

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI EKSTRAK
METANOL DAUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS FOLIA
JACQ*) MENGGUNAKAN METODE *ULTRASOUND
ASSISTED EXTRACTION***

SKRIPSI

Oleh
NADIA MUTIARA HATI
2018031034



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI EKSTRAK
METANOL DAUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS FOLIA
JACQ*) MENGGUNAKAN METODE *ULTRASOUND
ASSISTED EXTRACTION***

Oleh
NADIA MUTIARA HATI

SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA FARMASI

Pada
Program Studi Farmasi
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL DAUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS FOLIA JACQ*) MENGGUNAKAN METODE ULTRASOUND ASSISTED EXTRACTION**

Nama Mahasiswa : **Nadia Mutiara Hati**

No. Pokok Mahasiswa : 2018031034

Program Studi : Farmasi

Fakultas : Kedokteran

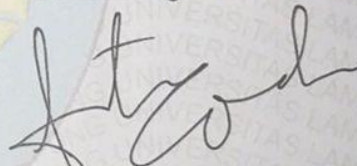
MENYETUJUI
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



apt. Ramadhan Triyandi, M.Si
NIP. 198705202020121015

Pembimbing II



apt. M. Fitra Wardhana Sayoeti, M.Farm
NIP. 198805192023211014

MENGETAHUI

Dekan Fakultas Kedokteran



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

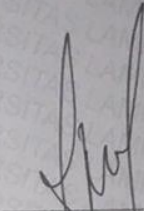
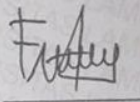
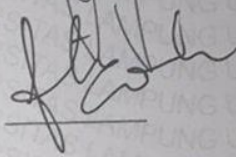
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

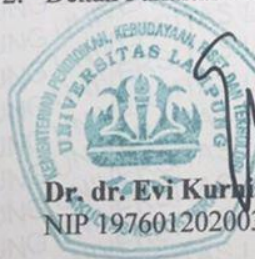
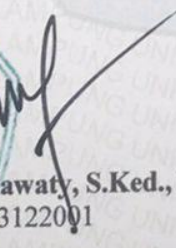
Ketua : **apt. Ramadhan Triyandi, M.Si**

Sekretaris : **apt. M. Fitra Wardhana Sayoeti, M.Farm**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Femmy andrifianie, M. Farm**

2. Dekan Fakultas Kedokteran



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **29 April 2024**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya , bahwa:

1. Skripsi dengan judul “**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL DAUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS FOLIA JACQ*) MENGGUNAKAN METODE *ULTRASOUND ASSISTED EXTRACTION***“ adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau di sebut plagiarism.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini di serahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang dberikan kepada saya.

Bandar Lampung, 29 April 2024

Pembuat Pernyataan


Nadia Mutiara Hati

NPM. 2018031034

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Seputih Jaya pada tanggal 10 November 2001 sebagai anak ketiga dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Abdul Kadir Rifai dan Ibu Mardiana. Penulis memiliki riwayat pendidikan sebagai berikut: Taman Kanak-Kanak (TK) di TKIT Insan Kamil pada tahun 2007-2008, Sekolah Dasar (SD) di SDIT Insan Kamil pada tahun 2008-2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Al-Kautsar pada tahun 2014-2017, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Al-Kautsar pada tahun 2017-2020. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan sarjana di Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis menjalani perkuliahan dengan aktif dan ikut serta dalam organisasi kemahasiswaan. Penulis diberi kesempatan untuk bergabung dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Farmasi (Himafarsi) Universitas Lampung sebagai Staff Departemen Bisnis dan Kerja Sama (BISMA) selama dua tahun.

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

**Sebuah persembahan sederhana untuk
Papa, Mama, dan Saudaraku tercinta.**

SAWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan segala Rahmat dan Karunia-Nya. Salawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW., sehingga skripsi dengan judul “Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Folia Jacq*) Menggunakan Metode *Ultrasound Assisted Extraction*” dapat terselesaikan.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, masukan, bantuan, dorongan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Dengan ini 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. Oktafany, M.Pd.Ked, selaku Kepala Jurusan Farmasi dan pembimbing akademik atas nasihat, motivasi, kritik, dan saran kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. apt. Ramadhan Triyandi, M.Si., selaku pembimbing I atas kesediannya meluangkan waktu, membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan ilmu, nasihat, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat selama proses penyelesaian skripsi ini;
5. apt. M. Fitra Wardhana Sayoeti, M.Farm., selaku pembimbing II atas kesediannya meluangkan waktu, membimbing dengan penuh kesabaran,

memberikan ilmu, nasihat, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat selama proses penyelesaian skripsi ini;

6. Femmy andrifianie, M. Farm., selaku pembahas atas kesediannya meluangkan waktu, membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan ilmu, nasihat, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat selama proses penyelesaian skripsi ini;
7. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama proses perkuliahan;
8. Seluruh staf dan civitas akademik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membantu proses penyusunan skripsi dan membantu penulis selama menjalankan studi;
9. Seluruh staf Laboratorium Kimia Farmasi Analisis Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membantu selama proses penelitian;
10. Kedua orang tuaku tercinta, Papa dan Mama atas segenap cinta dan kasih sayang yang senantiasa telah memberikan segala doa, dukungan, nasihat, perhatian, serta perjuangan yang diberikan demi keberhasilan penulis mencapai cita - cita;
11. Kakak - kakak penulis, Ahmad Yaser Arafat dan Muhammad Fadel Alfarabi yang senantiasa telah memberikan dukungan, nasihat, dan motivasi yang diberikan demi keberhasilan penulis dalam menyelesaikan pendidikan sampai tahap akhir skripsi ini;
12. Adik - adik penulis, Jamaludin Al-Afghani dan Dinara Kadina yang senantiasa telah memberikan dukungan, semangat, dan motivasi yang diberikan demi keberhasilan penulis dalam menyelesaikan pendidikan sampai tahap akhir skripsi ini;
13. Sahabat-sahabat penulis sejak tahun 2014, Athirah, Salsa, Stasya, dan Dyang, yang selalu ada untuk menemani dan mendukung penulis dalam segala situasi, baik suka maupun duka;
14. Sahabat - sahabat semasa SMA, Putri, Safira, Anaba, Sherli, Zahra, Nurul yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan menjadi tempat berbagi cerita perjalanan studinya masing-masing;

15. Teman - teman lab belakang, Jeje, Suci, Fitri, Intan karena telah menjadi teman yang memotivasi, membantu satu sama lain selama penelitian, menguatkan satu sama lain dan berkontribusi banyak untuk menyelesaikan skripsi ini;
16. Teman - teman selama kuliah, Meifia, Nafisa, Elmira yang selama perkuliahan ini telah memberikan motivasi, dukungan, bantuan, dan membuat kenangan yang menyenangkan kepada penulis;
17. Teman-teman Farmasi 2020, 43 individu yang senantiasa berbagi dukungan, nasihat, waktu, dan keceriaan, telah menjadi peran penting dalam perjalanan studi penulis mulai dari awal hingga akhir;
18. Keluarga besar HIMAFARSI Unila, khususnya departemen Bisnis dan Kerjasama yang telah menjadi keluarga, tempat bertumbuh, belajar berorganisasi, dan menjalin relasi;
19. Teman-Teman Trombosit 2020 Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas kebersamaannya selama ini. Semoga kedepannya kita dapat menjadi teman sejawat yang saling membantu dan mendukung;
20. Semua pihak yang turut membantu dan terlibat dalam perjalanan studi penulis dan penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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, 29 April 2024

Penulis



Nadia Mutiara Hati

ABSTRACT

ACTIVITY OF ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL OF METHANOL EXTRACT OF OIL PALM LEAVES (*Elaeis guineensis* FOLIA JACQ) USING ULTRASOUND ASSISTED EXTRACTION

By

NADIA MUTIARA HATI

Background: Indonesia is a country abundant in natural resources, and almost all types of plants can thrive in its territory. One of them is the oil palm leaf (*Elaeis guineensis* folia Jacq), which contains compounds such as terpenoids, steroids, alkaloids, flavonoids, glycosides, tannins, and saponins. Additionally, this plant is known among communities for its beneficial properties in treating skin infections. Previous studies have been limited to conventional extraction methods, with no research utilizing modern extraction methods. This study aims to investigate the potential antioxidant and antibacterial activities of methanol extract from oil palm leaves (*Elaeis guineensis* folia Jacq).

