (2024) menunjukkan bahwa indeks UV di Indonesia dapat mencapai puncak yaitu nilai 11 pada rentang pukul 09.00-14.00 WIB setiap harinya. Indeks UV merupakan suatu ukuran radiasi sinar UV pada permukaan bumi yang menjadi indikator terhadap potensi terjadinya kerusakan kulit (Rehfuess, 2002). Nilai 11 dalam indeks UV menunjukkan bahwa dibutuhkan perlindungan ekstra apabila melakukan aktivitas di luar ruangan.

Paparan langsung sinar matahari pada kulit manusia atau disebut juga radiasi sinar UV dapat menyebabkan kerusakan kulit serta menimbulkan penyakit seperti *sunburn*, kanker kulit, dan stres oksidatif. Paparan sinar UV dari matahari secara langsung dan dalam jangka waktu yang lama berpotensi untuk mengganggu perkembangan kulit dan memicu penuaan dini pada kulit (Tyan *et al.*, 2018). Mekanisme utama kerusakan kulit akibat radiasi UV adalah pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS) yang berinteraksi dengan protein

dan lipid sehingga menyebabkan perubahan pada struktur dan fungsinya (Ahmady *et al.*, 2020).

Kebutuhan untuk melindungi diri dari paparan sinar UV matahari dapat dilakukan salah satunya dengan penggunaan *sunscreen*. Efikasi dari sebuah *sunscreen* biasanya dinyatakan dengan nilai *sun protection factor* (SPF) yang merupakan jumlah radiasi sinar UV yang dibutuhkan untuk menyebabkan *sunburn* pada kulit dengan *sunscreen* dibagi jumlah yang dibutuhkan pada kulit tanpa *sunscreen* (Singh & Sharma, 2016). Semakin tinggi nilai SPF suatu sediaan *sunscreen*, maka semakin besar pula tingkat proteksi yang diberikan terhadap kerusakan kulit (Ebrahimzadeh *et al.*, 2014).

Sekarang ini, semakin banyak bahan alam yang dikembangkan sebagai sumber alami untuk mendapatkan aktivitas yang sama seperti *sunscreen* karena kemampuannya menyerap panjang gelombang UV serta memiliki aktivitas antioksidan yang baik (Hashemi *et al.*, 2019). Hal ini karena, bahan alam memiliki kandungan senyawa metabolik sekunder salah satunya yaitu senyawa fenolik. Senyawa fenolik yang dapat berperan sebagai UV *blocker* dapat dibagi menjadi asam fenolat, terpenoid, monoterpene, tanin, flavonoid, maupun senyawa volatil (Rojas *et al.*, 2016).

Salah satu tanaman yang berpotensi untuk dikembangkan untuk bahan aktif yang memproteksi kulit adalah daun sungkai (*Peronema canescens* Jack). Ekstrak etanol daun sungkai memiliki rata-rata nilai SPF pada konsentrasi 200 ppm sebesar 15,46 dengan kategori proteksi ultra (Sekardjati *et al.*, 2023). Selain itu, berdasarkan penelitian Fadlilaturrahmah *et al.* (2021) ekstrak etanol daun sungkai juga memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori sangat aktif karena konsentrasi penghambatannya sebesar 42,219 ppm.

Ekstraksi bahan alam dalam prosesnya dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah pemilihan metode ekstraksi yang tepat. Banyak studi terdahulu melaporkan bahwa terdapat variasi pada aktivitas biologis ekstrak bahan alam

yang dibuat dengan metode ekstraksi yang berbeda (Dhanani *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian Nurhasnawati *et al.* (2017), ekstrak etanol daun jambu bol hasil sokletasi memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dibandingkan hasil maserasi. Sementara itu, hasil kandungan senyawa fenolik, flavonoid, dan aktivitas antioksidan ekstrak metanol tanaman *cherry laurel* didapatkan lebih baik dengan metode ekstraksi *microwave-assisted extraction* dibandingkan metode *ultrasound-assisted extraction*, soxhlet, dan ekstraksi klasik (Karabegović *et al.*, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, metode ekstraksi merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan ekstraksi bahan alam. Namun sejauh ini, belum ada penelitian yang mempelajari tentang perbandingan metode ekstraksi terhadap kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai SPF ekstrak etanol daun sungkai. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti mengenai topik tersebut untuk dapat mengetahui lebih lanjut mengenai perbandingan metode ekstraksi terhadap kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai SPF ekstrak etanol daun sungkai.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah perbandingan metode ekstraksi maserasi, *ultrasound-assisted extraction*, dan Randall *Hot Extraction* terhadap kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai *sun protection factor* (SPF) ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack)?
2. Bagaimanakah hubungan antara kadar total fenolik dengan aktivitas antioksidan dan nilai *sun protection factor* (SPF) ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack)?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Adapun tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan metode ekstraksi terhadap kadar total fenolik, aktivitas

antioksidan, dan nilai *sun protection factor* (SPF) ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack).

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui perbandingan metode ekstraksi maserasi, *ultrasound-assisted extraction*, dan *Randall Hot Extraction* terhadap kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai *sun protection factor* (SPF) ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack).
2. Mengetahui hubungan antara kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai *sun protection factor* (SPF) ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack).

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Bagi Peneliti

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi peneliti apabila melanjutkan studi ke jenjang yang lebih tinggi dan kembali melakukan penelitian mengenai bahan alam.

1.4.2. Bagi Peneliti Lain

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan oleh peneliti lain sebagai data pendukung untuk mengembangkan sediaan bahan alam dari ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack).

1.4.3. Bagi Institut Terkait

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperkaya ilmu pengetahuan dan literatur mengenai potensi ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) sebagai antioksidan alami serta bahan aktif untuk proteksi kulit.

1.4.4. Bagi Masyarakat

Diharapkan hasil penelitian ini dapat dipergunakan oleh masyarakat luas untuk dasar menjadi lebih bijak dalam memilih produk berbasis bahan alam sebagai antioksidan dan bahan aktif untuk proteksi kulit.

BAB II

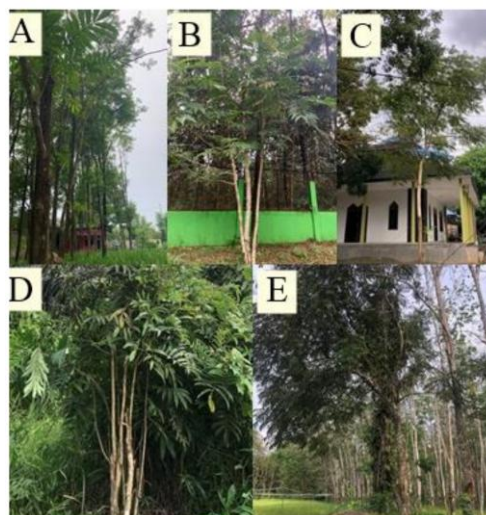
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tumbuhan Sungkai

2.1.1. Taksonomi

Secara ilmiah, taksonomi dari tanaman sungkai adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Lamiales
Famili	: Lamiaceae
Genus	: Peronema
Spesies	: <i>Peronema canescens</i> Jack



Gambar 1. Pohon Sungkai yang Tumbuh pada (A) Hutan Buatan BPSILHK Banjarbaru; (B) Tahura Mandiingin; (C) Desa Tambarangan; dan (E) Desa Bungur (Sari & Aulya, 2022)

Tumbuhan sungkai adalah spesies dari famili *Lamiaceae* yang banyak ditemukan di hutan dan tumbuh di berbagai jenis tanah dengan kandungan air yang memadai. Tumbuhan ini merupakan flora asli Pulau Kalimantan, tetapi juga tersebar di beberapa wilayah Indonesia lainnya seperti Sumatera Barat, Bengkulu, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, dan Jawa Barat. Tumbuhan ini memiliki nama daerah yang sering disebut sekai atau sungkih di pulau Sumatera, disebut longkai, lurus, sungkai, pada daerah Kalimantan, dan di Jawa disebut jati sabrang maupun sungke (Sari *et al.*, 2023). Keberadaan tumbuhan sungkai di berbagai ekosistem tersebut menunjukkan adaptabilitasnya yang tinggi terhadap variasi kondisi lingkungan di nusantara (Alexandra *et al.*, 2023).

2.1.2. Morfologi

Tumbuhan sungkai memiliki morfologi yang khas. Batangnya umumnya tumbuh lurus atau sedikit melengkung, tinggi menjulang antara 10-30 m dan tanpa percabangan sepanjang 9-15 meter, dengan diameter hingga 50 cm (Fransisca *et al.*, 2020). Permukaan kulit kayunya berwarna abu-abu pudar, bertekstur halus namun bisa terdapat retakan, berserat, atau bersisik, dan batangnya sering disokong oleh penopang kecil. Tajuk pohon berbentuk bulat telur, sementara rantingnya bersudut empat dan dilapisi bulu-bulu pendek yang lebat (Panjaitan & Nuraeni, 2014).

Daun sungkai tersusun berlawanan dan tampak keunguan saat masih muda. Daun ini memiliki tangkai dan tulang daun yang bersayap, dengan jumlah anak daun antara 3 hingga 11 pasang, tersusun berhadapan atau sedikit bersilang. Bentuknya lanset, dengan panjang hingga 35 cm dan lebar sekitar 7,5 cm; pangkal daun runcing dan tidak simetris, sedangkan ujungnya lancip (Fransisca *et al.*, 2020). Pada daun yang lebih tua, ukurannya cenderung lebih besar dan tepinya rata, meskipun daun pada tanaman muda sering kali

bergerigi. Bagian bawah daun berwarna putih pucat dan memiliki 20 hingga 30 pasang urat lateral yang sejajar dan menonjol pada permukaan bawah (Kusriani *et al.*, 2017).

Bunga sungkai merupakan bunga biseksual berukuran kecil dan hampir tidak memiliki tangkai. Bunga ini terdiri dari lima bagian dengan kelopak luar yang ditutupi oleh bulu-bulu lebat. Bunga tersusun berpasangan dalam bentuk malai, dengan kelopak sepanjang sekitar 2,5 mm, sementara bagian buahnya sedikit membesar. Mahkota bunga berbentuk *bilabiate* dengan tabung pendek menyerupai lonceng dan berwarna putih atau putih kehijauan. Bunga memiliki dua benang sari yang menonjol jauh dari dasar tabung mahkota (Agustina *et al.*, 2019).

Buah sungkai merupakan buah kering, kecil, dan berdiameter 3 hingga 3,5 mm (Fransisca *et al.*, 2020). Buah ini padat dengan bulu dan terbelah menjadi empat bagian, masing-masing mengandung banyak biji yang terjumbai. Biji sungkai memiliki kotiledon yang simetris, berbentuk bulat telur dengan ujung yang bercelah, dan daun pertama memiliki lobus menyirip, sementara daun selanjutnya tidak menyirip (Alexandra *et al.*, 2023).

2.1.3. Daun

Secara umum, daun memiliki struktur utama yang terdiri dari epidermis, mesofil, dan sistem vaskular, yang semuanya berperan penting dalam fungsi fisiologis tanaman. Epidermis daun berfungsi sebagai lapisan pelindung yang mencegah kehilangan air dan melindungi dari patogen; pada lapisan ini juga terdapat stomata yang mengatur pertukaran gas. Bentuk, ukuran, dan pola distribusi stomata dan sel epidermis menjadi ciri diagnostik yang khas untuk identifikasi spesies (Evans, 2009).

Mesofil daun, yang terletak di bawah epidermis, mengandung sel-sel parenkim yang dibagi menjadi lapisan palisade dan spons, masing-masing berperan dalam fotosintesis dan difusi gas. Sistem vaskular pada daun mendistribusikan air, mineral, dan produk fotosintesis ke seluruh bagian tanaman, berfungsi sebagai saluran koneksi utama antara daun dan organ lainnya. Trikoma atau rambut epidermal juga berperan penting dalam perlindungan terhadap lingkungan dan predator serta mengurangi penguapan, memperkuat fungsi adaptif daun dalam lingkungan tumbuhnya (Taiz *et al.*, 2015).

Senyawa fenolik dalam daun tanaman biasanya ditemukan di dalam jaringan mesofil dan lapisan epidermis. Pada sel mesofil, senyawa-senyawa ini dapat terakumulasi dalam dinding sel, vakuola, dan kadang-kadang kloroplas. Distribusi senyawa-senyawa ini dapat bervariasi tergantung pada faktor lingkungan seperti cahaya, yang dapat meningkatkan konsentrasi fenolik dalam mesofil. Selain itu, senyawa fenolik sering kali terkonsentrasi pada trikoma epidermis dan permukaan luar sel epidermis, yang berperan dalam melindungi daun dari radiasi UV dan patogen (Hunt *et al.*, 2021).

2.1.4. Pemanfaatan Daun Sungkai Secara Empiris

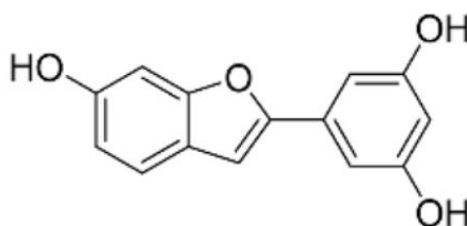
Daun sungkai telah banyak dimanfaatkan secara tradisional oleh masyarakat untuk mengatasi berbagai keluhan maupun penyakit. Suku Dayak di Kalimantan Timur memanfaatkan daun sungkai untuk meredakan sakit gigi, menurunkan demam, hingga mengobati malaria (Oktavia *et al.*, 2024). Selain itu, masyarakat di daerah Sumatera Selatan sering menggunakan daun sungkai muda sebagai penambah stamina serta adjuvan dalam pengobatan hipertensi (Emilia *et al.*, 2023).

Daun sungkai juga telah digunakan oleh masyarakat untuk mengatasi beberapa masalah pada kulit. Masyarakat di Kepulauan

Riau menggunakan daun sungkai yang direbus sebagai pertolongan pertama untuk mengobati luka ringan (Kusriani *et al.*, 2017). Infeksi kurap yang mengganggu serta penyakit cacar juga dapat diatasi menggunakan daun sungkai (Erliana *et al.*, 2024). Sementara itu, masyarakat daerah Tanggamus, Provinsi Lampung memanfaatkan daun sungkai dengan cara dihancurkan dan ditempelkan pada cacar untuk anak serta untuk mengobati meriang (Oktoba *et al.*, 2024).

2.1.5. Kandungan Senyawa Tumbuhan Sungkai

Sungkai merupakan tumbuhan yang kaya akan senyawa metabolit sekunder. Hasil penapisan fitokimia secara kualitatif yang dilakukan oleh Novianti & Wirnawati, (2024) menunjukkan ekstrak etanol daun sungkai mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan fenolik. Penapisan fitokimia juga dilakukan oleh Suryani *et al.* (2024) untuk mengetahui kandungan senyawa ekstrak etanol daun sungkai serta fraksi kloroform, *n*-heksan, etil asetat, *n*-butanol, dan air. Ekstrak etanol daun sungkai menunjukkan kandungan senyawa yang paling lengkap karena mengandung flavonoid, alkaloid, serta steroid.



Gambar 2. Struktur Kimia Senyawa Fenolik Moracin M (Vo & Hoa, 2020)

Penelitian yang dilakukan oleh Elya *et al.* (2024) mengenai profilisasi senyawa menggunakan UPLC dan spektrofotometer massa mendapatkan hasil tujuh puncak dari fraksi metanol paling aktif. Senyawa tersebut terdiri atas golongan flavonoid berupa

glycitein, *pectolinarigenin*, dan formononetin, lalu golongan alkaloid berupa *latifoline*, golongan fenolik berupa *moracin M*, dan terpenoid berupa *3-oxo- α -ionol* serta *loliolide*. Kandungan metabolit sekunder yang kaya dalam daun sungkai ini membuatnya memiliki beragam aktivitas farmakologis (Kanedi *et al.*, 2022).

2.1.6. Aktivitas Biologis Tumbuhan Sungkai

Banyak penelitian yang mengangkat topik mengenai uji aktivitas ekstrak maupun fraksi daun sungkai baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Pratiwi *et al.* (2022) dalam penelitiannya menguji efek antihiperlipidemia ekstrak etanol daun sungkai pada tikus albino galur *wistar*. Hasil yang didapatkan yaitu ekstrak etanol daun sungkai memiliki aktivitas antihiperlipidemia dengan menurunkan kadar kolesterol total, trigliserida, nilai LDL, serta meningkatkan nilai HDL pada tikus jantan dengan dosis efektif yaitu 162,12 mg/kg berat badan. Pada penelitian lain, ekstrak etil asetat daun sungkai pada dosis 300 mg/kg terbukti dapat menurunkan kadar gula darah tikus jantan sampai nilai 114 mg/dl pada hari ke-14, tidak berbeda jauh dengan kontrol positif metformin yang menurunkan sampai nilai 105 mg/dl pada hari ke-14 (Naldi *et al.*, 2022).