Methods: Laboratory-scale experimental research was conducted. Oil palm leaf extraction was performed using the ultrasound-assisted extraction method. Subsequently, total phenolic content was measured using the Folin-Ciocalteu method, total flavonoid content was measured using the $AlCl_3$ method, antioxidant activity was tested using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), and antibacterial activity was tested using the cylinder diffusion method.

Results: The results of this study showed that the methanol extract of oil palm leaves had a total phenolic content of 529.44 mg GAE/gr, total flavonoid content of 103.15 mg QE/gr, an IC_{50} value of 187.14 ppm, and produced a zone of inhibition diameter of 0 mm.

Conclusion: The extract of oil palm leaves (*Elaeis guineensis* folia Jacq) had lower total phenolic and flavonoid content compared to some other studies, exhibited weak antioxidant effects, and showed no antibacterial effects against both test bacteria.

Keywords: Antibacterial, oil palm leaf, ultrasound-assisted extraction, antioxidant

ABSTRAK

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL DAUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS FOLIA JACQ*) MENGGUNAKAN METODE *ULTRASOUND ASSISTED EXTRACTION*

Oleh

NADIA MUTIARA HATI

Latar Belakang : Indonesia merupakan negara dengan kekayaan alam yang melimpah dan hampir segala jenis tumbuhan dapat tumbuh di wilayah negara ini. Salah satunya ialah daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) mengandung senyawa-senyawa terpenoid, steroid, alkaloid, flavonoid, glikosida, tanin dan saponin dan juga tanaman ini dikalangan masyarakat memiliki manfaat yang dapat digunakan untuk pengobatan infeksi kulit. Penelitian sebelumnya terbatas pada metode ekstraksi konvensional dan belum ada penelitian yang menggunakan metode ekstraksi modern. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi aktivitas antioksidan dan aktivitas antibakteri dari ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*).

Metode: Penelitian eksperimental skala laboratorium. Ekstraksi daun kelapa sawit dilakukan dengan metode *ultrasound assisted extraction*. Selanjutnya, dilakukan pengukuran total fenolik dengan metode *Folin-Ciocalteu*, pengukuran total flavonoid dengan metode $AlCl_3$, uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) dan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi silinder.

Hasil: Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun rambutan metode memiliki kadar total fenolik sebesar 529,44 mg GAE/gr, total flavonoid sebesar 103,15 mg QE/gr, nilai IC_{50} sebesar 187,14 ppm serta menghasilkan diameter zona hambat sebesar 0 mm.

Simpulan: Ekstrak daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) memiliki kadar total fenolik dan total flavonoid yang lebih rendah dibandingkan beberapa penelitian lain, memiliki efek antioksidan dengan kategori lemah dan belum terdapat efek antibakteri terhadap kedua bakteri uji

Kata kunci: Antibakteri, daun kelapa sawit, ultrasound assisted extraction, antioksidan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Bagi Peneliti.....	6
1.4.2 Bagi Institusi	6
1.4.3 Bagi Masyarakat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kelapa Sawit.....	7
2.1.1 Definisi Kelapa Sawit	7
2.1.2 Morfologi Kelapa Sawit	7
2.1.3 Taksonomi Kelapa Sawit.....	8
2.1.4 Manfaat Kelapa Sawit.....	9
2.2 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	9
2.2.1 Definisi dan Morfologi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	9
2.2.2 Taksonomi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	10

2.3 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	11
2.3.1 Definisi dan Morfologi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	11
2.3.2 Taksonomi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	12
2.4 Simplisia	12
2.4.1 Pengertian Simplisia	12
2.4.2 Proses Pembuatan Simplisia	13
2.5 Metabolit Sekunder	14
2.5.1 Fenolik	15
2.5.2 Flavonoid	18
2.6 Antioksidan	21
2.6.1 Radikal Bebas	21
2.6.2 Definisi Antioksidan.....	21
2.6.3 Metode Pengujian Antioksidan.....	22
2.7 Antibakteri.....	24
2.7.1 Metode Pengujian Antibakteri.....	24
2.7.2 Metode Difusi	24
2.8 Ekstraksi	26
2.8.1 Pelarut Ekstraksi	26
2.8.2 Metode Ekstraksi	27
2.9 Kerangka Teori.....	30
2.10 Kerangka Konsep	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Desain Penelitian	32
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2.1 Tempat Penelitian	32
3.2.2 Waktu Penelitian.....	33
3.3 Sampel dan Preparasi Sampel	33
3.3.1 Sampel	33
3.3.2 Preparasi Sampel	33
3.4 Bahan dan Alat Penelitian	33
3.4.1 Bahan Penelitian	33

3.4.2 Alat Penelitian	34
3.5 Prosedur Penelitian	34
3.5.1 Determinasi Tanaman	34
3.5.2 Pengekstrakan Daun Kelapa Sawit Dengan Metode <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	34
3.5.3 Analisis Kualitatif Fitokimia	35
3.5.4 Penetapan Kadar Fenolik Total	36
3.5.5 Penetapan Kadar Total Flavonoid	38
3.5.6 Pengukuran Aktivitas Antioksidan	39
3.5.7 Aktivitas Antibakteri Dengan Uji Difusi Silinder	41
3.6 Variabel Penelitian	44
3.6.1 Variabel Bebas	44
3.6.2 Variabel Terikat	44
3.7 Analisis Data	44
3.8 Diagram Alur Penelitian	46
3.8.1 Pembuatan Ekstrak Menggunakan Metode <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	46
3.8.2 Pengukuran Total Fenolik	47
3.8.3 Pengukuran Total Flavonoid	48
3.8.4 Pengukuran Aktivitas Antioksidan	49
3.8.5 Pengujian Aktivitas Antibakteri	50
3.9 Etika Penelitian	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Penelitian	52
4.1.1 Hasil Determinasi Tanaman	52
4.1.2 Hasil Rendemen Ekstrak	52
4.1.3 Hasil Uji Fitokimia	53
4.1.4 Hasil Kadar Total Fenolik	54
4.1.5 Uji Total Flavonoid	56
4.1.6 Uji Aktivitas Antioksidan	58
4.1.7 Uji Antibakteri	61
4.2 Pembahasan	64

4.2.1 Persentase Rendemen Ekstrak	64
4.2.2 Uji Fitokimia.....	66
4.2.3 Uji Kadar Total Fenolik.....	67
4.2.4 Uji Kadar Total Flavonoid.....	70
4.2.5 Uji Aktivitas Antioksidan	73
4.2.6 Uji Aktivitas Antibakteri	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kekuatan Antioksidan	23
Tabel 2. Hasil Rendemen Ekstrak	53
Tabel 3. Hasil Skrining Fitokimia	54
Tabel 4. Absorbansi Kurva Baku Asam Galat	55
Tabel 5. Hasil Penetapan Kadar Total Fenolik.....	56
Tabel 6. Absorbansi Kurva Baku Kuesertin.....	57
Tabel 7. Hasil Penetapan Kadar Total Flavonoid.....	58
Tabel 8. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Asam Askorbat	59
Tabel 9. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelapa sawit ..	60
Tabel 10. Hasil nilai IC ₅₀ vitamin c dan ekstrak metanol daun kelapa sawit	61
Tabel 11. Hasil Pengukuran Aktivitas Antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	62
Tabel 12. Hasil Pengukuran Aktivitas Antibakteri <i>Escherichia coli</i>	63
Tabel 13. Kekuatan Antioksidan	74
Tabel 14. Kategori Zona Daya Hambat	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1 Kelapa Sawit.....	8
Gambar 2 Escherichia coli.....	10
Gambar 3 <i>Staphylococcus aureus</i>	12
Gambar 4 Jalur utama metabolit sekunder	15
Gambar 5 Senyawa Fenol.....	16
Gambar 6 Struktur Dasar Flavonoid	20
Gambar 7 Mekanisme reaksi radikal DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ..	23
Gambar 8 Metode Difusi Silinder	25
Gambar 9 Metanol.....	27
Gambar 10 <i>Ultrasound-Assisted Extraction</i>	29
Gambar 11 Kerangka Teori	30
Gambar 12 Kerangka Konsep.....	31
Gambar 13 Bagan Pembuatan Ekstraksi	46
Gambar 14 Bagan Pengukuran Total Fenolik	47
Gambar 15 Bagan Penetapan Kadar Total Flavonoid	48
Gambar 16 Bagan Pengukuran Aktivitas Antioksidan.....	49
Gambar 17 Bagan Uji Antibakteri.....	50
Gambar 18 Kurva Baku Asam Galat.....	50
Gambar 19 Kurva Baku Kuesertin	57
Gambar 20 Kurva Baku Asam Askorbat.....	58
Gambar 21 Kurva Ekstrak Daun Kelapa Sawit.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Ethical Clearance	93
Lampiran 2 Surat Determinasi Tanaman	94
Lampiran 3 Perhitungan	97
Lampiran 4 Skrining Fitokimia	98
Lampiran 5 Uji Kadar Total Fenolik.....	100
Lampiran 6 Uji Kadar Total Flavonoid.....	101
Lampiran 7 Uji Aktivitas Antioksidan	102
Lampiran 8 Uji Aktivitas Antibakteri	105
Lampiran 9 Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	106

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hampir semua spesies tumbuhan di seluruh dunia dapat tumbuh subur di Indonesia, negara yang kaya akan sumber daya alam. Kelapa sawit atau *Elaeis guineensis folia Jacq* adalah salah satunya (Idawati *et al.*, 2023). Budidaya kelapa sawit menghasilkan jumlah limbah yang besar dalam bentuk batang dan daun kelapa sawit. Bahkan di berbagai daerah yang banyak perusahaan dan perkebunan kelapa sawit, banyak yang tidak memanfaatkan daun kelapa sawit tersebut, hanya dijadikan bahan buangan atau limbah (Zumaro *et al.*, 2021). Bahan limbah ini, terutama daun kelapa sawit, mengandung senyawa fitokimia metabolit sekunder seperti steroid, terpenoid, alkaloid, flavonoid, glikosida, tanin, dan saponin. Sehingga banyak digunakan dan terkenal karena sifat farmakologisnya yaitu sebagai antioksidan, antibakteri, seperti obat untuk merawat luka, kanker, dan penyakit kardiovaskular dan ginjal (Zain *et al.*, 2020).

Antioksidan alami dapat ditemukan dalam berbagai bagian tumbuhan, termasuk daun, batang, akar, kayu, buah, biji, bunga, bahkan kulit kayu dan serbuk sari. Karena mereka adalah bahan alami yang memiliki aktivitas antioksidan, bagian-bagian ini dianggap sebagai sumber antioksidan alami. Dikenal sebagai senyawa antioksidan alami, senyawa-senyawa seperti vitamin A, vitamin C, vitamin E, karotenoid, fenolik, dan polifenolik termasuk golongan flavonoid, turunan asam sinamat (seperti asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan lain-lain), tokoferol, kuomarin, dan asam-asam organik polifungsional. Flavon, isoflavon, flavonol, katekin, dan kalkon adalah contoh flavonoid lainnya yang memiliki aktivitas antioksidan. Flavonoid melakukan banyak hal, seperti membersihkan radikal bebas dari tubuh, membantu sel-sel

bekerja dengan baik, dan mengurangi dampak zat beracun pada tubuh. Karena mengandung senyawa antioksidan, ekstrak tanaman sering digunakan untuk menghambat dan menetralkan reaksi oksidasi yang melibatkan radikal bebas, baik yang berasal dari dalam maupun luar tubuh. Mikronutrien seperti asam folat, karotenoid, antosianin, vitamin A, C, E, dan polifenol juga memiliki kemampuan untuk memerangi radikal bebas atau oksidan, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti antioksidan sintetis. Jumlah penelitian tentang berbagai bagian tumbuhan yang mengandung antioksidan untuk melawan dan bahkan menghentikan radikal bebas sedang meningkat, menunjukkan bahwa penelitian sedang berfokus pada penemuan sumber antioksidan alami yang lebih banyak (Nurkhasanah *et al.*, 2023).

Daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) adalah jenis tanaman yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Zumaro *et al.*, 2021). Selain itu, tanaman ini dianggap berguna dalam pengobatan infeksi kulit. Infeksi adalah salah satu penyakit paling umum yang menyerang masyarakat saat ini, khususnya di negara-negara yang berkembang seperti Indonesia. Bakteri adalah salah satu faktor yang berkontribusi terhadap penyakit menular. Bakteri patogen yang lebih berbahaya yang menyebabkan penyakit endemik dan sporadik seperti bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Katrin *et al.*, 2015).

Staphylococcus aureus merupakan agen utama yang menyebabkan penyakit pada manusia. Kebanyakan orang pernah mengalami infeksi *Staphylococcus aureus* pada seumur hidupnya, mulai dari luka kecil, infeksi kulit, atau keracunan makanan hingga infeksi yang berpotensi fatal. Sedangkan Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang umum ditemukan di usus besar manusia sebagai mikrobioma normal. Kemampuannya untuk menyebabkan infeksi usus primer, seperti diare serta mampu menyebabkan infeksi pada jaringan tubuh selain usus (Khairunnida *et al.*, 2020). Seiring dengan meningkatnya infeksi bakteri, penggunaan antibiotik untuk mengobatinya juga akan meningkat. Pada saat yang sama, bahaya bakteri menjadi resisten terhadap antibiotik meningkat seiring dengan penggunaan antibiotik yang terus

menerus, sehingga mendorong para peneliti untuk mencari sumber bahan obat lain untuk digunakan sebagai agen antibakteri alternatif (Al Alim *et al.*, 2022).

Daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) kemungkinan juga memiliki aksi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan sifat antibakterinya. Namun, belum ada laporan sebelumnya yang menunjukkan bahwa daun kelapa sawit memiliki kemampuan mencegah bakteri endofit berbahaya. Menurut penelitian Harmileni *et.al* (2023) Daun kelapa sawit digunakan untuk secara efektif mengisolasi delapan isolat bakteri endofit melalui pengujian. Bakteri gram positif ditemukan pada tujuh isolat sedangkan bakteri gram negatif ditemukan pada satu isolat. Dua jenis isolat diidentifikasi melalui analisis morfologi meliputi basil dan kokus. Pengujian menggunakan zona hambat 13 mm, pengujian antibakteri menunjukkan bahwa satu isolat (IDS18) menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *S. aureus* tetapi tidak terhadap *E. coli*. Sementara itu, tidak ada aktivitas terhadap *S. aureus* namun aktivitas sedang terhadap *E. coli* pada lima isolat (IDS1, IDS10, IDS11, IDS14, dan IDS 16). Berdasarkan temuan penelitian, bakteri endofit daun kelapa sawit mampu menghasilkan zat antibiotik. Studi tambahan diperlukan untuk mengoptimalkan pembentukan bahan kimia bioaktif yang bersifat antibakteri dan untuk karakterisasinya.