Ekstrak etanol daun sungkai juga memiliki aktivitas analgesik setelah diuji pada tikus jantan yang diinduksi asam asetat. Dosis efektif yang didapatkan adalah 600 mg/kg berat badan dan efeknya mendekati kontrol positif paracetamol (L. Wahyuni *et al.*, 2023). Selain itu, ditemukan pula aktivitas antikanker pada subfraksi kloroform daun sungkai terhadap sel kanker kolon yaitu HT-29 dan AdenoCa pT3N1cM1. Aktivitas antikanker ditandai dengan munculnya efek seperti inhibisi proliferasi sel, penghentian siklus sel, apoptosis, dan nekrosis (Ibrahim *et al.*, 2021).

Tidak hanya sampai di situ, banyak studi juga dilakukan terkait aktivitas antioksidan daun sungkai. Okfrianti *et al.* (2022) menguji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun sungkai muda dan daun sungkai tua yang hasilnya menunjukkan aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC_{50} berturut-turut 50,838 ppm dan 52,835 ppm. Pada penelitian yang lain, ekstrak etanol daun sungkai dengan berbagai metode pengeringan seluruhnya menghasilkan nilai IC_{50} yang sangat kuat yaitu metode oven 70°C mendapat nilai 17,034 ppm, metode pengeringan matahari mendapat nilai 16,799 ppm, metode pengeringan angin mendapat nilai 14,610 ppm, dan metode oven 50°C mendapat nilai 13,340 ppm (Kasumawati & Hasnah, 2022).

Daun sungkai juga berpotensi memiliki manfaat yang baik bagi kulit dalam hal perlindungan terhadap sinar UV. Pengujian nilai SPF ekstrak etanol daun sungkai oleh Yani *et al.* (2023) menemukan bahwa konsentrasi 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm memiliki nilai SPF di atas 15 yang dapat diartikan sebagai proteksi ultra. Selain itu, pengujian aktivitas tabir surya ekstrak etanol daun sungkai juga dilakukan oleh Fadlilaturrahmah *et al.* (2021) yang pada konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, dan 600 ppm masing-masing mendapatkan nilai SPF sebesar 8 ± 0.3 , 16 ± 0.34 , dan 24 ± 0.31 .

2.2. Senyawa Metabolit Sekunder

2.2.1. Definisi

Metabolit tumbuhan terdiri dari dua jenis metabolit, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal pada tumbuhan dan mikroorganisme. Sebaliknya, metabolit sekunder terbentuk mendekati fase stasioner pertumbuhan dan tidak memiliki peran langsung dalam proses pertumbuhan, reproduksi, maupun perkembangan (Salam *et al.*, 2023).

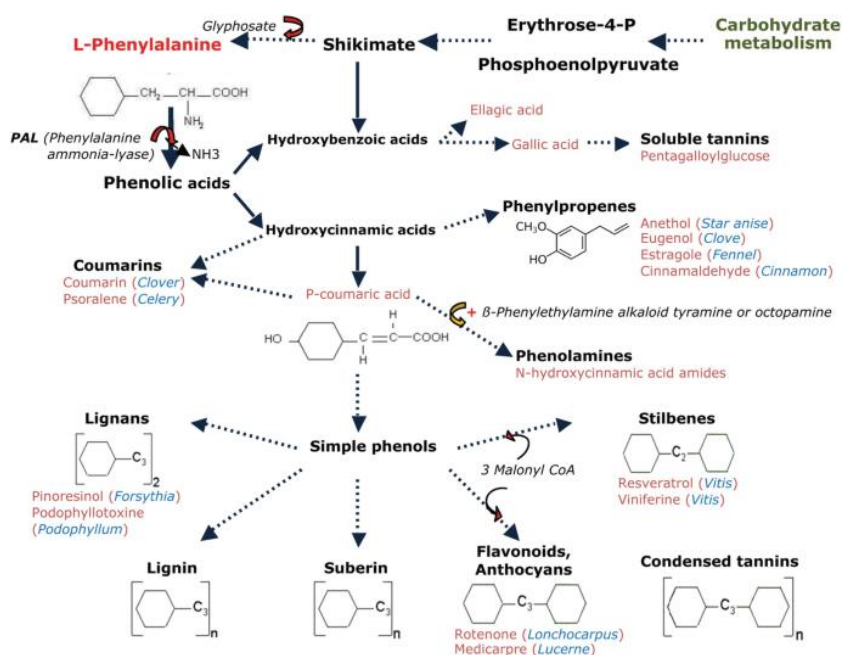
Metabolit sekunder merupakan istilah umum yang mencakup lebih dari 12.000 alkaloid, 40.000 terpenoid, dan 8.000 fenilpropanoid, yang hanya diproduksi oleh tumbuhan. Metabolit sekunder berperan sebagai karakter taksonomi yang membantu dalam klasifikasi tumbuhan, memfasilitasi perbedaan antar famili, genus, dan spesies. Senyawa ini berfungsi langsung dalam mekanisme pertahanan tumbuhan, resistensi sistemik, serta berbagai fungsi ekologis lainnya. Berdasarkan konteks penggunaannya, senyawa metabolit sekunder juga berkontribusi terhadap perlindungan tubuh manusia, termasuk dalam meningkatkan sistem kekebalan terhadap mikroba patogen (Elshafie *et al.*, 2023).

2.2.2. Klasifikasi

Metabolit sekunder dapat dikategorikan dengan berbagai cara, seperti berdasarkan struktur kimianya, komposisinya, kelarutannya dalam berbagai pelarut, atau berdasarkan jalur sintesisnya. Kategori umum dari metabolit sekunder adalah sebagai berikut.

2.2.2.1. Fenolik

Fenol merupakan kelompok metabolit sekunder yang sangat beragam dan banyak ditemukan pada tumbuhan. Secara struktur, fenol terdiri dari satu atau lebih gugus fenolik, yaitu cincin aromatik yang mengandung enam atom karbon dengan satu atau lebih gugus fungsi hidroksil sebagai unit kimia dasarnya (Shi *et al.*, 2022). Karena itu, senyawa ini secara umum disebut sebagai senyawa fenolik atau polifenol. Gugus hidroksil fenolik memiliki keasaman yang sedikit lebih tinggi dibandingkan gugus hidroksil lainnya karena keberadaannya pada struktur cincin benzena yang lebih stabil (Bhatla & Lal, 2018).

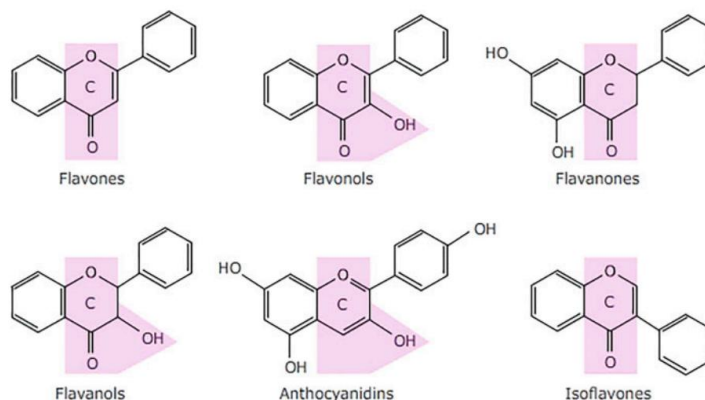


Gambar 3. Bagan Biosintesis dan Jenis-Jenis Senyawa Fenolik (Khanday *et al.*, 2024)

Senyawa fenolik terdiri dari bahan kimia yang heterogen, mencakup lebih dari 10.000 senyawa. Keragaman polifenol bervariasi dari molekul sederhana (misalnya, asam fenolat, fenilpropanoid, flavonoid) hingga molekul yang sangat terpolimerisasi. Secara umum, fenol pada tumbuhan dibagi menjadi subkelas flavonoid, isoflavan, chalcone, stilbene, kumarin, furanokumarin, lignin, tanin, dan lignan, dengan flavonoid sebagai senyawa fenolik yang paling umum dan melimpah pada tumbuhan (Bhatla & Lal, 2018).

Fenol terkadang berinteraksi dengan senyawa kimia lain, seperti protein, alkaloid, dan terpenoid, membentuk kelompok senyawa organik yang dikenal sebagai fenilpropanoid (Dong & Lin, 2021). Flavonoid dan tanin termasuk dalam kelompok senyawa fenolik yang penting dalam kebutuhan makan. Karena struktur aromatikanya, senyawa-senyawa ini mampu menyerap sebagian besar

radiasi UV, sehingga sebagian besar keberadaannya terdapat sebagai komponen dinding sel (Kumar *et al.*, 2020).



Gambar 4. Struktur Dasar Kelas Utama Flavonoid (Bhatla & Lal, 2018)

Fenol adalah antioksidan yang kuat; senyawa ini mencegah biomolekul seperti protein, asam nukleat, lipid tak jenuh, dan gula mengalami kerusakan oksidatif melalui reaksi yang dimediasi oleh radikal bebas (Heleno *et al.*, 2015). Efek menguntungkan dari fenol meliputi sifat antiinflamasi, antidiabetes, kardioprotektif, neuroprotektif, antitumor, dan anti-penuaan (Zhang *et al.*, 2018). Kandungan polifenol dapat dijadikan acuan untuk melihat aktivitas antioksidan (Oktoba *et al.*, 2023). Aktivitas antioksidan fenolik ditentukan oleh hubungan struktur-aktivitas, yang mencakup jumlah dan posisi gugus hidroksil, keberadaan ikatan rangkap, glikosilasi, serta keberadaan substituen pada cincin fenolik (Wang *et al.*, 2018).

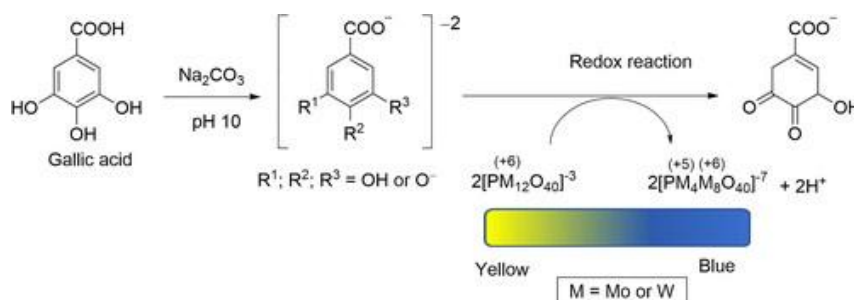
2.3. Pengujian Total Fenolik

Kuantifikasi senyawa fenolik total bergantung pada berbagai parameter, seperti sifat kimia senyawa, metode ekstraksi yang digunakan, ukuran partikel, pemilihan standar, serta keberadaan zat pengganggu dan kotoran.

Beberapa metode analitik, seperti spektrofotometri, telah terbukti efektif dalam mengukur senyawa fenolik pada bahan tanaman, namun hasilnya dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor ini. Seiring dengan kemajuan ilmu analitik, telah dikembangkan berbagai pendekatan untuk meminimalkan interferensi dan meningkatkan akurasi dalam pengukuran senyawa fenolik (Xu *et al.*, 2017).

2.3.1. Metode *Folin-Ciocalteu*

Metode *Folin-Ciocalteu* telah lama digunakan untuk mendeteksi senyawa fenolik pada bahan tanaman. Uji ini didasarkan pada reaksi reduksi kimia yang melibatkan reagen yang mengandung tungsten dan molibdenum. Metode *Folin-Ciocalteu* merupakan modifikasi dari uji Folin-Denis, dengan perubahan kecil pada komposisi reagen yang digunakan (Gogia *et al.*, 2014). Berdasarkan Qusti *et al.* (2010), kandungan total fenolik dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu tinggi (> 400 mg GAE/g), sedang (150-400 mg GAE/g), dan rendah (< 150 mg GAE/g).



Gambar 5. Mekanisme Reaksi dalam Metode *Folin-Ciocalteu* (Dominguez-López *et al.*, 2023)

Metode *Folin-Ciocalteu* yang menggunakan UV-Vis adalah teknik yang paling sederhana dan ekonomis untuk pengukuran senyawa fenolik. Senyawa fenolik dalam metode ini akan bereaksi dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dan larutan kompleks logam biru yang tereduksi diukur menggunakan UV-Vis pada panjang gelombang

tertentu. Prosedur standar *Folin-Ciocalteu* melibatkan persiapan semua larutan uji dan reagen menggunakan air atau pelarut organik polar, sehingga metode ini hanya dapat mendeteksi senyawa fenolik hidrofilik pada sampel (Bastola *et al.*, 2017).

2.4. Ekstraksi

2.4.1. Definisi

Ekstraksi merupakan proses yang melibatkan pemisahan bagian jaringan tumbuhan atau hewan yang aktif sebagai obat dari komponen yang tidak aktif atau *inert* dengan menggunakan pelarut selektif dalam prosedur ekstraksi standar (BPOM, 2023). Ekstraksi juga dapat diartikan sebagai proses pengambilan atau pemisahan senyawa yang diinginkan dari material asalnya. Proses ini bertujuan untuk memperoleh komponen aktif dari sumber bahan mentah melalui metode pemisahan yang terkontrol, menggunakan pelarut atau teknik lain (Kumar *et al.*, 2023).

2.4.2. Dasar Pemilihan Metode Ekstraksi

Pemilihan metode ekstraksi yang tepat sangat bergantung pada berbagai faktor yang harus dipertimbangkan secara cermat. Salah satu faktor utama adalah jenis senyawa yang akan diekstraksi, karena setiap senyawa memiliki karakteristik yang berbeda, seperti kelarutan dan stabilitas yang mempengaruhi metode ekstraksi yang digunakan. Selain itu, bagian tanaman yang diekstraksi, seperti akar, daun, atau bunga, juga menentukan metode yang paling efektif. Setiap bagian tanaman memiliki komposisi senyawa yang berbeda, sehingga metode ekstraksi yang diterapkan perlu disesuaikan dengan tujuan untuk memperoleh senyawa bioaktif yang optimal (Popova & Bankova, 2023).

Pertimbangan lain seperti stabilitas bahan terhadap panas, jenis pelarut, durasi ekstraksi, volume produk yang diinginkan, serta tujuan penggunaan ekstrak. Bahan yang stabil terhadap panas biasanya diekstraksi dengan metode yang melibatkan pemanasan, sedangkan bahan yang sensitif terhadap panas memerlukan metode ekstraksi yang tidak melibatkan panas. Pemilihan pelarut juga menentukan metode yang tepat, dengan pelarut air lebih cocok untuk ekstraksi dengan cara maserasi, sementara pelarut volatil lebih efektif untuk perkolasi atau ekstraksi soxhlet. Durasi ekstraksi dan volume produk yang diinginkan juga berpengaruh, di mana metode yang lebih cepat digunakan untuk ekstraksi dalam waktu singkat dan produk yang lebih terkonsentrasi. Semua faktor ini harus dipertimbangkan untuk memilih metode ekstraksi yang paling efisien dan sesuai dengan tujuan produk akhir (Abubakar & Haque, 2020).

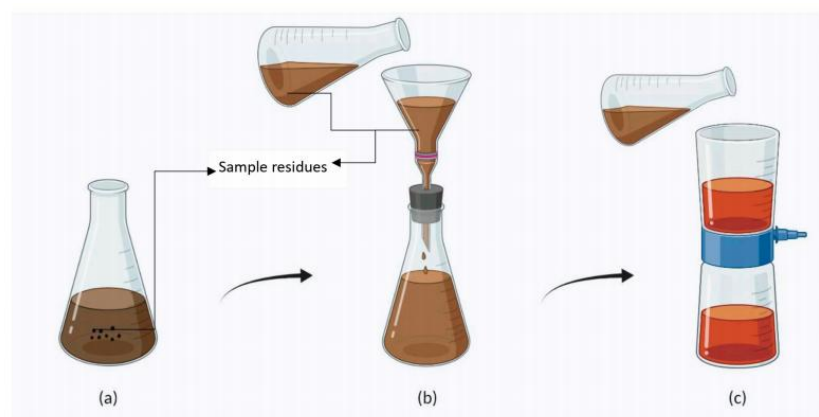
Aspek praktis lainnya, seperti biaya, kecepatan proses, dan dampak lingkungan, juga memengaruhi pemilihan metode ekstraksi. Meskipun metode ekstraksi yang lebih cepat dan murah lebih menarik dari sisi ekonomi, kualitas ekstrak yang dihasilkan tetap harus menjadi perhatian. Selain itu, dampak lingkungan dari bahan yang digunakan dalam ekstraksi, seperti toksisitas pelarut atau keberlanjutan proses, harus dipertimbangkan untuk memastikan bahwa ekstraksi dilakukan dengan cara yang ramah lingkungan. Dengan mempertimbangkan semua faktor ini, metode ekstraksi yang paling sesuai dapat dipilih untuk mencapai hasil yang optimal (Belwal *et al.*, 2018).