Antibakteri, khususnya antibiotik sudah lama digunakan untuk mengatasi infeksi bakteri. Namun belakangan ini, resistensi antibiotik yang disebabkan oleh keragaman genetik telah membuat mikroba berbahaya menjadi lebih umum. Masalah terapeutik yang besar muncul ketika bakteri berbahaya mengembangkan resistensi terhadap banyak obat. Kesulitan lain termasuk toksisitas terapi antibiotik pada jaringan inang juga terkait dengan hal ini. Penelitian menunjukkan bahwa masalah resistensi antibiotik yang berhubungan dengan infeksi bakteri tidak dapat diselesaikan dengan pengembangan obat antibakteri saat ini (Mahmood *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pencarian agen antibakteri baru harus dicari dan diteliti lagi dari obat baru atau tanaman obat baru. Tanaman obat dapat berperan sebagai sumber asli

senyawa-senyawa baru yang memiliki nilai terapeutik dan juga dapat digunakan dalam pengembangan obat baru (Harmileni *et al.*, 2023).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian mengenai daun kelapa sawit masih sangat sedikit sehingga penelitian ini dapat menjadi rujukan atau referensi baru mengenai pengujian sifat antioksidan dan antibakteri ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode *ultrasound assisted extraction*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah tersebut dihasilkan dengan memperhatikan konteks tersebut di atas, yaitu :

1. Berapa rendemen ekstrak pada ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* ?
2. Apa saja metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* ?
3. Berapa kadar total fenolik pada ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* ?
4. Berapa kadar total flavonoid pada ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* ?
5. Bagaimana aktivitas antioksidan yang ada pada ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* ?
6. Bagaimana aktivitas antibakteri ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut, yang didasarkan pada rumusan masalah tersebut di atas :

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui kadar total fenolik, kadar total flavonoid, aktivitas antioksidan, dan antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*).

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui kandungan fitokimia (senyawa metabolit sekunder) yang terkandung dalam daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction*.
2. Untuk mengetahui kadar total fenolik yang terkandung dalam daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*).
3. Untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*).
4. Untuk mengetahui diameter hambat bakteri aktivitas antibakteri pada ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) *ultrasound assisted extraction* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
5. Untuk mengetahui konsentrasi hambat minimum pada ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) *ultrasound assisted extraction* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini akan memberikan pengetahuan ilmiah kepada peneliti, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, dan membentuk suatu bentuk disiplin ilmu berdasarkan pengetahuan yang dipelajari peneliti.

1.4.2 Bagi Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan menambah referensi penelitian dan dapat meningkatkan penelitian dibidang agromedicine sehingga menunjang visi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

1.4.3 Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber informasi untuk masyarakat mengenai potensi aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang diekstraksi menggunakan metode *ultrasound assisted extraction*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

2.1.1 Definisi Kelapa Sawit

Afrika Barat, khususnya Nigeria adalah rumah asli tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*). Tetapi karena hutan di Brazil memiliki keanekaragaman spesies yang lebih besar dibandingkan hutan di Afrika, sebagian besar orang percaya bahwa kelapa sawit berasal dari Brazil. Faktanya, kelapa sawit tumbuh lebih subur dibandingkan di negara-negara asal kelapa sawit, seperti Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Papua Nugini. Kelapa sawit tidak hanya memainkan peran penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia, tetapi juga mampu menciptakan lapangan pekerjaan dan menghasilkan devisa untuk negara. Mentega, minyak goreng, kue dan kue kering, sabun, kosmetik, dan biodiesel adalah beberapa barang yang dihasilkan sebagai pengembangan kelapa sawit (Sihombing *et.al*, 2018).

Salah satu tanaman perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*), menawarkan masa depan yang sangat cerah bagi industri baik di pasar domestik maupun internasional. Produsen minyak sawit terbesar di dunia, yang menyumbang hampir 44% produksi dunia kini berada di Indonesia, dimana perkebunan kelapa sawit tumbuh dengan pesat (Widians *et.al*, 2020).

2.1.2 Morfologi Kelapa Sawit

Daun tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) mewakili sejenis daun dengan bentuk majemuk. Seperti halnya daun tanaman

kelapa, minyak sawit juga memiliki daun yang mirip. Panjangnya rusuk daun tengah 6,5 - 9 meter dan memiliki jumlah anak daun 380 helai per pelepah, dan panjang anak daun dapat mencapai 120 sentimeter (Risza S.,1995). Waktu yang diperlukan untuk pelepah mulai tumbuh sampai tua adalah 7 tahun, dan setiap pohon dapat memiliki hingga 60 pelepah. Ketika pelepah daun menyusut, populasi pohon kelapa sawit yang dapat ditanam per satuan luas juga ikut menyusut, sehingga produktivitas menjadi lebih tinggi (Gultom, 2020).

Terpenoid, steroid, alkaloid, flavonoid, glikosida, tanin, dan saponin ditemukan pada daun kelapa sawit (Zumaro *et al.*, 2021). Komposisi gizi pelepah daun kelapa sawit adalah sebagai berikut: bahan kering 54,78 persen, protein kasar 5,3%, hemiselulosa 21,1%, selulosa 27,9%, serat kasar 31,09%, abu 4,48%, BETN 51,87%, lignin 16,9%, dan silika 0,6% (Rizali *et al.*, 2018).

2.1.3 Taksonomi Kelapa Sawit

Menurut (Risza S., 1995) taksonomi tanaman kelapa sawit:

Sub-famili : *Palminae*
Kelas : *Angiospermeae*
Ordo : *Palmales*
Famili : *Palmaceae*
Genus : *Elaeis*
Spesies : *Elaeis guineensis folia Jacq*



Gambar 1 Kelapa Sawit (Dokumentasi Pribadi)

2.1.4 Manfaat Kelapa Sawit

Limbah daun kelapa sawit yang dihasilkan harus diolah agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Upaya mengurangi volume limbah daun kelapa sawit dapat dilakukan dengan mengubahnya menjadi produk antibakteri. Selain itu, tanaman ini dapat menyediakan senyawa kimia antibakteri. Senyawa antibakteri yang dihasilkan dari tumbuhan merupakan sebagian besar metabolit sekunder tumbuhan. Daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) digunakan sebagai antioksidan yang dapat melindungi kulit. Selain itu, dianggap bermanfaat dalam pengobatan infeksi kulit karena mengandung zat yang diketahui berperilaku sebagai metabolit sekunder dan bertindak sebagai antibakteri untuk mengobati gangguan infeksi (Haryati *et al.*, 2015 dan Zumaro *et al.*, 2021).

2.2 Bakteri *Escherichia coli*

2.2.1 Definisi dan Morfologi Bakteri *Escherichia coli*

Di usus besar manusia, bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri patogen yang umum yang membantu penguraian sisa makanan. Ciri-ciri biokimia bakteri *Escherichia coli* mampu memfermentasi berbagai karbohidrat, termasuk laktosa, sukrosa, dan manitol yang menghasilkan produksi indol. Menjadi patogen jika bakteri ini ditemukan di peritoneum, selaput otak, saluran empedu, sistem saluran kemih, atau jaringan paru-paru. Bakteri *E. Coli* yang dikeluarkan melalui tinja dapat mencemari tanah dan area alami lainnya. Karena menyangkut air minum, bakteri ini sering digunakan sebagai penanda kebersihan air (Rollando, 2019).

Mampu melakukan metabolisme anaerobik fakultatif, bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif berbentuk batang berukuran panjang sekitar 2 μ m, diameter 0,7 μ m, dan lebar 0,4 μ m. Koloni bundar, halus, cembung dengan tepi jelas atau nyata yang dibentuk oleh bakteri ini. Bakteri *Escherichia coli* merupakan golongan bakteri yang termasuk

dalam kelompok *Enterobacteriaceae*. Hidup pada suhu 20-40°C dan suhu optimumnya 37°C, karena setiap kelompok bakteri *Escherichia coli* menyebabkan penyakit dengan cara yang berbeda. Kelompok bakteri *Escherichia coli* dikategorikan berdasarkan sifat virulensinya yang khas. Strain bakteri *Escherichia coli* termasuk ETEC (*Enterotoxigenic Escherichia coli*), EAEC (*Enteroadgregative Escherichia coli*), EIEC (*Enteroinvasif Escherichia coli*), dan EHEC (*Enterohemorrhagic Escherichia coli*) (Rollando,2019) .