2.4.3. Maserasi

Maserasi adalah salah satu metode ekstraksi konvensional yang sangat sederhana dan paling murah karena hanya membutuhkan wadah sederhana sebagai tempat ekstraksi. Namun, metode ini

memerlukan waktu yang cukup lama untuk proses ekstraksi. Maserasi dapat dilakukan di berbagai tempat, dan sering digunakan untuk mengekstraksi senyawa aktif dari berbagai tanaman (Wiranata & Sasadara, 2022).

Wadah yang digunakan dalam metode maserasi bervariasi tergantung pada skala dan bahan yang diekstraksi. Faktor-faktor seperti jumlah bahan mentah, pemilihan pelarut, dan durasi waktu ekstraksi mempengaruhi efektivitas metode ini. Proses ekstraksi dilakukan dengan merendam sampel dalam pelarut yang sesuai untuk ekstraksi (Kumar *et al.*, 2023).



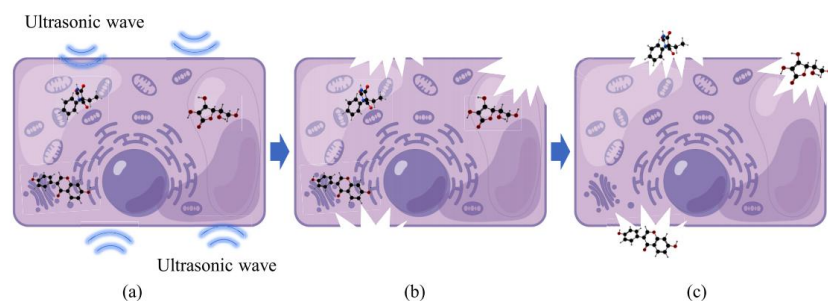
Gambar 6. Proses Ekstraksi dengan Metode Maserasi (Kumar *et al.*, 2023)

Prosedur ekstraksi ini dilakukan dengan menempatkan bahan tanaman yang telah digiling kasar, seperti daun, kulit batang, atau kulit akar, ke dalam wadah, kemudian menambahkan pelarut hingga bahan terendam sepenuhnya dan membiarkannya selama 3-5 hari. Selama proses tersebut, isi wadah diaduk atau dikocok secara berkala untuk memastikan ekstraksi berjalan optimal. Wadah juga ditutup rapat untuk mencegah kontaminasi dan menjaga kestabilan pelarut (Abubakar & Haque, 2020).

Setelah proses ekstraksi selesai, larutan ekstrak dipisahkan dari ampas melalui penyaringan atau dekantasi. Selanjutnya, larutan tersebut dipisahkan dari pelarut dengan cara penguapan menggunakan oven atau pemanasan di atas penangas air. Metode ini sangat cocok untuk bahan tumbuhan yang sensitif terhadap panas (Azwanida, 2015).

2.4.4. *Ultrasound Assisted Extraction*

Ultrasound-assisted extraction (UAE) telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi teknologi untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari bahan tumbuhan. Metode ini merupakan metode modern yang dikategorikan sebagai "teknologi bersih" dan telah menarik perhatian belakangan ini berkat sejumlah keunggulannya dibandingkan teknik ekstraksi konvensional. Keunggulan mencakup penggunaan volume pelarut yang lebih kecil, waktu ekstraksi yang lebih cepat, kebutuhan peralatan yang minimal, serta dampak ekonomi dan lingkungan yang lebih rendah (Carreira-Casais *et al.*, 2021). UAE menawarkan efisiensi tinggi dalam proses ekstraksi dengan meminimalkan energi dan sumber daya yang dibutuhkan, sekaligus mengurangi emisi limbah berbahaya, menjadikannya alternatif yang lebih berkelanjutan (Shen *et al.*, 2023).

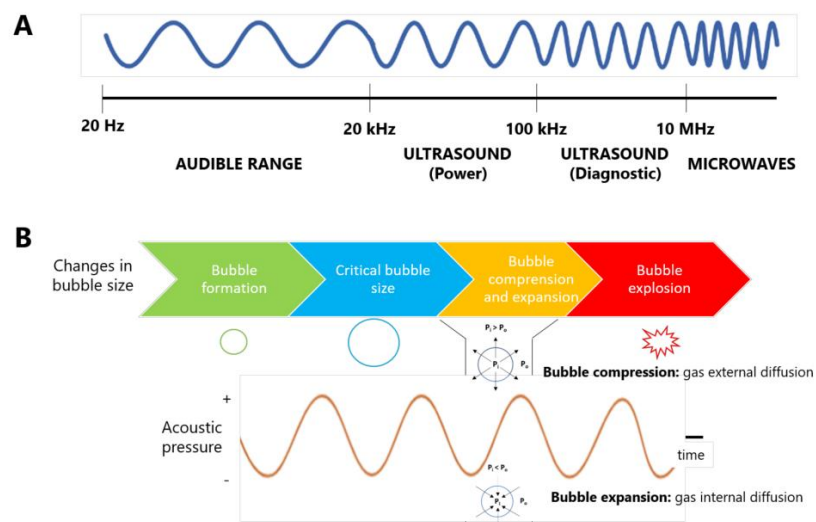


Gambar 7. Mekanisme Kerja UAE (Shen *et al.*, 2023)

Metode UAE memanfaatkan *ultrasound* dengan frekuensi di atas 20 kHz untuk merusak dinding sel tanaman, yang meningkatkan

penetrasi pelarut ke dalam sel dan meningkatkan hasil ekstraksi. UAE memungkinkan pemrosesan pada suhu yang lebih rendah, sehingga menjaga kualitas senyawa ekstrak yang tinggi (Abubakar & Haque, 2020). Teknik ini dianggap sebagai salah satu metode ekstraksi yang paling praktis karena hanya memerlukan peralatan laboratorium umum seperti bak ultrasonik. Dalam praktiknya, sampel yang telah dihancurkan dicampur dengan pelarut yang sesuai dan ditempatkan dalam bak ultrasonik, dengan kontrol terhadap suhu dan waktu ekstraksi (Kumar *et al.*, 2023).

UAE dapat digunakan pada berbagai sampel organik dan anorganik, serta melibatkan berbagai jenis pelarut. Peralatan utama yang digunakan adalah bak ultrasonik dan sistem *probe* ultrasonik. Namun, penggunaan *probe* ultrasonik memiliki beberapa kelemahan utama, terutama terkait dengan kesulitan dalam menjaga konsistensi hasil eksperimen dan keterulangan hasil penelitian (Shen *et al.*, 2023).



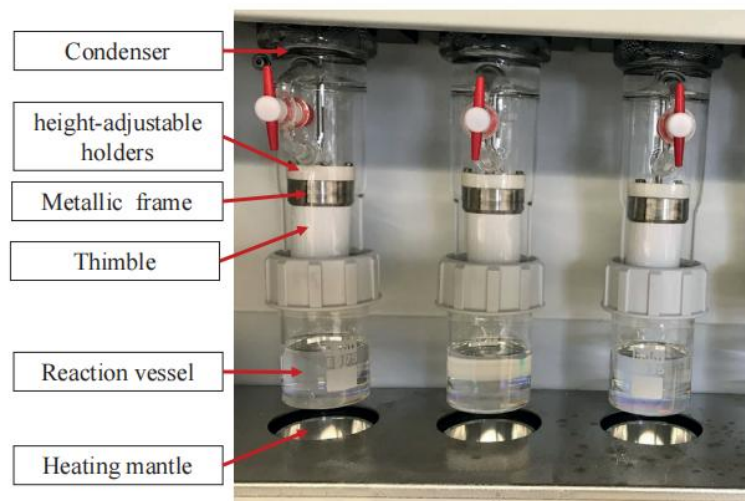
Gambar 8. Spektrum Gelombang Bunyi (A) dan Proses Kavitasi (B) (Carreira-Casais *et al.*, 2021)

Saat gelombang *ultrasound* yang kuat dilewatkan melalui medium cair, tekanan negatif dapat melampaui gaya tarik antar molekul,

menciptakan rongga di dalam cairan. Gelembung uap kecil atau yang dikenal sebagai gelembung kavitasi terbentuk saat tekanan negatif mencapai nilai kritis yang cukup untuk mengatasi kekuatan tarik cairan tersebut. Nilai kritis dari tekanan negatif ini disebut sebagai ambang kavitasi, yang memicu pembentukan gelembung di dalam cairan pada kondisi tertentu (Dash *et al.*, 2021).

2.4.5. Randall *Hot Extraction*

Pada awal tahun 1970-an, Edward Randall mengembangkan teknik ekstraksi cepat yang mampu mengurangi waktu ekstraksi hingga 30 menit. Metode ini bekerja dengan menurunkan sampel ke dalam pelarut yang mendidih, di mana sampel tersebut sepenuhnya terendam. Prinsip dasarnya adalah bahwa komponen seperti lemak dan lilin lebih mudah larut dalam pelarut panas dibandingkan pada suhu dingin atau suhu ruang. Presisi yang lebih tinggi dan hasil yang konsisten dengan metode soxhlet, metode Randall ini menjadi dasar bagi berbagai sistem ekstraksi otomatis dan dikenal sebagai modifikasi dari metode soxhlet (Luthria, 2019).



Gambar 9. Bagian Alat Randall *Hot Extraction* (Alassali *et al.*, 2021)

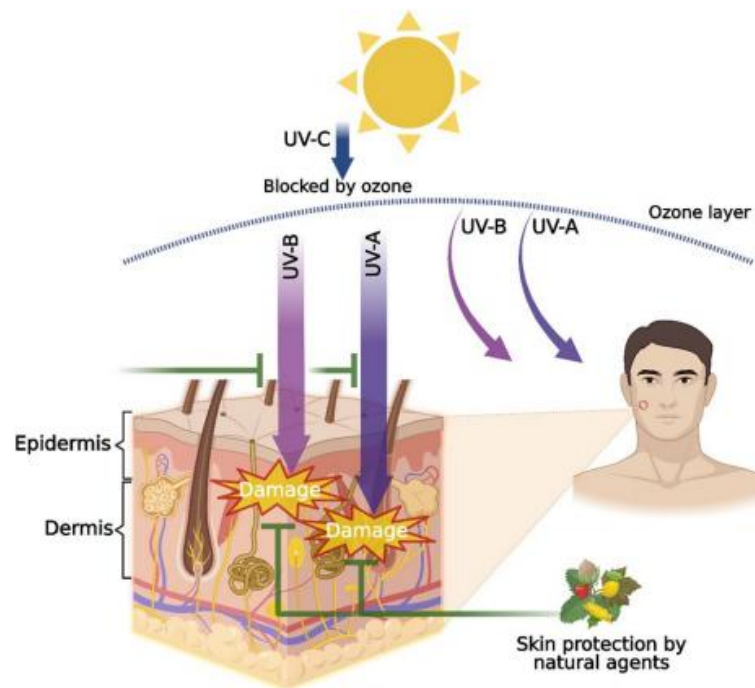
Metode Randall melibatkan tiga tahap dalam proses ekstraksi. Pada tahap pertama, sampel yang terletak dalam selubung ditempatkan di dalam pelarut yang sedang mendidih. Tahap kedua melibatkan pencucian sampel menggunakan pelarut yang menetes dari kondensor. Terakhir proses penguapan untuk memisahkan pelarut dari sampel yang ingin diambil. Proses pelarutan komponen sampel berlangsung dengan cepat pada tahap pertama berkat pelarut yang mendidih, yang secara signifikan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk keseluruhan prosedur. Selain itu, metode ini juga memungkinkan pemulihan pelarut pada akhir proses ekstraksi, meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan metode tersebut dalam aplikasi laboratorium (López-Bascón & de Castro, 2019).

2.5. Sinar Ultraviolet

Matahari menghasilkan energi dalam jumlah besar yang mencakup sinar kosmik, sinar gamma, sinar-X, radiasi UV-B dan UV-A, radiasi tampak, serta radiasi inframerah (Holick, 2016). Radiasi ultraviolet adalah bagian dari spektrum radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari dan mencakup rentang panjang gelombang dari 100 hingga 400 nm, yaitu UV-C (100–280 nm), UV-B (280–315 nm), dan UV-A (315–400 nm) (Schuch *et al.*, 2017). Sekitar 95% sinar ultraviolet yang masuk ke bumi berupa UV-A dan 5% berupa UV-B; UV-C hampir seluruhnya diserap di bagian atas stratosfer, kecuali ketika melewati lubang ozon pada lapisan tersebut (Widel *et al.*, 2014).

UV-B adalah cahaya dengan panjang gelombang yang lebih pendek, dapat menembus epidermis hingga ke lapisan basal, di mana akan diserap oleh kromofor seperti melanin, asam urokanat, porfirin, asam nukleat, serta asam amino triptofan dan tirosin (McDaniel *et al.*, 2018). UV-A memiliki panjang gelombang yang lebih panjang dan menembus lebih dalam ke dalam kulit, mencapai lapisan dermis. Paparan sinar UV yang berkepanjangan berkaitan

dengan berbagai patologi kulit, termasuk sengatan matahari, penuaan dini akibat cahaya atau *photoaging*, dan kanker kulit (Farris & Valacchi, 2022).



Gambar 10. Penetrasi Sinar Ultraviolet pada Kulit (Verma *et al.*, 2024)

Reactive Oxygen Species (ROS), yang sering disebut sebagai radikal bebas atau oksidan, berbahaya bagi kulit dan sinar UV merupakan pemicu utama pembentukan ROS pada jaringan kulit. Pembentukan ROS setelah paparan UV-A dan UV-B memerlukan penyerapan foton oleh molekul *photosensitizer* endogen, seperti sitokrom, riboflavin, heme, dan porfirin. *Photosensitizer* yang tereksitasi kemudian bereaksi dengan oksigen, menghasilkan ROS, termasuk anion superoksida ($O_2^{\cdot-}$) dan oksigen singlet (1O_2) (Chen *et al.*, 2021).

Produksi ROS yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur DNA, salah satunya melalui pembentukan 8-OHdG, yang mengganggu berbagai proses seluler normal. Ketika DNA mengalami kerusakan ini, sel akan merespons dengan meningkatkan ekspresi matriks metalloproteinase, yaitu kelompok enzim yang memiliki peran utama dalam pemecahan serat

kolagen di kulit. Proses degradasi kolagen ini mengakibatkan kerusakan pada jaringan kulit, yang berujung pada pembentukan kerutan dan mempercepat penuaan kulit, memperburuk elastisitas dan kekencangan kulit seiring waktu (Emanuelli *et al.*, 2022).

2.6. Antioksidan

2.6.1. Definisi

Antioksidan adalah senyawa atau sistem dalam sel, baik yang berupa enzim maupun bukan, yang berfungsi melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas atau *reactive oxygen species* (ROS). Selain menetralkan ROS untuk mencegah stres oksidatif, antioksidan juga membantu mengatur peran ROS sebagai sinyal dalam proses biologis tertentu (Gupta *et al.*, 2018). Antioksidan bekerja dengan cara menetralkan atau mengalihkan spesies oksigen reaktif, menghentikan reaksi radikal bebas, serta menghancurkan ROS, dan juga mengikat atau menginaktivasi ion logam. Melalui mekanisme ini, antioksidan melindungi sel-sel dari kerusakan yang disebabkan oleh stres oksidatif (Parcheta *et al.*, 2021).

2.6.2. Mekanisme Pertahanan oleh Antioksidan

2.6.2.1. Sistem Enzimatik Primer

Peran ini dimainkan oleh enzim yang dihasilkan tubuh seperti superoksida dismutase yang bertanggung jawab atas reaksi dismutasi superoksida menjadi hidrogen peroksida, yang kemudian dalam reaksi selanjutnya, yang dikatalisis oleh katalase atau GPx, diubah menjadi air dan oksigen. SOD merupakan enzim detoksifikasi yang paling penting dan paling kuat di dalam sel. Katalase menggunakan besi atau mangan sebagai kofaktor dan mengkatalisis degradasi atau reduksi hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air dan

oksigen molekuler, sehingga menyelesaikan proses detoksifikasi yang dimulai oleh SOD. GPx adalah enzim intraseluler yang penting yang menguraikan hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air dan peroksida lipid menjadi alkohol yang bersesuaian (Santos-Sánchez *et al.*, 2019).

2.6.2.2. Sistem Nonenzimatik

Sistem antioksidan ini melibatkan senyawa-senyawa yang dapat menangkap radikal bebas untuk mencegah terjadinya reaksi inisiasi radikal. Antioksidan ini menetralkan radikal bebas atau mengikatnya dengan menyumbangkan elektron, sehingga meskipun antioksidan tersebut berubah menjadi radikal bebas, tingkat reaktivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan radikal bebas yang awalnya ada. Radikal bebas yang terbentuk dari proses ini mudah dinetralkan kembali oleh antioksidan lain dalam sistem yang sama. Sel-sel tubuh memanfaatkan berbagai senyawa antioksidan atau pemangsa radikal bebas seperti vitamin E, vitamin C, karoten, ferritin, ceruloplasmin, dan selenium (Mironczuk-Chodakowska *et al.*, 2018).

2.6.2.3. Sistem Perbaikan

Contoh umum kategori ini termasuk sistem enzim perbaikan DNA (polimerase, glikosilase, dan nuklease) serta enzim proteolitik (proteinase, protease, dan peptidase) yang ditemukan di sitosol dan mitokondria sel mamalia. Beberapa contoh spesifik dari enzim-enzim ini adalah glutathion peroksidase, glutathion reduktase, dan metionin sulfoxide reduktase. Enzim-enzim ini berperan sebagai perantara dalam proses perbaikan kerusakan oksidatif yang

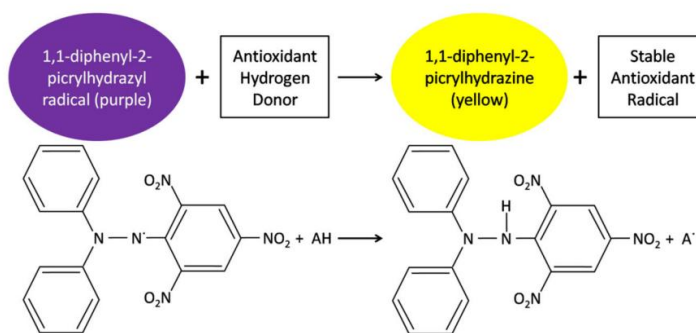
disebabkan oleh serangan ROS yang berlebihan (Santos-Sánchez *et al.*, 2019).

2.7. Uji Aktivitas Antioksidan

Metode awal menilai efektivitas antioksidan dengan mengukur pencegahan pembentukan produk oksidasi tertentu, sehingga berfokus pada pengukuran oksidasi lipid. Saat ini, berbagai uji kimia yang dikombinasikan dengan teknologi deteksi yang sangat sensitif dan otomatis digunakan untuk menilai aktivitas antioksidan melalui metode khusus, seperti aktivitas pemungutan terhadap berbagai jenis radikal bebas atau ROS, daya reduksi, dan khelasi logam, di antaranya. Substrat oksidasi yang digunakan pun telah meluas dari model sistem pangan hingga senyawa kimia, bahan biologis, kultur sel, dan bahkan jaringan hidup (Munteanu & Apetrei, 2021).

2.7.1. Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Uji DPPH adalah teknik sederhana yang hanya membutuhkan spektrofotometer *visible* atau spektrometer resonansi paramagnetik elektronik (EPR). Meskipun DPPH bukan radikal alami, mekanisme reaksinya dengan antioksidan serupa dengan mekanisme reaksi radikal peroksil ROO• (Shahidi & Zhong, 2015). Metode uji DPPH sangat sederhana dan cepat untuk analisis manual kandungan antioksidan. Metode ini dapat digunakan pada sampel padat maupun cair dan tidak terbatas pada jenis antioksidan tertentu, melainkan mengukur kapasitas antioksidan total dari sampel secara keseluruhan (Dontha, 2016).



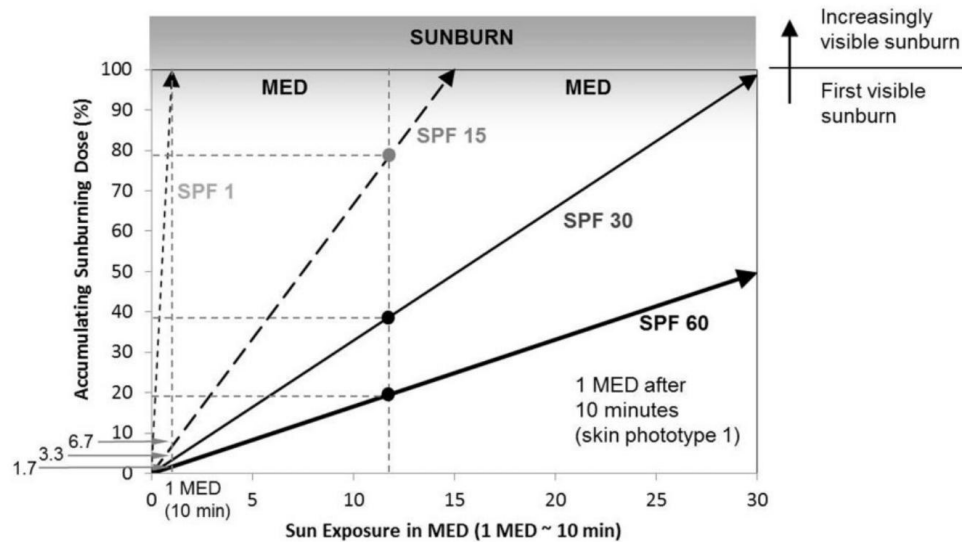
Gambar 11. Mekanisme Uji Antioksidan dengan Metode DPPH (Hastak *et al.*, 2018)

Uji netralisasi DPPH didasarkan pada pemberian elektron dari antioksidan untuk menetralkan radikal DPPH. Reaksi ini disertai dengan perubahan warna DPPH yang diukur pada panjang gelombang 517 nm, di mana perubahan warna tersebut berfungsi sebagai indikator aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan dengan metode netralisasi DPPH sering dilaporkan sebagai EC_{50} atau IC_{50} , yang didefinisikan sebagai konsentrasi efektif antioksidan yang diperlukan untuk mengurangi konsentrasi awal sebesar 50% (Foti, 2015). Suatu senyawa diklasifikasikan sebagai sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50$ ppm, kuat jika dalam kisaran 50-100 ppm, sedang jika dalam kisaran 101-150 ppm, dan lemah jika nilai $IC_{50} > 150$ ppm (Molyneux, dilansir dalam Sukweenadhi *et al.*, 2020).

2.8. Sun Protection Factor

Konsep SPF pertama kali diperkenalkan oleh ilmuwan Austria, Franz Greiter, pada tahun 1970-an dan sejak saat itu diterima secara luas oleh berbagai otoritas regulasi serta industri kosmetik dan farmasi sebagai indikator tingkat perlindungan yang diberikan oleh tabir surya topikal terhadap efek terbakar akibat paparan sinar matahari (Diffey & Osterwalder, 2017). SPF merupakan konsep dasar yang berfokus pada eritema pada manusia, yaitu reaksi kulit yang muncul segera sebagai akibat dari paparan berlebih terhadap radiasi UV. SPF mencerminkan efektivitas tabir surya

dalam mengurangi reaksi kulit yang terbakar akibat sinar matahari saat diaplikasikan (Osterwalder *et al.*, 2014).



Gambar 12. Diagram Cara Kerja *Sunscreen* Berdasarkan SPF (Osterwalder *et al.*, 2014)

Dosis kumulatif paparan sinar matahari yang menyebabkan kulit terbakar melalui tabir surya, dinyatakan sebagai persentase dosis eritema minimal (MED, 1 MED = 100%), diplot terhadap total dosis paparan sinar matahari, yang juga dinyatakan dalam MED atau waktu (1 MED = 10 menit). Pada grafik, perilaku dinamis SPF 1 (tanpa tabir surya), SPF 15, dan SPF 30 ditunjukkan. Sebagai contoh, setelah 12 MED (sekitar 2 jam paparan di bawah sinar matahari) dengan menggunakan tabir surya SPF 15, dosis sinar matahari yang menyebabkan kulit terbakar mencapai 80% pada kulit namun hanya mencapai 40% ketika menggunakan tabir surya SPF 30, atau 20% jika menggunakan SPF 60 (Osterwalder *et al.*, 2014).

SPF ditentukan dengan mengevaluasi efektivitas suatu produk dalam melindungi kulit terhadap radiasi UV-B, yang merupakan penyebab utama eritema atau kulit terbakar akibat paparan sinar matahari (Portilho *et al.*, 2022). SPF adalah metrik yang sudah mapan untuk mengukur perlindungan

tabir surya terhadap eritema yang disebabkan oleh sinar matahari yang disimulasikan, tetapi metrik ini saja tidak cukup untuk mengukur perlindungan terhadap penuaan kulit akibat *photoaging* dan kanker kulit. Konsep SPF masih dianggap sebagai nilai absolut yang akurat, padahal seharusnya penggunaan nilai SPF lebih mengarah untuk tujuan membandingkan produk satu dengan yang lain mengenai perlindungannya terhadap sinar matahari (Cole, 2014).

2.9. Uji Penentuan Nilai *Sun Protection Factor*

Secara umum, metode tradisional dan satu-satunya yang diakui secara resmi untuk penentuan SPF adalah metode *in vivo*. Berdasarkan pernyataan yang dikeluarkan oleh BPOM (2023), pengujian untuk menentukan nilai SPF dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu uji *in vitro* dan uji *in vivo*. Uji *in vitro* dilakukan menggunakan spektrofotometer ultraviolet (UV) dan berfungsi sebagai uji awal untuk memperkirakan nilai SPF produk tabir surya, namun tidak dapat dijadikan acuan resmi dalam penetapan nilai SPF. Sebaliknya, uji *in vivo* dianggap sebagai standar utama dalam menentukan nilai SPF kosmetik, karena melibatkan subjek manusia sehingga memberikan gambaran nilai SPF yang lebih akurat.

2.9.1. Perhitungan Mansur

Metode uji SPF *in vitro* dengan perhitungan Mansur adalah teknik laboratorium yang digunakan untuk memperkirakan SPF produk tabir surya atau bahan aktifnya tanpa melibatkan uji pada manusia. Berdasarkan publikasi Mansur *et al.* (1986), metode ini bekerja dengan cara melarutkan bahan uji dalam pelarut etanol kemudian mengencerkannya menjadi konsentrasi yang dikehendaki. Pembacaan menggunakan spektrofotometer UV dapat menentukan jumlah radiasi UV yang diserap oleh bahan uji dan dari data ini, nilai SPF produk dihitung menggunakan rumus sederhana (de Oliveira-Junior *et al.*, 2015).

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{360} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

CF dalam persamaan adalah faktor koreksi dengan nilai tetap yaitu 10. Nilai *erythema effect* atau $EE(\lambda)$ merepresentasikan efektivitas relatif radiasi UV pada setiap panjang gelombang dalam menyebabkan eritema. Selanjutnya, $I(\lambda)$ mengacu pada intensitas sinar matahari pada panjang gelombang tertentu. Terakhir, $Abs(\lambda)$ adalah pembacaan spektrofotometri terhadap absorbansi sampel pada setiap panjang gelombang (Yasmeen & Gupta, 2016).

Tabel 1. Nilai Normalisasi Fungsi dalam Perhitungan SPF

Wavelength (nm)	EE × I (normalized)
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0839
320	0.0180
Total	1.0000

EE: Erythema effect spectrum; I: solar intensity spectrum.

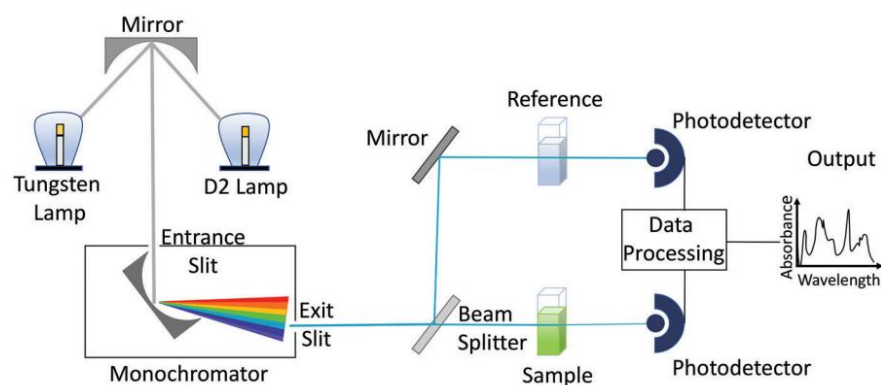
Metode Mansur menawarkan beberapa keuntungan, seperti manfaat etis, hasil yang lebih cepat, dan biaya yang lebih rendah. Metode ini sangat berguna untuk perkiraan awal nilai SPF dalam tahap pengembangan produk tabir surya. Meskipun metode ini efektif untuk formulasi dengan konsentrasi UV *filter* rendah hingga sedang, efektivitasnya menurun pada formulasi dengan konsentrasi UV *filter* yang tinggi. Selain itu, penggunaan metode Mansur menjadi tidak memungkinkan pada formulasi yang mengandung *filter* fisik, karena *filter* tersebut tidak larut dalam pelarut yang digunakan dalam metode (Baby & Chakraborty, 2022). Nilai SPF selanjutnya dapat diinterpretasikan berdasarkan kategori pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Kategori Nilai *Sun Protection Factor* (BPOM, 2020)

Level	Nilai SPF
Rendah	$\geq 6 - < 15$
Sedang	$\geq 15 - < 30$
Tinggi	$\geq 30 - < 50$
Sangat tinggi	≥ 50

2.10. Spektrofotometer UV-Vis

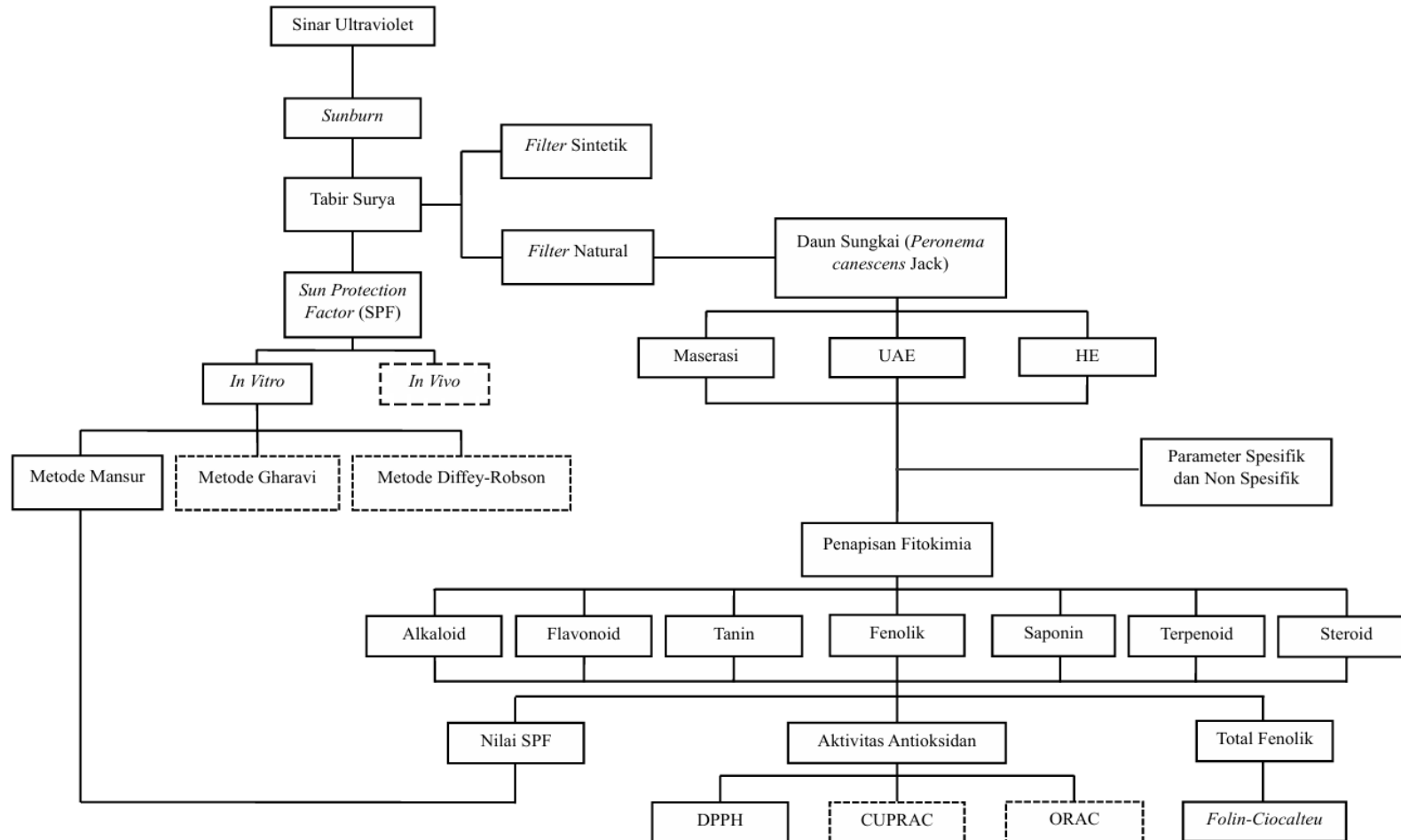
Spektroskopi UV-Vis adalah teknik analisis cepat yang mengukur absorbansi atau transmitansi cahaya. Meskipun panjang gelombang UV berkisar antara 100–380 nm dan komponen visibel mencapai 800 nm, sebagian besar spektrofotometer bekerja pada rentang panjang gelombang antara 200–1100 nm. Rentang praktis untuk spektroskopi UV-Vis adalah 200–800 nm; di atas 800 nm merupakan daerah inframerah, sedangkan di bawah 200 nm dikenal sebagai UV vakum (Casoni *et al.*, 2024). Kemampuan suatu materi untuk menyerap dan memancarkan cahaya menentukan warnanya, dan mata manusia dapat membedakan hingga 10 juta warna unik. Cahaya dapat melewati media, memantul dari permukaan buram dan transparan, serta mengalami pembiasan oleh kristal (Rocha *et al.*, 2018).