2.2.2 Taksonomi Bakteri *Escherichia coli*

Menurut (Sutiknowati, 2016) taksonomi bakteri *Escherecia coli* sebagai berikut:

Kingdom : *Eubacteria*
Phylum : *Proteobacteria*
Class : *Gammaproteobacteria*
Order : *Enterobacteriales*
Family : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli*



Gambar 2 *Escherichia coli* (Khakim & Rini, 2018)

2.3 Bakteri *Staphylococcus aureus*

2.3.1 Definisi dan Morfologi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Berbentuk bulat dan berdiameter 0,8–1,0 μm , bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif yang dikategorikan dari anaerobik fakultatif hingga aerobik hingga bergerak berkelompok, terkadang menyerupai benang anggur. Kulit, hidung, tenggorokan, dan saluran pencernaan manusia sering kali dipenuhi bakteri *Staphylococcus aureus*. Menurut Rollando (2019), bakteri ini sering ditemukan pada kulit, folikel rambut, dan rongga hidung. Karena kemampuannya menyebabkan infeksi, bakteri *Staphylococcus aureus* berdampak buruk. Penyakitnya termasuk diare, malaria, dan pustula atau bisul disebabkan oleh bakteri bakteri *Staphylococcus aureus*. Udara, debu, sampah, air, makanan, dan peralatan makan merupakan sumber infeksi yang potensial. Kapasitasnya untuk bereproduksi dan penyebaran jaringan yang luas memungkinkan bakteri *Staphylococcus aureus* menyebabkan penyakit. Bakteri berkembang biak dengan menggunakan sumber daya yang tersedia bagi inang untuk mereplikasi dirinya sendiri. Luka kronik bahkan kematian disebabkan oleh bakteri yang menginfeksi inangnya (Seko *et al.*, 2021).

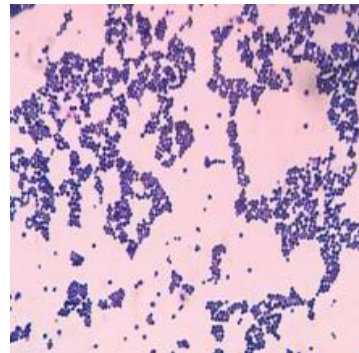
Bakteri *Staphylococcus aureus* menghasilkan enzim katalase. Hal ini yang membedakannya dengan *Streptococcus*. Bakteri jenis ini berkembang pesat pada suhu 37°C dan mampu memfermentasi karbohidrat, termasuk manitol, membentuk asam laktat, sehingga bakteri tersebut dapat dideteksi menggunakan media *mannitol salt agar*. Suhu kering dan hangat (50°C selama 30 menit) dan larutan NaCl 9% cocok untuk pertumbuhan *S. aureus*. Menurut Rollando (2019), koloni yang tumbuh pada medium padat sederhana mempunyai diameter 1-2 mm, bentuk bulat, tepi tidak terputus, warna putih sampai kuning keemasan, permukaan meninggi melengkung, dan permukaan halus lembab dan tekstur buram. Antibiotik, yang mempunyai kemampuan untuk menekan atau membasmi kuman *Staphylococcus aureus*, sering digunakan dalam

pengobatan penyakit menular yang disebabkan. Amoksisilin adalah antibiotik yang paling umum digunakan (Fatimah *et al.*, 2016).

2.3.2 Taksonomi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* taksonominya sebagai berikut dalam volume 4 *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, edisi kedua (Krieg *et al.*, 2011):

Kingdom : *Monera*
Divisi : *Firmicutes*
Kelas : *Firmibacteria*
Bangsa : *Eubacteriales*
Suku : *Micrococcaceae*
Genus : *Staphylococcus*
Jenis : *Staphylococcus aureus*



Gambar 3 *Staphylococcus aureus* (Malelak *et al.*, 2015)

2.4 Simplisia

2.4.1 Pengertian Simplisia

Simplisia adalah bahan alam yang telah dikeringkan yang digunakan pengobatan dan belum mengalami pengolahan. Tergantung pada situasinya, pengeringan dapat dilakukan di dalam oven pada suhu tidak lebih dari 60°C di udara atau di bawah sinar matahari. Sejumlah faktor, termasuk stabilitas komponen, kontaminasi, dan kandungan kimia, dipengaruhi oleh metode yang digunakan untuk memanen dan

menyiapkan simplisia. Variasi komposisi senyawa bagaimanapun dapat diminimalkan, dikendalikan, dan dipertahankan dalam produk olahan (Departemen Indonesia, 2017).

2.4.2 Proses Pembuatan Simplisia

Tahapan berikut sering disertakan dalam pembuatan simplisia:

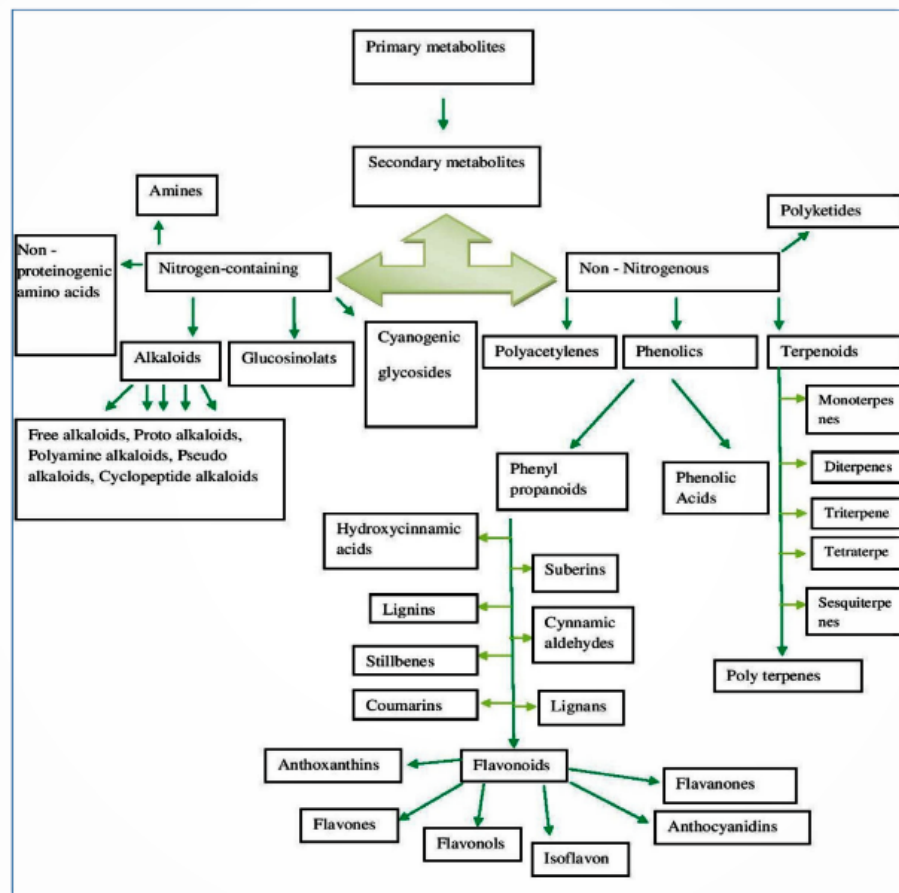
1. Pengumpulan bahan baku atau tanaman : kualitas tanaman dan bahan baku simplisia dipengaruhi oleh banyak variabel, antara lain umur tanaman sebagian pada saat panen, bagian tanaman, waktu panen, dan lingkungan tumbuh.
2. Sortasi basah : proses ini melibatkan menghilangkan bagian yang tidak diinginkan dari tanaman sebelum dikeringkan, membiarkan kotoran atau kontaminan asing lainnya dipisahkan dan dijadikan komponen yang dapat digunakan sebelum dicuci.
3. Pencucian : Bahan simplisia dibersihkan dari kotoran dan kontaminan lainnya. Dicuci dengan air bersih. Untuk menghindari hilangnya komponen nutrisi tanaman, pencucian dilakukan dalam waktu sesingkat mungkin.
4. Perajangan : dilakukan prosedur pengepakan, penggilingan, dan pengeringan menjadi lebih sederhana. Tanaman dibiarkan utuh dan dijemur selama 1 hari sebelum dipotong.
5. Pengeringan : dapat mengeringkan apa pun dengan tiga cara berbeda: di dalam oven, di udara, atau di bawah sinar matahari langsung. Sampai kadar air $\leq 10\%$, proses pengeringan ini diulangi.
6. Sortasi kering : tujuannya adalah untuk menghilangkan benda asing dari simplisia kering, seperti potongan tanaman yang tidak diinginkan dan kontaminan lainnya.