**Gambar 13.** Bagian Instrumen Spektrofotometer UV-Vis (Rocha *et al.*, 2018)

Spektrometer UV-Vis memiliki konfigurasi dasar yang mencakup sumber cahaya polikromatik, pemilih panjang gelombang untuk memisahkan radiasi, dan detektor untuk mengukur radiasi yang berinteraksi dengan sampel. Berdasarkan jenis instrumen, dapat digunakan tempat sampel internal atau eksternal. Spektrometer ini biasanya dibagi menjadi tipe "*single beam*" dan "*double beam*"; pada tipe berkas ganda, cahaya melalui sampel dan referensi secara bergantian selama proses akuisisi spektrum (Picollo *et al.*, 2019).

2.11. Kerangka Teori

Penelitian ini didasarkan pada bahaya sinar ultraviolet pada manusia yang dapat menyebabkan terjadinya *sunburn* dan karena itu dibutuhkan perlindungan untuk kulit dalam bentuk tabir surya. Zat aktif tabir surya dapat diperoleh dari bahan alami, salah satunya yang berpotensi adalah daun sungkai. Daun sungkai diekstraksi menggunakan metode maserasi, *ultrasound assisted extraction*, dan *Randall hot extraction*, kemudian diuji parameter spesifik dan non spesifiknya serta dilakukan penapisan fitokimia. Kandungan total fenolik diukur dan menjadi dasar untuk pengujian aktivitas antioksidan dan nilai SPF. Pengukuran nilai SPF dapat dilakukan secara *in vitro* maupun *in vivo*, pada penelitian ini dipilih metode *in vitro* dengan cara Mansur.



Keterangan:

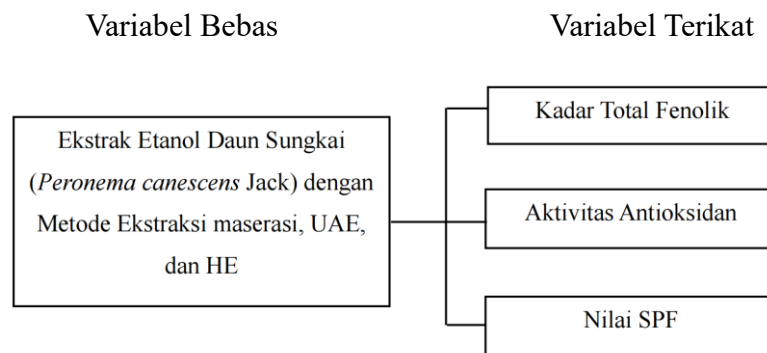
= dilakukan dalam penelitian

= tidak dilakukan dalam penelitian

Gambar 14. Kerangka Teori Penelitian

2.12. Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori penelitian yang telah dirancang, dapat dibuat sebuah kerangka konsep yang menggambarkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini. Variabel bebas dalam hal ini adalah metode ekstraksi yang meliputi maserasi, *ultrasound assisted extraction*, dan Randall *hot extraction* akan mempengaruhi variabel terikat berupa kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai SPF ekstrak etanol daun sungkai.



Gambar 15. Kerangka Konsep Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental berskala laboratorium. Penelitian dilakukan dengan mengekstraksi daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) menggunakan tiga metode yang berbeda yaitu maserasi, *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE), dan *Randall Hot Extraction* (HE) yang masing-masing dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Pelarut yang dipilih adalah etanol 96%. Ekstrak yang dihasilkan kemudian diuji kadar total fenolik menggunakan metode *Folin-Ciocalteu*, aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, dan nilai *sun protection factor* (SPF) menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tempat berikut:

1. Laboratorium Botani, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung
2. Laboratorium Kimia Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung.

3.2.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024-Januari 2025.

3.3. Identitas Variabel Penelitian

3.3.1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack).

3.3.2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai SPF ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack).

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya adalah *blender*, ayakan *mesh* 40, aluminium *foil*, *plastic wrap*, kertas saring, kertas perkamen, cawan porselen, batang pengaduk, penjepit kayu, pipet tetes, mikro pipet (DLAB[®]), tabung reaksi, labu erlenmeyer, labu ukur, *beaker glass*, gelas ukur, pipet volume, *bulb filler*, corong kaca (IWAKI[®]), *water bath* (IKA[®]), neraca analitik (BEL Engineering[®]), maserator, *ultrasonic bath* (OVAN[®]), *fat extractor* (BUCHI[®] FatExtractor E-500), seperangkat alat *rotary evaporator* (Rotavapor R-100 BUCHI[®]), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu[®] UV-1900i), dan kuvet (Shimadzu[®]).

3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya adalah daun sungkai (*Peronema canescens* Jack), etanol 96% teknis, pereaksi *Dragendorff*, pereaksi Mayer, HCl 2 N p.a (SMART-LAB[®]), serbuk zinc p.a (MERCK[®]), *aquadest*, FeCl₃ 5% (Supelco[®]), kloroform p.a (Supelco[®]), asam asetat anhidrat p.a (SMART-LAB[®]), H₂SO₄ p.a

(Supelco[®]), reagen *Folin-Ciocalteu* (Supelco[®]), DPPH (Sigma Aldrich[®]), asam askorbat (MERCK[®]), etanol p.a (SMART-LAB[®]), asam galat (MERCK), Na₂CO₃ (Supelco[®]), metanol p.a (SMART-LAB[®]).

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tumbuhan sungkai bukan hasil budidaya yang didapatkan dari Kecamatan Kedaton, Kota Bandar Lampung. Daun sungkai yang diambil berupa daun yang masih utuh dan segar, berwarna hijau keunguan hingga hijau tua, yang tidak memiliki bintik-bintik kuning maupun putih serta tidak terlihat tanda-tanda mengalami pembusukan (Das, 2020).

3.5.2. Uji Determinasi Tumbuhan

Uji determinasi daun sungkai dilakukan untuk memastikan secara ilmiah bahwa sampel tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benar merupakan tumbuhan sungkai. Uji determinasi tumbuhan dilakukan di Laboratorium Botani, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.5.3. Preparasi Simplisia

Pengumpulan dan pengolahan simplisia dimulai dengan proses sortasi basah, yaitu pemisahan bagian tanaman yang akan digunakan dari bagian yang tidak diperlukan. Bagian yang dipilih adalah daun sungkai yang masih segar dan tidak rusak. Setelah pemisahan, daun yang sudah dipilih dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran, tanah, debu, dan serangga. Daun selanjutnya dikeringkan dengan angin di tempat teduh yang tidak terkena sinar matahari langsung. Setelah kering, dilakukan sortasi kering untuk memastikan

kebersihan sampel. Sampel kemudian dihaluskan menjadi serbuk dan disaring melalui ayakan dengan nomor *mesh* 40, yang kemudian disimpan dalam wadah tertutup dan terhindar dari sinar matahari (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1985).

3.5.4. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Sungkai Metode Maserasi

Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi dilakukan dengan cara memasukkan 1 kg sampel serbuk ke dalam maserator, kemudian ditambahkan pelarut etanol 96% sebanyak 2,5 L sampai seluruh serbuk simplisia terendam oleh pelarut. Dilakukan pengadukan setiap 8 jam sekali agar proses ekstraksi berlangsung maksimal. Proses ekstraksi berlangsung selama tiga hari dengan penggantian pelarut dilakukan setiap 24 jam. Setelah proses ekstraksi selesai, ekstrak cair kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 45°C, tekanan 150 bar, dan kecepatan putaran 100 rpm hingga didapatkan ekstrak kental. Ekstraksi dengan metode ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan (Singh, 2008).

3.5.5. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Sungkai Metode *Ultrasound Assisted Extraction*

Proses ekstraksi dengan metode UAE dilakukan dengan pelarut etanol 96% menggunakan rasio sampel:pelarut sebesar 1:7. Proses diawali dengan memasukkan 30 g serbuk simplisia ke dalam labu erlenmeyer dan ditambahkan 210 mL pelarut etanol 96% hingga serbuk terendam sempurna. Ekstraksi berlangsung selama 30 menit dengan suhu diatur sebesar 50°C. Setelah ekstraksi selesai, disaring ekstrak cair menggunakan kertas saring dan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 45°C, tekanan 150 bar, dan kecepatan putaran 100 rpm hingga didapatkan ekstrak kental. Ekstraksi dengan metode ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan (Vinatoru *et al.*, 1997).

3.5.6. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Sungkai Metode Randall *Hot Extraction*

Proses ekstraksi dengan metode HE dilakukan dengan instrumen Buchi FatExtractor E-500 menggunakan pelarut etanol 96% dan perbandingan sampel:pelarut sebesar 1:20. Suhu ekstraksi diatur hingga mencapai 80°C. Waktu berlangsungnya ekstraksi dalam satu siklus adalah 90 menit untuk hasil yang lebih maksimal. Ekstrak cair yang didapat kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 45°C, tekanan 150 bar, dan kecepatan putaran 100 rpm. Ekstraksi dengan metode ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (Dvorackova *et al.*, 2015).

3.5.7. Perhitungan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Sungkai

Hasil ekstrak kental yang didapatkan kemudian ditimbang dan dihitung persentase rendemennya. Perhitungan rendemen diperlukan untuk menentukan jumlah ekstrak yang diperoleh sepanjang proses ekstraksi. Selain itu, data rendemen ini berkaitan dengan kandungan senyawa aktif dalam sampel. Semakin tinggi rendemen yang dihasilkan, semakin besar kemungkinan kandungan senyawa aktif dalam sampel tersebut. Cara menghitung persentase rendemen yaitu bobot ekstrak kental dibagi dengan bobot serbuk simplisia yang digunakan saat ekstraksi dikalikan dengan 100% seperti persamaan berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{bobot ekstrak (akhir)}}{\text{bobot simplisia (awal)}} \times 100\%$$

(Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017)

3.5.8. Uji Parameter Spesifik Ekstrak

3.5.8.1. Identitas

Parameter identitas ekstrak meliputi deskripsi nama generik, dagang, atau paten, nama ilmiah botani, bagian tumbuhan yang digunakan, serta nama Indonesia dari tumbuhan tersebut. Selain itu, ekstrak dapat memiliki senyawa identitas yang berfungsi sebagai penanda spesifik dan diidentifikasi melalui metode tertentu. Tujuan dari parameter ini adalah memastikan konsistensi dan keaslian ekstrak untuk berbagai aplikasi produk (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, 2000).

3.5.8.2. Organoleptik

Parameter organoleptik ekstrak melibatkan penggunaan pancaindra untuk mendeskripsikan karakteristik fisik suatu ekstrak, seperti bentuk, warna, bau, dan rasa. Bentuk ekstrak dapat bervariasi dari padat, serbuk kering, kental, hingga cair, dengan warna yang meliputi kuning, coklat, dan lainnya. Bau ekstrak dapat bersifat aromatik atau tidak berbau, sementara rasanya bisa pahit, manis, atau kelat. Tujuan dari parameter organoleptik ini adalah menyediakan pengenalan awal yang sederhana namun obyektif mengenai karakteristik dasar ekstrak (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, 2000).

3.5.8.3. Kadar Senyawa Larut Air

Sebanyak 5,0 g ekstrak direndam dalam 100 ml air-kloroform LP dalam labu bersumbat selama 24 jam. Proses ini melibatkan pengocokan berkala selama enam jam pertama, kemudian larutan didiamkan selama 18 jam. Setelah itu, larutan disaring, dan 20 ml filtrat diuapkan hingga kering

dalam cawan yang telah ditimbang. Residu dipanaskan pada suhu 105°C hingga mencapai bobot tetap. Kadar senyawa larut air dihitung dalam persen berdasarkan berat awal ekstrak. Prosedur ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi senyawa aktif yang larut dalam air, yang merupakan indikator potensial bioavailabilitas dan efektivitas ekstrak dalam herbal (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, 2000).

3.5.8.4. Kadar Senyawa Larut Etanol

Maserasi 5,0 g ekstrak dengan 100 ml etanol (95%) dalam labu bersumbat selama 24 jam. Selama enam jam pertama, larutan dikocok secara berkala, lalu dibiarkan selama 18 jam. Setelah itu, larutan disaring dengan cepat untuk mencegah penguapan etanol, dan 20 ml filtrat diuapkan hingga kering dalam cawan dangkal yang telah ditimbang sebelumnya. Residu dipanaskan pada suhu 105°C hingga mencapai bobot tetap. Kadar senyawa larut dalam etanol (95%) dihitung dalam persen berdasarkan berat ekstrak awal (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, 2000).

3.5.9. Uji Parameter Non Spesifik Ekstrak

3.5.9.1. Susut Pengeringan

Pengukuran sisa zat setelah pengeringan pada suhu 105°C selama 30 menit atau hingga berat konstan dilakukan untuk menentukan kadar senyawa yang hilang selama proses pengeringan, yang dinyatakan dalam persentase. Pada kondisi tertentu, seperti jika bahan tidak mengandung minyak atsiri atau pelarut organik yang menguap, pengukuran ini setara dengan kadar air, yaitu kandungan air yang ada di atmosfer atau lingkungan terbuka. Tujuan dari

pengukuran ini adalah untuk memberikan batasan maksimal mengenai jumlah senyawa yang hilang selama proses pengeringan (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, 2000).

3.5.9.2. Kadar Air

Sekitar 1 g ekstrak ke dalam wadah yang telah ditara, lalu timbang dengan cermat. Ekstrak tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 5 jam, kemudian timbang kembali. Proses pengeringan dilanjutkan dengan penimbangan setiap 1 jam hingga selisih berat antara dua penimbangan berturut-turut tidak lebih dari 0,25%. Tujuan dari prosedur ini adalah untuk menentukan kandungan air dalam bahan secara akurat, dengan memberikan batasan maksimal terhadap senyawa yang hilang selama proses pengeringan (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, 2000).

3.5.9.3. Kadar Abu Total

Ekstrak sebanyak 2 hingga 3 g yang telah digerus dan ditimbang dengan cermat, dimasukkan ke dalam krus silikat yang telah dipijarkan dan ditara. Ekstrak tersebut diratakan lalu dipijarkan secara perlahan hingga seluruh arang terbakar habis. Setelah itu, didinginkan dan ditimbang kembali ekstrak. Jika arang masih tersisa, ditambahkan air panas, lalu disaring menggunakan kertas saring bebas abu. Dipijarkan sisa kertas saring bersama kertasnya dalam krus yang sama. Filtrat dimasukkan ke dalam krus, diuapkan, dan dipijarkan hingga berat tetap, kemudian ditimbang. Kadar abu dihitung terhadap bahan yang telah dikeringkan di udara. Metode ini bertujuan untuk menentukan kandungan abu dalam ekstrak,

yang dapat memberikan informasi mengenai keberadaan komponen mineral yang tidak dapat terbakar (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional, 2000).

3.5.10. Penapisan Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Sungkai

3.5.10.1. Uji Alkaloid

Diukur 1 mL ekstrak kemudian ditambahkan asam klorida encer dan sedikit reagen Mayer ke dalam larutan. Terbentuknya endapan kuning kecoklatan menunjukkan keberadaan alkaloid (Harborne, 1998).

3.5.10.2. Uji Flavonoid

Uji Shinoda untuk mengetahui kandungan flavonoid dilakukan dengan mencampurkan larutan ekstrak dengan pita magnesium dan HCl pekat. Setelah beberapa menit, warna pink yang muncul menunjukkan adanya kandungan flavonoid (Harborne, 1998).

3.5.10.3. Uji Saponin

Uji Frothing untuk mengetahui kandungan saponin dilakukan dengan cara 2,5 mL ekstrak dicampurkan dengan beberapa tetes air suling kemudian campuran dikocok dengan kencang, busa yang terbentuk menandakan keberadaan saponin dalam ekstrak (Harborne, 1998).

3.5.10.4. Uji Tanin

Uji Wohler dilakukan untuk mengetahui kandungan tanin dengan cara menambahkan beberapa tetes larutan timbal asetat ke dalam 1,6 mL ekstrak. Apabila terbentuk endapan putih maka ekstrak mengandung senyawa tanin (Harborne, 1998).

3.5.10.5. Uji Terpenoid

Ekstrak kental dilarutkan dengan 2 mL kloroform dan diuapkan hingga kering, kemudian ditambahkan 2 mL H_2SO_4 pekat dan diamati apabila terdapat warna coklat kemerahan pada lapisan antarmuka maka menunjukkan adanya terpenoid (Harborne, 1998).

3.5.10.6. Uji Steroid

2 mL kloroform dan H_2SO_4 pekat ditambahkan ke dalam 5 mL larutan ekstrak. Terbentuknya warna merah pada bawah lapisan kloroform menandakan adanya steroid (Harborne, 1998).

3.5.10.7. Uji Fenolik

Beberapa tetes larutan FeCl_3 ditambahkan ke dalam 2 mL ekstrak tumbuhan kemudian diamati apabila terdapat perubahan warna hijau kebiruan yang menandakan keberadaan fenol (Harborne, 1998).

3.5.11. Pengukuran Kadar Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai Menggunakan Metode *Folin-Ciocalteu*

Pengukuran kadar total fenolik ekstrak etanol daun sungkai dilakukan dengan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* dan asam galat sebagai standar berdasarkan yang dilakukan oleh Arikalang *et al.* (2018) dengan beberapa modifikasi.

3.5.11.1. Pembuatan Larutan Induk Asam Galat 100 ppm

Ditimbang 10 mg asam galat kemudian dilarutkan dalam 0,5 mL etanol p.a. Pengenceran dilakukan dengan air suling dalam labu ukur 100 mL.

3.5.11.2. Pembuatan Larutan Na_2CO_3 7,5%

Ditimbang 7,5 g Na_2CO_3 kemudian dilarutkan dengan 80 mL air suling. Larutan dipanaskan hingga serbuk Na_2CO_3 seluruhnya larut sempurna. Setelah itu, larutan didiamkan selama 24, disaring, lalu diencerkan menggunakan labu ukur 100 mL hingga tanda batas.

3.5.11.3. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat

Dilakukan pengenceran larutan induk asam galat 100 ppm yang telah dibuat sebelumnya menjadi konsentrasi 30 ppm, kemudian dipipet sebesar 300 μL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Larutan tersebut selanjutnya ditambahkan reagen *Folin-Ciocalteu* sebanyak 1,5 mL, dikocok, dan didiamkan selama tiga menit dan didiamkan pada suhu kamar selama 60 menit. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 700-800 nm.

3.5.11.4. Pembuatan Kurva Baku Asam Galat

Dilakukan pengenceran larutan induk asam galat menjadi variasi konsentrasi 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm yang kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Masing-masing konsentrasi ditambahkan 1,5 mL reagen *Folin-Ciocalteu* dan dikocok homogen lalu didiamkan selama tiga menit dan didiamkan selama 60 menit pada suhu kamar. Seluruh larutan konsentrasi selanjutnya diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan dan hasilnya dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam galat (ppm) dengan absorbansi.

3.5.11.5. Penentuan Kandungan Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sungkai

Ekstrak etanol daun sungkai yang akan diuji dilarutkan dengan air suling dalam labu ukur 10 mL sampai tanda batas. Kemudian dipipet sebanyak 300 μ L dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 1,5 mL reagen *Folin-Ciocalteu* dan dikocok homogen serta didiamkan selama 3 menit dan didiamkan selama 60 menit pada suhu kamar. Absorbansi ekstrak diukur menggunakan panjang gelombang maksimum yang sudah ditentukan sebelumnya dan masing-masing sampel diukur dengan 3 kali pengulangan.

3.5.12. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai dengan

Metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dengan baku pembanding berupa vitamin C sesuai dengan penelitian Selfiani *et al.* (2023) dengan beberapa perubahan.

3.5.12.1. Pembuatan Larutan Induk DPPH

Larutan DPPH disiapkan dengan menimbang 25 mg DPPH, lalu melarutkannya dalam metanol dan memasukkannya ke dalam labu takar 25 mL. Larutan kemudian dicukupkan dengan metanol hingga mencapai tanda batas, menghasilkan konsentrasi 1000 μ g/mL. Selanjutnya, 5 mL dari larutan DPPH dengan konsentrasi 1000 μ g/mL dipipet dan dimasukkan ke dalam labu takar 25 mL, kemudian dicukupkan dengan metanol hingga garis tanda batas, sehingga diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi 200 μ g/mL.

3.5.12.2. Pembuatan Larutan Vitamin C

Ditimbang 50 mg vitamin C standar dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Dilarutkan vitamin C secara perlahan menggunakan metanol hingga larut sepenuhnya. Kemudian, sesuaikan volume larutan dengan menambahkan metanol hingga mencapai tanda batas pada labu ukur, sehingga diperoleh larutan vitamin C dengan konsentrasi 1000 $\mu\text{g/mL}$.

3.5.12.3. Pembuatan Larutan Sampel

Ditimbang 25 mg ekstrak dan dimasukkan ke dalam labu ukur berkapasitas 25 mL. Dilarutkan ekstrak secara perlahan menggunakan metanol hingga seluruhnya terlarut. Setelah itu, ditambahkan metanol hingga mencapai tanda batas pada labu ukur untuk memperoleh larutan sampel dengan konsentrasi 1000 $\mu\text{g/mL}$.

3.5.12.4. Pembuatan Larutan Blanko

Diambil 2 mL larutan DPPH dengan konsentrasi 200 $\mu\text{g/mL}$ menggunakan pipet, dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Ditambahkan metanol hingga volume larutan mencapai tanda batas pada labu ukur, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 40 $\mu\text{g/mL}$.

3.5.12.5. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Diambil 2 mL dari larutan DPPH dengan konsentrasi awal 200 $\mu\text{g/mL}$ menggunakan pipet, dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Ditambahkan metanol secara perlahan hingga mencapai tanda batas sehingga diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi akhir 40 $\mu\text{g/mL}$. Selanjutnya, dilakukan pengukuran absorbansi pada larutan tersebut

dalam rentang panjang gelombang 400 hingga 800 nm. Nilai absorbansi puncak yang terukur akan menunjukkan panjang gelombang maksimum, yang mencirikan sifat karakteristik dari DPPH.

3.5.12.6. Pengukuran *Operating Time* DPPH

Sebanyak 2 mL larutan DPPH dengan konsentrasi 200 µg/mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Kemudian, ditambahkan pelarut hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi 40 µg/mL. Selanjutnya, ukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer dalam rentang visibel. Waktu yang diperlukan dari awal pengukuran hingga absorbansi mencapai kestabilan dicatat sebagai waktu operasional atau waktu optimal untuk pengukuran.

3.5.12.7. Pengukuran Aktivitas Antioksidan Vitamin C

Dilakukan pengenceran larutan vitamin C menjadi berbagai variasi konsentrasi yaitu 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Masing-masing konsentrasi ditambahkan larutan DPPH sebanyak 2 mL dan kemudian diinkubasi pada tempat yang terhindar dari cahaya selama 30 menit. Setelah inkubasi selesai, diukur absorbansi larutan pada panjang gelombang maksimum.

3.5.12.8. Pengukuran Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol

Daun Sungkai

Dilakukan pengenceran larutan sampel menjadi berbagai variasi konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Masing-masing konsentrasi ditambahkan larutan DPPH sebanyak 2 mL dan kemudian diinkubasi pada tempat yang terhindar dari cahaya selama 30 menit.

Setelah inkubasi selesai, diukur absorbansi larutan pada panjang gelombang maksimum.

3.5.12.9. Penentuan Nilai IC₅₀ Ekstrak Etanol Daun Sungkai

Aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai persentase inhibisi, yang berdasarkan masing-masing titik konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Abs. kontrol} - \text{Abs. sampel}}{\text{Abs. kontrol}} \times 100 \%$$

Selanjutnya dilakukan pembuatan kurva regresi nilai persen inhibisi terhadap masing-masing titik konsentrasi sehingga didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = bx + a$. Setelah itu, dapat ditentukan nilai IC₅₀ yaitu konsentrasi yang mampu menghambat 50% radikal bebas. Nilai IC₅₀ dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{IC}_{50} = \frac{50 - a}{b}$$

Keterangan:

a = nilai x pada kurva regresi linear

b = nilai y pada kurva regresi linear

3.5.13. Penentuan Nilai SPF Ekstrak Etanol Daun Sungkai

Menggunakan Metode Mansur

Sebanyak 10 g ekstrak daun sungkai dilarutkan dalam 100 mL etanol p.a dalam labu ukur. Larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm kemudian diencerkan dengan etanol p.a untuk memperoleh konsentrasi 100, 200, 300, 400, dan 500 ppm. Etanol p.a digunakan sebagai blangko. Serapan sampel uji diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada interval 5 nm dalam rentang panjang

gelombang 290-320 nm. Nilai serapan ekstrak dicatat dan nilai SPF dihitung menggunakan persamaan Mansur.

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{360} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Keterangan:

CF = faktor koreksi

Abs = absorbansi sampel

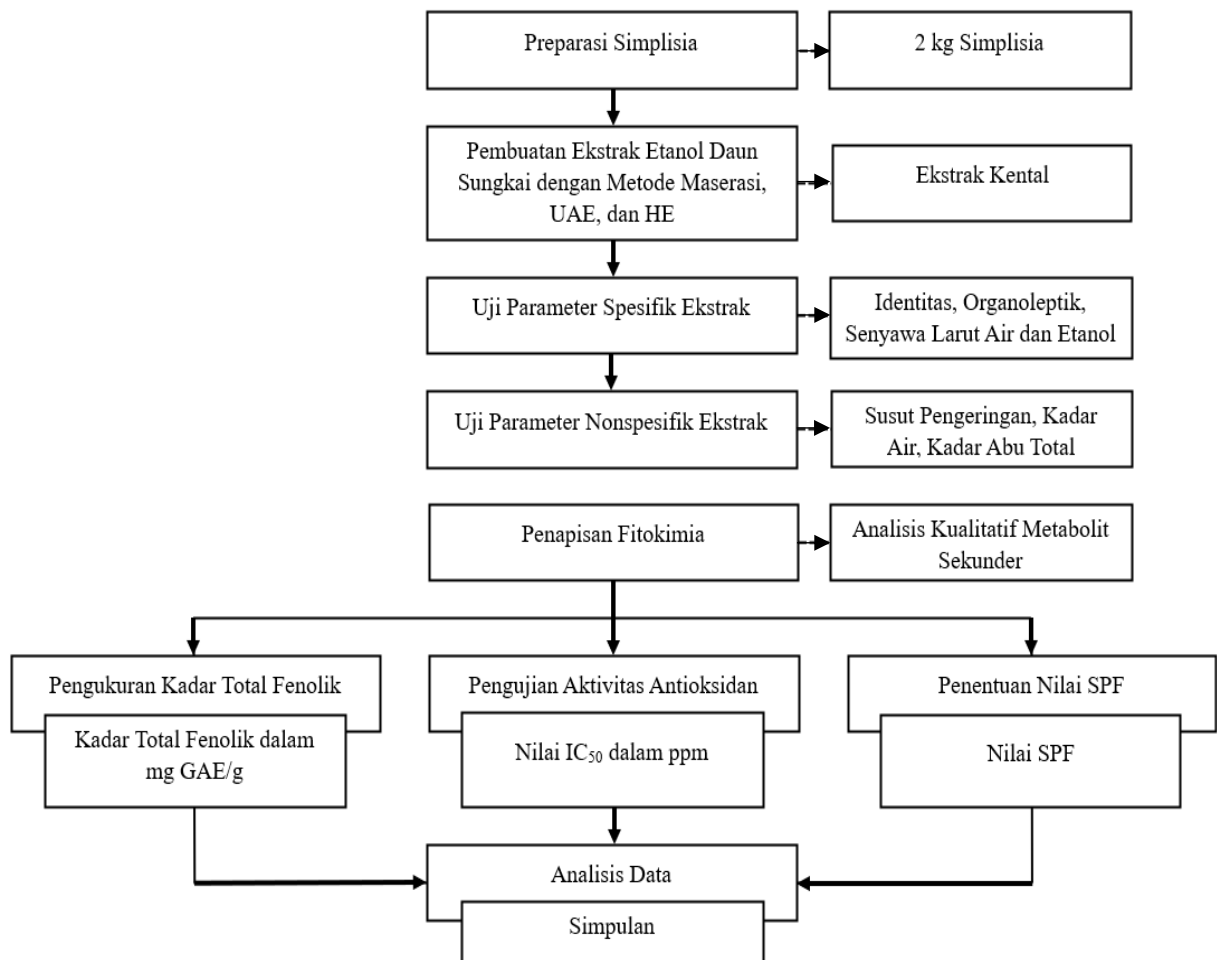
EE = spektrum efek eritema

I = spektrum intensitas cahaya

(Mansur *et al.*, 1986)

3.6. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan alur yang sudah dirancang seperti di bawah ini. Kerangka alur penelitian ini akan membantu dan mengarahkan peneliti dalam menjalankan penelitian, dimulai dari pengumpulan sampel daun sungkai hingga pengujian kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, serta nilai SPF. Data hasil pengujian ini kemudian akan dianalisis untuk menjawab rumusan masalah.



Gambar 16. Kerangka Alur Penelitian

3.7. Pengolahan dan Analisis Data

Pada penelitian ini digunakan analisis bivariat untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil kadar total fenolik, aktivitas antioksidan, dan nilai SPF ekstrak etanol daun sungkai. Sebelum menentukan jenis analisis bivariat, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk. Apabila mendapatkan hasil data terdistribusi normal ($p\text{-value} > 0,05$) maka dapat menggunakan uji *One-Way* ANOVA, namun apabila data tidak terdistribusi normal ($p\text{-value} < 0,05$) dapat menggunakan uji alternatif berupa Kruskal Wallis.