7. Pengepakan ,penyimpanan dan pemeriksaan mutu : Simplisia dapat rusak pada saat disimpan. Oleh karena itu, digunakan wadah tidak beracun yang tidak bereaksi dengan isinya untuk mencegah terjadinya reaksi dan variasi warna, bau, rasa, dan aspek lain dari simplisia (Wahyuni R, *et.al* , 2014).

Untuk memastikan bahan mentah homogen dan, pada akhirnya, efek farmakologis tanaman, salah satu pendekatan untuk mengatur kualitas tanaman adalah dengan melakukan standarisasi dasar tanaman. Parameter yang berkaitan dengan mutu simplisia meliputi susut pengeringan, kadar air, kadar abu, kadar abu tidak larut asam, kadar ekstrak larut air, dan kadar ekstrak larut etanol. Untuk melengkapi data yang tersedia, dilakukan uji determinasi dasar sensorik, mikroskopis, makroskopis, dan kimia (Mayasari, *et.al*, 2018).

2.5 Metabolit Sekunder

Dalam hal inovasi pencarian dan penciptaan obat-obatan baru atau dalam memajukan berbagai tujuan industri, senyawa metabolit sekunder menyediakan pasokan molekul yang tidak ada habisnya. Selain itu juga untuk tujuan mengidentifikasi bahan kimia alami yang mempunyai nilai tambah pada sediaan obat, sebagai langkah awal (Rohama & Zainuddin, 2021). Mencari tahu komponen kimia apa yang ada dalam ekstrak tumbuhan dapat dilakukan melalui proses yang disebut skrining fitokimia. Reagen seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, terpenoid, dan lain-lain ditemukan melalui skrining fitokimia. Mulai dengan menambahkan reagen pendeteksi ke dalam tabung reaksi yang berisi ekstrak tumbuhan yang ingin di uji. Menurut Putri dan Lubis (2020), modifikasi yang dilakukan pada ekstrak akan mengetahui komposisi senyawa yang ada pada ekstrak tumbuhan tersebut. Melalui proses ekstraksi, bahan kimia bioaktif yang dihasilkan oleh metabolisme sekunder dapat dikumpulkan (Hidayah *et al.*, 2016).



Gambar 4 Jalur utama metabolit sekunder (Jamloki *et al.*, 2021)

2.5.1 Fenolik

Fenol adalah metabolit sekunder yang terbesar dalam tumbuhan (Septiani *et al.*, 2018). Menurut Putri *et.al* (2020), modifikasi yang dilakukan pada ekstrak akan mengetahui komposisi senyawa yang ada pada ekstrak tumbuhan tersebut. Melalui prosedur ekstraksi, bahan kimia bioaktif yang dihasilkan oleh metabolisme sekunder dapat dikumpulkan.

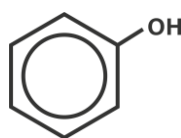
Senyawa fenolik merupakan kelompok senyawa terbesar yang berperan sebagai antioksidan alami pada tumbuhan. Senyawa fenolik memiliki satu (fenol) atau lebih (polifenol) cincin fenol, yaitu gugus hidroksi yang terikat pada cincin aromatis sehingga mudah teroksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Kemampuannya membentuk radikal fenoksi yang stabil pada reaksi oksidasi menyebabkan senyawa fenolik sangat potensial sebagai antioksidan.

Senyawa fenolik alami umumnya berupa polifenol yang membentuk senyawa eter, ester, atau glikosida, antara lain flavonoid, tanin, tokoferol, kumarin, lignin, turunan asam sinamat, dan asam organik polifungsional (Dhurhania & Novianto, 2019).

Dalam tumbuhan, kategori senyawa ini memiliki berbagai peranan, seperti:

1. Membentuk struktur dinding sel (misalnya lignin).
2. Berperan sebagai pigmen dalam bunga (seperti antosianin).
3. Mengatur pertumbuhan tumbuhan (contohnya flavonol).
4. Berfungsi sebagai mekanisme pertahanan (seperti flavonoid).
5. Memiliki peran dalam menghambat atau merangsang perkecambahan (misalnya fenol sederhana).
6. Memberikan aroma tertentu (seperti vanilin atau metil salisilat) (Julianto, 2019).

Penetapan kadar total fenol menggunakan pereaksi *folin-ciocalteau* dalam teknik *spektrofotometer Uv-Vis*. Dalam lingkungan basa, bahan kimia fenolik mengubah *fosfomolibdat-fosfotungstat* untuk menghasilkan senyawa kompleks biru yang dapat dideteksi secara spektrofotometri. Kandungan fenolik tanaman diukur dalam miligram asam galat (3,4,5 asam trihidroksibenzoat) atau GAE (*galic acid equivalent*), yang setara dengan satu gram sampel. Kandungan fenolik total ekstrak dihitung menggunakan pembandingan asam galat dengan beberapa kali perubahan konsentrasi (Mukhriani *et al.*, 2019 dan Sari *et al.*, 2017).



Gambar 5 Senyawa Fenol (Pramiastuti *et al.*, 2018)

Apabila antioksidan enzimatik sebagai sistem pertahanan tubuh tidak lagi memadai untuk menangkal radikal bebas, maka akan mengakibatkan

terjadinya stres oksidatif. Pada kondisi stress oksidatif, kelebihan radikal bebas akan bereaksi dengan lemak, protein, dan asam nukleat seluler sehingga memicu peroksidasi lipid membran sel, kerusakan protein maupun asam nukleat yang dapat mengakibatkan hilangnya fungsi seluler secara total. Oleh karena itu, tubuh memerlukan asupan antioksidan untuk mengatasi stres oksidatif (Dhurhania & Novianto, 2019).

Senyawa fenolik, yang dihasilkan oleh tumbuhan sebagai tanggapan terhadap stres lingkungan, berperan sebagai perlindungan terhadap sinar UV-B serta mencegah kematian sel untuk menjaga keutuhan DNA dari dimerisasi dan kerusakan. Komponen dalam senyawa ini memiliki peran yang signifikan dalam pencegahan dan pengobatan berbagai gangguan kesehatan seperti arteriosklerosis, disfungsi otak, diabetes, dan kanker, dan lain sebagainya (Hanin & Pratiwi, 2017). Senyawa fenolik memiliki kecenderungan dan kemampuan bereaksi dengan ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang dapat memberikan efek antioksidan dan mampu menghilangkan sifat radikalnya sehingga tidak berbahaya lagi terhadap sel manusia (Gultom *et al.*, 2021).

Senyawa fenolik merupakan jenis senyawa yang mengandung gugus hidroksil dan umumnya ditemukan dalam jumlah yang besar di dalam tanaman. Keanekaragaman struktural senyawa ini bervariasi, mulai dari fenol sederhana hingga yang kompleks, termasuk juga komponen yang telah mengalami polimerisasi. Polifenol, salah satu jenis senyawa fenolik, memiliki banyak gugus fenol dalam strukturnya dan memiliki rentang kelarutan yang beragam. Selain itu, polifenol juga menunjukkan berbagai fungsi biologis, seperti perlindungan terhadap stres oksidatif dan penyakit degeneratif dengan cara yang cukup signifikan. Senyawa ini mungkin memiliki efek tidak langsung dalam mengaktifkan sistem pertahanan endogen melalui modulasi sinyal seluler. Efek yang dihasilkan dalam tubuh manusia setelah terpapar senyawa fenolik menegaskan nilai penting senyawa tersebut dalam produk makanan.

Senyawa ini membawa sejumlah manfaat kesehatan yang beragam, termasuk sifat antioksidan, antikarsinogenik, antimikroba, dan lainnya (Diniyah & Lee, 2020).

Metode analisis total fenolik adalah teknik laboratorium yang digunakan untuk mengukur total kandungan fenolik dalam suatu sampel. Fenolik merupakan senyawa kimia yang memiliki gugus fenol, yang ditemukan dalam berbagai jenis makanan, minuman, dan tumbuhan. Kandungan fenolik dalam suatu sampel sering kali berkorelasi dengan aktivitas antioksidan dan potensi manfaat kesehatan dari sampel tersebut. Salah satu metode yang umum digunakan untuk analisis total fenolik adalah metode *Folin-Ciocalteu*. Metode ini didasarkan pada reaksi fenol dengan reagen *Folin-Ciocalteu*, yang menghasilkan warna biru pada kondisi asam. Kadar fenolik dalam sampel kemudian dapat dihitung berdasarkan absorbansi warna biru yang dihasilkan, yang dapat diukur menggunakan spektrofotometer (Adamczyk *et al.*, 2018)

2.5.2 Flavonoid

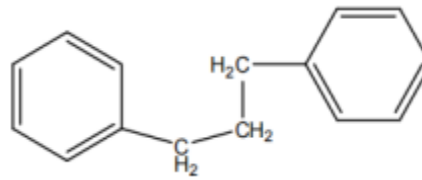
Flavonoid merupakan kelompok polifenol dan diklasifikasikan berdasarkan struktur kimia serta biosintesisnya (Seleem *et al.*, 2017). Flavonoid memiliki struktur dasar yang terdiri dari dua gugus aromatik yang digabungkan oleh jembatan karbon (C6-C3-C6). Senyawa flavonoid juga hadir dalam berbagai makanan dan minuman yang berasal dari tumbuhan, termasuk buah, sayuran, teh, kakao, dan anggur. Flavonoid ini terbagi menjadi beberapa subgrup, seperti kalkon, flavon, flavonol, dan isoflavon, yang masing-masing berasal dari sumber yang beragam dan memiliki karakteristik unik (Panche *et al.*, 2016). Perbedaan struktur, terutama substitusi karbon pada gugus aromatik sentral dengan berbagai aktivitas farmakologi, menentukan pembagian kelompok flavonoid (Hepni *et al.*, 2019).

Flavonoid, sebuah jenis senyawa metabolit sekunder yang tergolong dalam kategori senyawa fenol, memiliki struktur benzena yang

dilengkapi dengan gugus OH. Senyawa ini ditemukan secara melimpah di alam, tersebar di berbagai bagian tumbuhan seperti akar, kayu, kulit, daun, batang, buah, dan bunga. Umumnya, flavonoid dapat ditemukan pada tumbuhan yang lebih berkembang. Sebanyak 5-10% dari senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan terdiri dari flavonoid. Flavonoid merupakan turunan kimia dari *2-phenyl-benzyl-γ-pyrone* yang dibuat melalui jalur biosintesis fenilpropanoid. Peran flavonoid meliputi memberikan warna, rasa, dan aroma pada biji, bunga, dan buah. Namun, mereka cenderung teroksidasi dengan mudah saat terpapar suhu tinggi dan tidak stabil terhadap panas (Susila Ningsih *et al.*, 2023).

Di lingkungan alamiah, senyawa flavonoid dapat diekstraksi dari berbagai tumbuhan dan tersebar di seluruh jaringan tanaman. Tumbuhan memanfaatkan flavonoid untuk mendukung pertumbuhan dan melindungi diri dari plak. Kelompok senyawa fenolik dengan bobot molekul yang relatif kecil, flavonoid sering dianggap sebagai pigmen dalam bunga tumbuhan angiospermae. Flavonoid bukanlah komponen yang hanya terbatas pada bagian bunga, melainkan juga tersebar di seluruh tubuh tanaman (Khoirunnisa & Sumiwi, 2019)

Flavonoid adalah jenis senyawa yang diproduksi oleh tanaman sebagai bagian dari polifenol. Fungsi utama flavonoid adalah sebagai antioksidan, membantu menangkap radikal bebas dan menghambat oksidasi lipid (Zuraida *et al.*, 2017). Flavonoid mempunyai aktivitas antioksidan, antibakteri, antivirus, dan anti kanker (Ngibad, 2023). Flavonoid pada umumnya terdapat pada semua bagian tumbuhan termasuk buah, akar, daun, dan kulit luar batang. Senyawa flavonoid adalah salah satu senyawa bahan penyusun imunitas tubuh yang berfungsi sebagai aktivitas antioksidan dalam menangkap radikal bebas dalam tubuh (Sampepana *et al.*, 2020).



Gambar 6 Struktur Dasar Flavonoid (Noer,2018)

Kelompok terbesar dari senyawa fenolik adalah flavonoid. Setiap tumbuhan umumnya mengandung satu atau lebih senyawa kelompok flavonoid dan memiliki komposisi kandungan flavonoid yang khas. Flavonoid terdapat hampir di semua bagian tumbuhan, seperti daun, akar, kulit tepung sari, nektar, bunga, buah dan biji. Senyawa flavonoid memiliki aktivitas antioksidan yang dapat meningkatkan pertahanan diri dari penyakit yang diinduksi oleh radikal bebas. Aktivitas antioksidan pada senyawa flavonoid diketahui memiliki potensi untuk mencegah terjadinya penumpukan lemak sehingga mampu mengatasi masalah obesitas yang menjadi penyebab penyakit DM (Diabetes Melitus). Selain itu senyawa flavonoid juga diketahui dapat mengurangi risiko terjadinya penyakit jantung dan kanker (Hanin & Pratiwi, 2017). Flavonoid juga memiliki kemampuan dalam menangkal radikal bebas. Selain itu, juga mampu melakukan penghambatan oksidasi lipid (Sampepana *et al.*, 2020).

Flavonoid memiliki dampak yang signifikan dalam meningkatkan kesehatan secara menyeluruh dan merupakan komponen esensial dalam berbagai produk nutrasetika, farmasi, obat-obatan, serta produk kosmetik. Kehadirannya sangat penting karena flavonoid menawarkan berbagai aktivitas positif, termasuk sebagai antioksidan, antiinflamasi, anti mutagenik, dan sifat anti kanker, sambil juga memiliki kemampuan untuk mengatur aktivitas enzim seluler kunci. Selain itu, flavonoid juga dikenal sebagai inhibitor kuat untuk beberapa jenis enzim, seperti *xanthine oxidase* (XO), *cyclooxygenase* (COX), *lipoxigenase*, dan *phosphoinositide 3-kinase* (Khoirunnisa & Sumiwi, 2019).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk analisis total flavonoid adalah metode *aluminium chloride* (AlCl_3). Metode ini didasarkan pada pembentukan kompleks antara flavonoid dengan aluminium chloride dalam suasana asam, yang kemudian dapat diukur secara spektrofotometri untuk menentukan kandungan flavonoid total dalam sampel (Tchinda *et al.*, 2019).

2.6 Antioksidan

2.6.1 Radikal Bebas

Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif dan tidak stabil dengan satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Dalam upaya untuk stabil, mereka akan bereaksi dengan atom atau molekul di sekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron. Radikal bebas dengan reaktivitas tinggi dapat memulai reaksi berantai dalam satu formasi, menghasilkan bahan kimia yang menyimpang dan memulai reaksi berantai yang dapat membahayakan sel-sel vital tubuh. Dengan memanfaatkan antioksidan, radikal bebas dapat dilawan. Senyawa antioksidan yang berasal dari asupan luar atau yang ditemukan secara alami dalam tubuh sebagai mekanisme pertahanan alaminya disebut antioksidan alami (Tristantini *et al.*, 2016). Antioksidan yang terbentuk secara biologis adalah bahan kimia antioksidan yang tertelan secara eksternal atau muncul secara alami di dalam tubuh sebagai mekanisme pertahanan normal. Sementara antioksidan sintetik adalah senyawa yang disintesis secara kimiawi, tanaman dengan kandungan polifenol yang tinggi adalah salah satu sumber antioksidan (Tukiran *et al.*, 2020).