Selanjutnya, dilakukan juga uji korelasi Pearson untuk menentukan hubungan antara kadar total fenolik dengan aktivitas antioksidan, kadar total fenolik dengan nilai SPF, dan aktivitas antioksidan dengan nilai SPF. Sebelum dilakukan uji korelasi, perlu dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk dan uji linearitas data. Apabila data linear dan terdistribusi normal ($p\text{-value} > 0,05$) maka dapat dilanjutkan uji korelasi Pearson, namun apabila data tidak terdistribusi normal ($p\text{-value} < 0,05$) maka uji alternatifnya adalah korelasi Spearman.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan kadar total fenolik ($p\text{-value} = 0,020$) dan aktivitas antioksidan ($p\text{-value} < 0,001$) ekstrak etanol daun sungkai yang diekstraksi dengan metode maserasi, UAE, dan HE. Namun, tidak terdapat perbedaan nilai SPF ($p\text{-value} = 0,276$) ekstrak etanol daun sungkai yang diekstraksi dengan metode maserasi, UAE, dan HE.
2. Tidak ada hubungan antara kadar total fenolik dengan aktivitas antioksidan ($p\text{-value} = 0,178$) dan nilai SPF ($p\text{-value} = 0,179$) pada ekstrak etanol daun sungkai dalam penelitian ini.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan:

1. Perlu dilakukan standardisasi metode ekstraksi UAE untuk daun sungkai agar menghasilkan reproduibilitas yang baik.
2. Perlu dilakukan kuantifikasi senyawa lain yang terkandung dalam ekstrak etanol daun sungkai untuk mempelajari lebih dalam terkait mekanisme aktivitas tabir surya yang dihasilkan.
3. Perlu dilakukan uji secara *in vivo* untuk melihat aktivitas tabir surya ekstrak etanol daun sungkai secara lebih lanjut.
4. Perlu dilakukan pengembangan formulasi ekstrak etanol daun sungkai untuk mempelajari aktivitas tabir surya dalam sediaan tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboagye et al. 2024. Cholesterol estimation in edible oils on the ghanaian market. American Journal of Food Science and Technology. 12(3):77–81.
- Abubakar AR, Haque M. 2020. Preparation of medicinal plants: basic extraction and fractionation procedures for experimental purposes. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences. 12(1):1–10.
- Agustina I, Asnilawati, Habisukan UH, Nurokhman A. 2019. Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*. Prosiding seminar nasional pendidikan biologi 2019. 2(1):56–61.
- Ahmady A, Amini MH, Zhakfar AM, Babak G, Sediqi MN. 2020. Sun protective potential and physical stability of herbal sunscreen developed from afghan medicinal plants. Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences. 17(3):285–292.
- Akash MSH, Rehman K. 2019. Essentials of pharmaceutical analysis. Essentials of Pharmaceutical Analysis. Springer Singapore.
- Akhilesh, Bora KS. 2016. Pharmacognostic evaluation and physico-chemical analysis of *ulmus wallichiana* planch. Journal of Applied Pharmaceutical Research. 4(3):1–7.
- Akmal T, Julianti AI, Tanjung YP, Mutiara P, Febriyanti S. 2024. Effect of extraction method on total phenolic content and antioxidant activity of *Terminalia catappa* (L.) leaves. PHARMASIPHA : Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy. 8(2).
- Allassali A, Calmano W, Kuchta K. 2021. Assessment of the degree and source of polyolefin recycles contamination. Detritus. 17:42–48.

- Almeida et al. 2019. Photoprotective activity and increase of SPF in sunscreen formulation using lyophilized red propolis extracts from Alagoas. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 29(3):373–380.
- Antony A, Farid M. 2022. Effect of temperatures on polyphenols during extraction. *Applied Sciences*. 12(4).
- Apriliana A, Handayani F, Ariyanti L. 2019. Perbandingan metode maserasi dan refluks terhadap rendemen ekstrak daun selutui puka (*Tabernaemontana macrocarpa* Jack). *Jurnal Farmasi Galenika*. 6(1):33–42.
- Arikalang T, Sudewi S, Rorong JA. 2018. Optimasi dan validasi metode analisis dalam penentuan kandungan total fenolik pada ekstrak daun gedi hijau (*Abelmoschus manihot* L.) yang diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi*. 7(3):14–21.
- Azwanida NN. 2015. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*. 4(3).
- Baby N, Chakraborty S. 2022. Determination of sun protection factor (SPF) for various sunscreens by UV spectrophotometry. *YMER*. 21(11).
- Bahar Y, Sani F, Lestari U. 2021. Penentuan nilai sun protection factor (SPF) ekstrak etanol daun jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) secara in vitro. *Indonesian Journal of Pharma Science*. 3(2):91–96.
- Bastola KP, Guragain YN, Bhadriraju V, Vadlani PV. 2017. Evaluation of standards and interfering compounds in the determination of phenolics by Folin-Ciocalteu assay method for effective bioprocessing of biomass. *American Journal of Analytical Chemistry*. 8(6):416–431.
- Belwal et al. 2018. A critical analysis of extraction techniques used for botanicals: trends, priorities, industrial uses and optimization strategies. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*. 100:82–102.
- Benabdallah A, Rahmoune C, Boumendjel M, Aissi O, Messaoud C. 2016. Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species

- (Lamiaceae) from northeast of Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 6(9):760–766.
- Beaudor M, Vauchel P, Pradal D, Aljawish A, Phalip V. 2023. Comparing the efficiency of extracting antioxidant polyphenols from spent coffee grounds using an innovative ultrasound-assisted extraction equipment versus conventional method. *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*. 188.
- Bhatla SC, Lal MA. 2018. *Plant physiology, development and metabolism*. Singapore: Springer Nature Singapore.
- BPOM RI. 2023. *Pedoman produk bahan alam berbasis ekstrak dan fermentasi*. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Carreira-Casais et al. 2021. Benefits and drawbacks of ultrasound-assisted extraction for the recovery of bioactive compounds from marine algae. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(17).
- Casoni D, Cobzac SCA, Simion IM. 2024. Feasibility of UV–Vis spectroscopy combined with pattern recognition techniques to authenticate the medicinal plant material from different geographical areas. *Journal of Analytical Science and Technology*. 15(1).
- Chemat S, Aissa A, Boumechhour A, Arous O, Ait-Amar H. 2017. Extraction mechanism of ultrasound assisted extraction and its effect on higher yielding and purity of artemisinin crystals from *Artemisia annua* L. leaves. *Ultrasonics Sonochemistry*. 34:310–316.
- Chen J, Liu Y, Zhao Z, Qiu J. 2021. Oxidative stress in the skin: impact and related protection. *International Journal of Cosmetic Science* 43(5):495–509.
- Chuo et al. 2020. A glimpse into the extraction methods of active compounds from plants. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 52(4):667–696.
- Cole C. 2014. Sunscreens - what is the ideal testing model?. *Photodermatology Photoimmunology and Photomedicine*. 30(2–3):81–87.

- Dash DR., Pathak SS, Pradhan RC. 2021. Improvement in novel ultrasound-assisted extraction technology of high value-added components from fruit and vegetable peels. *Journal of Food Process Engineering*. 44(4).
- Das K. 2020. *Pharmacognosy and phytochemistry*. Bangalore: Nirali Prakashan.
- Delgado R. 2022. Misuse of Beer-Lambert Law and other calibration curves. *Royal Society Open Science*. 9(2).
- de Oliveira-Junior et al. 2015. Photoprotective, antibacterial activity and determination of phenolic compounds of *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae) by high performance liquid chromatography-diode array detector (HPLC-DAD) analysis. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 9(22):576–584.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1985. *Cara Pembuatan Simplisia*. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Dhanani T, Shah S, Gajbhiye NA, Kumar S. 2017. Effect of extraction methods on yield, phytochemical constituents and antioxidant activity of *Withania somnifera*. *Arabian Journal of Chemistry*. 10:1193–1199.
- Diffey B, Osterwalder U. 2017. Labelled sunscreen SPFs may overestimate protection in natural sunlight. *Photochemical and Photobiological Sciences*. 16(10):1519–1523.
- Direktorat Pengawasan Obat Tradisional. 2000. *Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat*. Departemen Kesehatan RI.
- Dominguez-López I, Pérez M, Lamuela-Raventós RM. 2023. Total (poly)phenol analysis by the Folin-Ciocalteu assay as an anti-inflammatory biomarker in biological samples. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- Dong NQ, Lin HX. 2021. Contribution of phenylpropanoid metabolism to plant development and plant–environment interactions. *Journal of Integrative Plant Biology*. 63(1):180–209.

- Dontha S. 2016. A review on antioxidant methods. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 9:14–32.
- Dvorackova E, Snoblova M, Chromcova L, Hrdlicka P. 2015. Effects of extraction methods on the phenolic compounds contents and antioxidant capacities of cinnamon extracts. *Food Science and Biotechnology*. 24(4):1201–1207.
- Dzah et al. 2020. The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review. *Food Bioscience*. 35.
- Ebrahimzadeh et al. 2014. Correlation between sun protection factor and antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some medicinal plants. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. 13(3).
- El Kar C, Ferchichi A, Attia F, Bouajila J. 2011. Pomegranate (*Punica granatum*) juices: chemical composition, micronutrient cations, and antioxidant capacity. *Journal of Food Science*. 76(6).
- Elshafie HS, Camele I, Mohamed AA. 2023. A comprehensive review on the biological, agricultural and pharmaceutical properties of secondary metabolites based-plant origin. *International Journal of Molecular Sciences*. 24(4).
- Elya B, Forestrania RC, Hashim NM, Triadisti N. 2024. Dipeptidyl peptidase-4 inhibition of *Peronema canescens* Jack leaves and stems: bioassay-guided fractionation, compound profiling by LC-MS/MS, and interaction mechanism. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 14(7):90–101.
- Emanuelli et al. 2022. The double-edged sword of oxidative stress in skin damage and melanoma: from physiopathology to therapeutical approaches. *Antioxidants*. 11(4).
- Emilia I, Setiawan AA, Novianti D, Mutiara D, Rangga. 2023. Skrining fitokimia ekstrak daun sungkai (*Peronema canescens* Jack.) secara infundasi dan maserasi. *Jurnal Indobiosains*. 5(2).

- Erliana et al. 2024. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap 2 jenis bakteri penyebab jerawat dengan klt-bioautografi. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*. 7(2):2598–7453.
- Evans WC. 2009. *Trease and evans pharmacognosy*. Saunders Elsevier.
- Fadlilaturrahmah, Khairunnisa A, Putra AM, Sinta I. 2021. Uji aktivitas tabir surya dan antioksidan ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*. 6(2):322–330.
- Farris PK, Valacchi G. 2022. Ultraviolet Light Protection: Is It Really Enough?. *Antioxidants*. 11(8).
- Foti MC. 2015. Use and abuse of the DPPH• radical. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 63(40):8765–8776.
- Fransisca D, Kahanjak DN, Frethernety A. 2020. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dengan metode difusi cakram Kirby-Bauer. *JPLB*. 2020(1):460–470.
- Fursenco C, Drăgălin EA, Calalb T, Uncu L. 2023. Comparative assessment of pharmacopoeia requirements regarding the standardization of herbal drugs. *Direcții de Reformare a Sistemului Farmaceutic Din Perspectiva Cursului European al Republicii Moldova*, 104–116.
- Gogia N, Gongadze M, Bukia Z, Esaiashvili M, Chkhikvishvili I. 2014. Total polyphenols and antioxidant activity in different species of apples grown in georgia. *Georgian Medical News*. 7–8(232–233), 107–110.
- Goud BJ, Poornima D. 2018. Preliminary qualitative phytochemical screening and fluorescence analysis of methanolic leaf extract of *Artemisia absinthium*. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. 5:412–417.
- Gupta DK, Palma JM, Corpas FJ. 2018. *Antioxidants and antioxidant enzymes in higher plants*. Switzerland: Springer.

- Gwladys et al. 2015. Structural elucidation, in vitro antioxidant and photoprotective capacities of a purified polyphenolic-enriched fraction from a saltmarsh plant. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 143:52–60.
- Harborne JB. 1998. *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis* (3rd ed.). Chapman & Hall.
- Hashemi Z, Ebrahimzadeh MA, Khalili M. 2019. Sun protection factor, total phenol, flavonoid contents and antioxidant activity of medicinal plants from iran. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 18(7):1443–1448.
- Hasni et al. 2021. Optimum conditions and lc-esi-ms analysis of phenolic rich extract from *Eucalyptus marginata* L. under maceration and ultrasound-assisted extraction methods using response surface methodology. *Journal of Food Quality*. 2021:1–4.
- Hastak et al. 2018. Antioxidant efficacy of chitosan/graphene functionalized superparamagnetic iron oxide nanoparticles. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 29(10).
- Heleno SA, Martins A, Queiroz MJRP, Isabel CFRF. 2015. Bioactivity of phenolic acids: metabolites versus parent compounds: a review. *Food Chemistry*. 173:501–513.
- Herlina S, Setiawansyah A, Hidayati N. 2024. Aerobe fermentation enhanced antioxidant activity index of Citrus limon leaves. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*. 80–89.
- Hilma R, Herliani, Almurdaani. 2018. Determination of total phenolic, flavonoid content and free radical scavenging activity of ethanol extract sawo stem bark (*Manilkara zapota* (L.)). *Conference Proceedings CelSciTech*. 3:62–68.
- Holick MF. 2016. Biological effects of sunlight, ultraviolet radiation, visible light, infrared radiation and vitamin d for health. *Anticancer Research*. 36:1345–1356.
- Hunt et al. 2021. Light and co2 modulate the accumulation and localization of phenolic compounds in barley leaves. *Antioxidants*. 10(3):1–22.

- Ibrahim A, Siswandono, Bambang PEW. 2021. Cytotoxic activity of *Peronema canescens* Jack leaves on human cells: HT-29 and primary adenocarcinoma colon cancer. *Pharmacognosy Journal*. 13(6):1389–1396.
- Jeshvaghani ZA, Rahimmalek M, Talebi M, Goli SAH. 2015. Comparison of total phenolic content and antioxidant activity in different *Salvia* species using three model systems. *Industrial Crops and Products*. 77:409–414.
- Jurinjak Tušek et al. 2016. Kinetics and thermodynamics of the solid-liquid extraction process of total polyphenols, antioxidants and extraction yield from *Asteraceae* plants. *Industrial Crops and Products*. 91:205–214.
- Juswardi J, Amalia ID. 2023. Metabolite profile of false elder leaves (*Peronema canescens* Jack.) based on development levels. *Int. J. of Life Sciences*. 11(2): 143–150.
- Kanedi M, Handayani K, Setiawan WA. 2022. Therapeutic potentials of sungkai (*Peronema canescens* Jack.) an Indonesian luxurious woody plant. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*. 11(1):69–73.
- Karabegović et al. 2014. The effect of different extraction techniques on the composition and antioxidant activity of cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaf and fruit extracts. *Industrial Crops and Products*. 54:142–148.
- Kasumawati F, Hasnah S. 2022. The effect of drying method on potential antioxidants in ethanol extract of sungkai leaf (*Parenoma Canescens* Jack.) *simplicia* from Kalimantan. *Jurnal Ilmiah Berkala: Sains Dan Terapan Kimia*. 16(1):1–8.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Farmakope herbal Indonesia edisi II*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kiteto MK, Mecha CA. 2024. Insight into the Bouguer-Beer-Lambert Law: A Review. *Sustainable Chemical Engineering*. 5(2):567–587.
- Kumar et al. 2023. Major phytochemicals: recent advances in health benefits and extraction method. *Molecules*. 28(2).

- Kumar S, Abedin MM, Singh AK, Das S. 2020. Role of phenolic compounds in plant-defensive mechanisms. *Plant Phenolics in Sustainable Agriculture*. 1:517–532.
- Kusriani RH, Nawawi A, Turahman T. 2017. Uji aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi kulit batang dan daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. *Jurnal Farmasi Galenika*. 2(1):8–14.
- Kusumawardhani N, Sulistyarti H, Atikah. 2015. Penentuan panjang gelombang maksimum dan ph optimum dalam pembuatan tes kit sianida berdasarkan pembentukan hidrindantin. *Kimia Student Journal*. 1(1):711–717.
- Li L, Chong L, Huang T, Ma Y, Li Y, Ding H. 2023. Natural products and extracts from plants as natural UV filters for sunscreens: a review. *Animal Models and Experimental Medicine*. 6(3):183–195.
- Liska, Novianti S, Amanah H. 2021. Skrining metabolit sekunder ekstrak etanol daun bitangur (*Calophyllum inophyllum* L). *Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat*. 93–95.
- López-Bascón MA, de Castro, Luque MD. 2019. Soxhlet extraction. *Liquid-Phase Extraction*. 327–354.
- Luthria DL. 2019. *Oil extraction and analysis critical issues and comparative studies*. Routledge.
- Maheshwaran et al. 2024. Phytochemical testing methodologies and principles for preliminary screening/ qualitative testing. *Asian Plant Research Journal*. 12(5):11–38.
- Maigoda T, Judiono J, Purkon DB, Haerussana ANEM, Mulyo GPE. 2022. Evaluation of *Peronema canescens* leaves extract: fourier transform infrared analysis, total phenolic and flavonoid content, antioxidant capacity, and radical scavenger activity. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 10(A):117–124.

- Ma'ruf M, Bachri, MS, Nurani LH. 2023. Phytochemical screening analysis and determination of total flavonoids and total phenolics content of ethanol extract of sungkai leaf (*Penorema canescens* Jack) from Samarinda City. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*. 9(2):262–272.
- McDaniel D, Farris P, Valacchi G. 2018. Atmospheric skin aging—contributors and inhibitors. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 17(2):124–137.
- Mironczuk-Chodakowska I, Witkowska AM, Zujko ME. 2018. Endogenous non-enzymatic antioxidants in the human body. *Advances in Medical Sciences*. 63(1):68–78.
- Mohapatra P, Ray A, Jena S, Nayak S, Mohanty S. 2021. Influence of extraction methods and solvent system on the chemical composition and antioxidant activity of *Centella asiatica* L. leaves. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 33.
- Molole GJ, Gure A, Abdissa N. 2022. Determination of total phenolic content and antioxidant activity of *Commiphora mollis* (Oliv.) Engl. resin. *BMC Chemistry*. 16(1).
- Montiel et al. 2024. Influence of the extraction method on the polyphenolic profile and the antioxidant activity of *Psidium guajava* L. leaf extracts. *Molecules*. 29.
- Moosavi SM, Ghassabian S. 2018. Linearity of calibration curves for analytical methods: a review of criteria for assessment of method reliability. *Calibration and Validation of Analytical Methods - A Sampling of Current Approaches*.
- Morsli F, Grigorakis S, Halahlah A, Poulianiti KP, Makris DP. 2021. Appraisal of the combined effect of time and temperature on the total polyphenol yield in batch stirred-tank extraction of medicinal and aromatic plants: the extraction efficiency factor. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 25.
- Mota et al. 2020. Sunscreen protection factor enhancement through supplementation with Rambutan (*Nephelium lappaceum* L) ethanolic extract. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 205.

- Munteanu IG, Apetrei C. 2021. Analytical methods used in determining antioxidant activity: a review. *International Journal of Molecular Sciences*. 22(7).
- Naldi J, Darwin S, Zulfikri Z. 2022. The effectiveness of ethyl acetate extract of sungkai leaves (*Peronema Canescens* Jack.) against blood glucose levels in alloxan-induced male mice. *Journal of Asian Multicultural Research for Medical and Health Science Study*. 3(4):1–8.
- Ngibad K, Lestari LP. 2020. Aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik total daun zodia (*Evodia suaveolens*). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. 16(1):94–109.
- Nisa NK, Marlina E, Erwin. 2024. Potensi aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack.). *Jurnal ATOMIK*. 9(1):19–24.
- Novianti EP, Wirnawati. 2024. Formulasi sediaan krim anti jerawat ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) dan uji aktivitas terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Global Ilmiah*. 1(10):489–498.
- Nurfauziyah, Yulizar Y, Meliana Y. 2024. Extraction of sungkai (*Peronema cannescens* Jack) leaves, antioxidant activity test and its nanoemulsion formulation. *E3S Web of Conferences*. 503.
- Nurhasnawati H, Sukarmi, Handayani F. 2017. Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokletasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun jambu bol (*Syzygium malaccense* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 3(1):91–95.
- Octavianti A, Muliadi, Apriyansyah. 2018. Estimasi intensitas radiasi matahari di wilayah Kota Makassar. *Prisma Fisika*. 6(3):152–159.
- Okfrianti Y, Irnamera D, Bertalina. 2022. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack). *Jurnal Kesehatan*. 13(2):333–339.
- Oktavia H, Rohama R, Mahdiyah D. 2024. Penetapan kadar flavonoid ekstrak daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) berdasarkan variasi ukuran partikel menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Surya Medika*. 10(1):137–143.

- Oktober Z, Adjeng ANT, Sangging PRA, Irawan A. 2023. Pemberdayaan kelompok tani dalam pemanfaatan kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai produk suplemen antioksidan. Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat. 7(1):83-88.
- Oktober Z, Adjeng ANT, Romulya AI. 2024. Ethnopharmacy study of medicinal plants Lampung tribe in Pekon Tabuan Island, District Cukuh Balak, Tanggamus Regency, Lampung Province. Jurnal Jamu Indonesia. 9(1):8-23.
- Oprış et al. 2022. Efficient extraction of total polyphenols from apple and investigation of its SPF properties. Molecules. 27(5).
- Osorio-Tobón JF. 2020. Recent advances and comparisons of conventional and alternative extraction techniques of phenolic compounds. Journal of Food Science and Technology. 57(12):4299–4315.
- Osterwalder U, Sohn M, Herzog B. 2014. Global state of sunscreens. Photodermatology Photoimmunology and Photomedicine. 30(2–3):62–80.
- Ouahida D, Ridha OM, Eddine LS. 2016. Influence of extraction method on phytochemical composition and antioxidant activity from leaves extract of Algerian Phoenix dactylifera L. International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research. 7(2):84–89.
- Parbuntari H, Prestica Y, Gunawan R, Nurman MN, Adella F. 2018. Preliminary phytochemical screening (qualitative analysis) of cacao leaves (*Theobroma Cacao* L.). Eksakta. 19.
- Parcheta et al. 2021. Recent developments in effective antioxidants: The structure and antioxidant properties. Materials. 14(8).
- Piccollo M, Aceto M, Vitorino T. 2019. UV-Vis spectroscopy. Physical Sciences Reviews. 4(4).
- Popova M, Bankova V. 2023. Contemporary methods for the extraction and isolation of natural products. BMC Chemistry. 17(1).

- Portilho L, Aiello LM, Vasques LI, Bagatin E, Leonardi GR. 2022. Effectiveness of sunscreens and factors influencing sun protection: a review. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 58.
- Pradhan N, Gavali J, Waghmare N. 2015. WHO (World Health Organization) guidelines for standardization of herbal drugs. *International Ayurvedic Medical Journal*. 3(8):2238–2243.
- Pratiwi U, Muharni M, Ferlinahayati F, Yohandini H, Suheryanto S. 2022. Antihyperlipidemia activity of sungkai (*Peronema canescens*) leaves extract in albino rats *Rattus noverticus* (Wistar strain) with propylthiouracil-induced hyperlipidemia. *Medicinal Plants*. 14(4):589–596.
- Qusti SY, Abo-khatwa AN, Bin Lahwa MA. 2010. Screening of antioxidant activity and phenolic content of selected food items cited in the holly quran. *EJBS*. 2(1):40–51.
- Rajković et al. 2020. Optimization of extraction yield and chemical characterization of optimal extract from *Juglans nigra* L. leaves. *Chemical Engineering Research and Design*. 157:25–33.
- Ratnapandian S, Islam S, Wang L, Fergusson SM, Padhye R. 2013. Colouration of cotton by combining natural colourants and bio-polysaccharide. *Journal of the Textile Institute*. 104(12):1269–1276.
- Reckziegel et al. 2016. Antioxidant protection of gallic acid against toxicity induced by Pb in blood, liver and kidney of rats. *Toxicology Reports*. 3:351–356.
- Rehfuess E. 2002. Global solar UV index : a practical guide. World Health Organization.
- Rocha FS, Gomes AJ, Lunardi CN, Kaliaguine S, Patience GS. 2018. Experimental methods in chemical engineering: Ultraviolet visible spectroscopy—UV-Vis. *Canadian Journal of Chemical Engineering*. 96(12):2512–2517.
- Rojas J, Londoño C, Ciro Y. 2016. The health benefits of natural skin UVA photoprotective compounds found in botanical sources. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 8(3).

- Rostagno MA, Palma M, Barroso CG. 2007. Ultrasound-assisted extraction of isoflavones from soy beverages blended with fruit juices. *Analytica Chimica Acta*. 597(2):265–272.
- Rutkowska M, Namieśnik J, Konieczka P. 2017. Ultrasound-Assisted Extraction. The Application of Green Solvents in Separation Processes. 301–324.
- Saewan N, Jimtaisong A. 2015. Natural products as photoprotection. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 1–17.
- Salam et al. 2023. Plant metabolomics: an overview of the role of primary and secondary metabolites against different environmental stress factors. *Life*. 13(3).
- Santos-Sánchez NF, Salas-Coronado R, Villanueva-Cañongo C, Hernández-Carlos B. 2019. Antioxidant compounds and their antioxidant mechanism. *Antioxidants*.
- Sari O, Saputri GAR, Hermawan D. 2023. Uji efek analgesik ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Medika Malahayati*. 7(3).
- Sari SG, Aulya D. 2022. Morfologi batang dan daun sungkai (*Peronema canescens*) pada lingkungan tumbuh yang berbeda. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 390–400.
- Schuch AP, Moreno NC, Schuch NJ, Menck CFM, Garcia CCM. 2017. Sunlight damage to cellular DNA: Focus on oxidatively generated lesions. *Free Radical Biology and Medicine*. 107:110–124.
- Sekardjati P, Indriyanti N, Bafadal M. 2023. Profil metabolit sekunder, kelarutan, dan aktivitas tabir surya ekstrak etanol daun sungkai (*Paronema canescens* Jack). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 17:44–49.
- Selfiani, Nasution MP, Sartika A, Rahayu YP. 2023. Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun bunga melati *Jasminum sambac* (L.) Sol. ex Aiton) dengan metode DPPH. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*. 6:1425–1433.

- Shahidi F, Zhong Y. 2015. Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*. 18:757–781.
- Shalihin MI, Khatib A, Yusnaidar Y, Tarigan IL, Latief M. 2024. An in-vogue plant, *Peronema canescens* Jack: traditional uses and scientific evidence of its bioactivities. *Discover Plants*. 1(1):58.
- Sharma A, Cannoo DS. 2016. A comparative study of effects of extraction solvents/techniques on percentage yield, polyphenolic composition, and antioxidant potential of various extracts obtained from stems of *Nepeta leucophylla*: RP-HPLC-DAD assessment of its polyphenolic constituents. *Journal of Food Biochemistry*. 41(2).
- Shen et al. 2023. A comprehensive review of ultrasonic assisted extraction (UAE) for bioactive components: Principles, advantages, equipment, and combined technologies. *Ultrasonics Sonochemistry*. 101.
- Shi L, Zhao W, Yang Z, Subbiah V, Suleria HAR. 2022. Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities. *Environmental Science and Pollution Research*. 29(54):81112–81129.
- Siddiqui N, Rauf A, Latif A, Mahmood Z. 2017. Spectrophotometric determination of the total phenolic content, spectral and fluorescence study of the herbal Unani drug Gul-e-Zoofa (*Nepeta bracteata* Benth). *Journal of Taibah University Medical Sciences*. 12(4):360–363.
- Singh J. (2008). Maceration, percolation and infusion techniques for the extraction of medicinal and aromatic plants. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. 67–82.
- Singh M, Sharma V. 2016. Spectrophotometric determination of sun protection factor and antioxidant potential of an herbal mixture. *British Biotechnology Journal*. 10(3):1–8.

- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299:152–178.
- Snoussi et al. 2022. Thermal degradation kinetics of myrtle leaves ethanol extract (*Myrtus communis* L.): effect on phenolic compounds content and antioxidant activity. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 16(3):2119–2130.
- Suhendy H, Alif A, Rahmiyani I. 2022. Korelasi kadar fenolik dan flavonoid total terhadap aktivitas antioksidan beberapa ekstrak daun afrika (*Vernonia amygdalina* Delile.) menggunakan metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 7(2):225–236.
- Sukweenadhi et al. 2020. Antioxidant activity screening of seven Indonesian herbal extract. *Biodiversitas*. 21(5):2062–2067.
- Sulaiman et al. 2017. Effects of temperature, time, and solvent ratio on the extraction of phenolic compounds and the anti-radical activity of *Clinacanthus nutans* Lindau leaves by response surface methodology. *Chemistry Central Journal*. 11(1).
- Suryani et al. 2025. The UHPLC-HRMS profiling, in vitro-antioxidant and pancreatic lipase inhibitory activities of *Peronema canescens* leaves extract and fractions from Indonesia. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*.
- Suryani et al. 2024. Phytochemical screening and antibacterial properties of sungkai (*Peronema canescens* Jack.) leaf extract and fraction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1377(1).
- Suslick KS. 1990. Sonochemistry. *Science*. 247(4940):1439–1445.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A. 2015. *Plant physiology and development* sixth edition (6th ed.). Sinauer Associates.
- Tarigan IL, Farah F, Puspitasari RD, Latief M. 2023. Formulation and characterization of a microencapsulant of sungkai leaves ethanol extract (*Peronema canescens* Jack). Preprints.

- Tepe B, Eminagaoglu O, Akpulat HA, Aydin E. 2007. Antioxidant potentials and rosmarinic acid levels of the methanolic extracts of *Salvia verticillata* (L.) subsp. *verticillata* and *S. verticillata* (L.) subsp. *amasiaca* (Freyn & Bornm.) Bornm. *Food Chemistry*. 100(3), 985–989.
- Torres-Contreras et al. 2022. Plant secondary metabolites against skin photodamage: mexican plants, a potential source of UV-radiation protectant molecules. *Plants*. 11(2).
- Tyan CY, Radhakrishnan L, Mustaffa F, Sahgal G. 2018. Antioxidant, antimicrobial and SPF protective activity of *Cucurbita moschata*, *Cucurbita reticulata* and *Clitoria ternatea*. *Rapports De Pharmacie*. 4(3):488–491.
- Verma et al. 2024. Skin protection from solar ultraviolet radiation using natural compounds: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 22(1):273–295.
- Vinatoru et al. (1997). The use of ultrasound for the extraction of bioactive principles from plant materials. *Ultrasonics Sonochemistry*. 4.
- Vo QV, Hoa NT. 2020. The radical scavenging activity of moracins: Theoretical insights. *RSC Advances*. 10(60):36843–36848.
- Wahyuni L, Muin D, Defirson, Brata A. 2023. Analgetic activity test of ethanol extract sungkai leaf (*Peronema canescens* Jack) in white male mouse (*Mus musculus*) induced with acetic acid. *JFSP*. 9(2):88–95.
- Wahyuni NMS, Wrasati LP, Hartiati A. 2021. Analisis korelasi antara kandungan senyawa bioaktif dengan aktivitas antioksidan pada ekstrak daun bambu duri (*Bambusa blumeana*). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 15(4):1062–1070.
- Wang P, Cheng C, Ma Y, Jia M. 2020. Degradation behavior of polyphenols in model aqueous extraction system based on mechanical and sonochemical effects induced by ultrasound. *Separation and Purification Technology*. 247.
- Wang T, Li Q, Bi K. 2018. Bioactive flavonoids in medicinal plants: structure, activity and biological fate. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 13(1):12–23.

- Watson DG, Edrada-Ebel R, Patel BA. 2017. *Pharmaceutical analysis a textbook for pharmacy students and pharmaceutical chemists* (4th ed.). Elsevier.
- Widel M, Krzywon A, Gajda K, Skonieczna M, Rzeszowska-Wolny J. 2014. Induction of bystander effects by UVA, UVB, and UVC radiation in human fibroblasts and the implication of reactive oxygen species. *Free Radical Biology and Medicine*. 68:278–287.
- Wiranata IG, Sasadara MMV. 2022. Pengaruh pelarut dan metode ekstraksi terhadap kandungan metabolit sekunder dan nilai IC50 ekstrak umbi bit (*Beta vulgaris* L.). *Jurnal Integrasi Obat Tradisional*. 2(1):7–13.
- Xu CC, Wang B, Pu YQ, Tao JS, Zhang T. 2017. Advances in extraction and analysis of phenolic compounds from plant materials. *Chinese Journal of Natural Medicines*. 15(10):721–731.
- Yani DF, Fathurrizqi M, Parawansya OI, Rahaya P, Putra LM. 2023. Skrining fitokimia dan uji sun protection factor (SPF) ekstrak daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) secara in vitro. *Fullerene Journ.Of Chem*. 8(2):32–37.
- Yasmeen S, Gupta P. 2016. In vitro demonstration of *Dalbergia sissoo* (indian rosewood) methanolic extracts as potential agents for sunscreens and DNA nick prevention. *Int J Pharm Pharm Sci*. 8(6):175–181.
- Zengin et al. 2019. Chemical composition and bio-functional perspectives of *Erica arborea* L. extracts obtained by different extraction techniques: innovative insights. *Industrial Crops and Products*. 142.
- Zhang et al. 2018. Interaction of phenolic acids and their derivatives with human serum albumin: structure–affinity relationships and effects on antioxidant activity. *Food Chemistry*. 240:1072–1080.
- Zulfisa, Fika R, Agusfina M, Yonrizon, Muhsanah A. 2023. Determination of total phenolic content of ethanol extract of broken bone twigs (*Euphorbia tirucalli* Linn.) by Folin-Ciocalteu method spectrophotometrically. *Jurnal Eduhealth*. 14(03):1326–1331.