2.6.2 Definisi Antioksidan

Antioksidan adalah zat kecil atau senyawa yang dibuat oleh tubuh, memiliki kemampuan untuk menghambat atau mencegah radikal bebas memasuki tubuh agar tidak berbahaya bagi sel-sel tubuh. Radikal bebas yang terlalu banyak terpapar di dalam tubuh, tubuh tidak memiliki cukup

antioksidan. Oleh karena itu, diperlukan antioksidan dari luar tubuh. Manusia boleh mengonsumsi makanan tersebut sebagai sumber antioksidan karena makanan termasuk buah-buahan, sayur-sayuran, dan rempah-rempah diketahui mengandung antioksidan (Septian Then *et al.*, 2022).

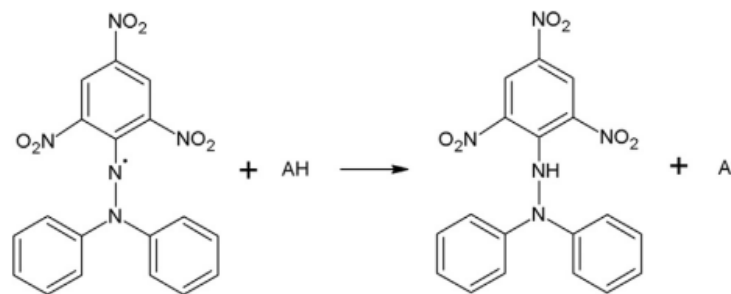
2.6.3 Metode Pengujian Antioksidan

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

Radikal bebas *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) sering digunakan sebagai model untuk menilai kemampuan menangkap radikal bebas. Dengan pengaturan penyimpanan yang tepat dan penyimpanan kering, DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) stabil untuk jangka waktu yang lama. Hal ini menjadikannya reagen yang ideal untuk pengujian radikal bebas. 515–520 nm adalah kisaran nilai serapan DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Radikal bebas stabil pada suhu kamar. DPPH berinteraksi dengan antioksidan, terutama dengan membawa elektron atau atom hidrogen dari senyawa antioksidan ke DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Perpindahan elektron dari radikal DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) menyebabkan perubahan warna larutan dari berwarna ungu menjadi kuning mengkilat, dan serapan panjang gelombang tertinggi DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) akan berkurang (Idawati, *et al.*, 2023 dan Trisnantini *et al.*, 2016).

Proses oksidasi dan reduksi mendasari pengoperasian metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Radikal bebas DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) disintesis dan larut dalam zat polar seperti metanol dan etanol. Dalam mekanisme donor atom hidrogen dan donor elektron, DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) yang bersifat radikal akan mengambil atom hidrogen dari senyawa antioksidan untuk memperoleh pasangan

elektron. Untuk menguji aktivitas antioksidan, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) adalah pendekatan yang paling mudah, terjangkau, cepat, dan sensitif. Pelarut DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) harus selalu segar, namun selain itu, pendekatan ini sangat rentan terhadap kondisi lain (Aryanti, 2021).



Gambar 7 Mekanisme reaksi radikal DPPH(2,2-diphenyl-1- picrylhydrazyl) dengan antioksidan (AH) (Hidayat, 2017).

Kategori Nilai Kekuatan Antioksidan

Nilai IC ₅₀ (mg/L)	Kekuatan Antioksidan
< 50	Sangat Kuat
50-100	Kuat
100-150	Sedang
150-200	Lemah
>200	Sangat Lemah

Tabel 1. Kekuatan Antioksidan (Zumaro *et al.*, 2021).

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

Sebagai teknik analisis untuk sampel konsentrasi rendah, metode DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) memiliki keuntungan karena bersifat langsung, cepat, terjangkau, tidak rumit, dan sensitif. Sampel padat, cair, dan khusus untuk komponen antioksidan tertentu semuanya dapat diolah dengan pendekatan antioksidan menggunakan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Kurniawati *et.al* , 2021).

3. Kekurangan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Radikal hanya dapat larut dalam pelarut organik, yang merupakan kelemahan metode ini (Kurniawati *et.al* , 2021).

2.7 Antibakteri

Antibakteri adalah senyawa yang mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (efek bakteristatik) atau menghancurkan bakteri (efek bakterisida) bila terkena antibiotik. Meningkatnya kasus bakteri patogen yang resistan terhadap obat telah mempercepat pencarian sumber senyawa antibakteri baru melalui pengembangan metode penggunaan bahan farmasi alami dengan aktivitas antibakteri. Antibiotik alami adalah antibiotik yang berasal dari mikroorganisme (Febrina *et al.*, 2018). Bakteristatik, yang menghentikan pertumbuhan bakteri dan bakterisida, yang membunuh kuman, adalah dua kategori antibakteri berdasarkan cara kerjanya. Ketika aktivitas antibakteri meningkat melebihi Kadar Hambat Minimal (KHM), aktivitas antibakteri dapat berubah dari aktivitas bakteristatik menjadi bakterisida (Rollando ,2019).

2.7.1 Metode Pengujian Antibakteri

Metode difusi dan dilusi sering digunakan untuk mengevaluasi tindakan agen antibakteri. Sifat antibakteri suatu senyawa dapat dinilai secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan metode dilusi dan khusus secara kuantitatif dengan menggunakan metode difusi (Sari *et al.*, 2021).

2.7.2 Metode Difusi

Metode ini adalah suatu metode untuk menguji daya antibakteri berdasarkan berdifusinya zat antimikroba dalam media padat dengan pengamatan pada daerah pertumbuhan. Untuk zat antimikroba yang biasa digunakan yang larut dan tidak larut. Ada tiga jenis metode difusi berdasarkan komponennya: metode difusi silinder, cakram, dan difusi sumur. Piringan (*disk*) yang berisi zat antimikroba ditempatkan pada

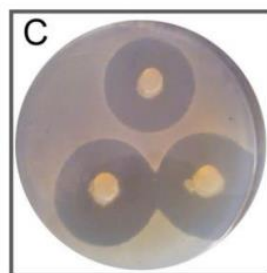
permukaan media yang terinfeksi mikroorganisme uji untuk melakukan uji *Disk Diffusion (Kirby-Bauer test)*. Zat antibakteri akan meresap ke dalam media agar selama masa inkubasi. Kecepatan difusi melewati media agar tidak secepat kecepatan ekstraksi senyawa antimikroba dari disk. Oleh karena itu, konsentrasi komponen antimikroba turun secara logaritmik seiring bertambahnya jarak dari disk, dengan konsentrasi tertinggi terjadi paling dekat dengan disk. Ketika zona penghambatan berkembang di sekitar disk selama inkubasi, ini merupakan indikator yang baik mengenai efisiensi agen antimikroba. Sensitivitas suatu senyawa meningkat seiring dengan lebarnya zona hambatnya (Rollando,2019).

1. Metode Difusi Silinder

Metode silinder melibatkan penempatan silinder aluminium di atas media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri. Setiap silinder ditempatkan untuk berdiri di atas media agar, kemudian diisi dengan larutan uji dan diinkubasi selama 24 jam, menghasilkan zona jernih di sekitar silinder. Langkah terakhir adalah menguji aktivitas antibakteri, di mana zona jernih di sekitar silinder diamati setelah 24 jam. Zona hambat kemudian diukur diameternya menggunakan jangka sorong (Kapitan, 2017).

2. Kelebihan dan Kekurangan Metode Difusi Silinder

Keunggulan dari metode ini adalah keterlihatan jumlah zat yang dimasukkan ke dalam mediumnya, namun kelemahannya adalah tingkat risiko yang tinggi karena kemungkinan silinder jatuh dari media tersebut.



Gambar 8 Metode Difusi Silinder (Balouiri *et.al.* , 2016)

2.8 Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan dua zat atau lebih melalui penggunaan pelarut yang tidak saling campur. Dua jenis ekstraksi: ekstraksi cair-cair dan ekstraksi padat-cair. Ekstraksi padat-cair dipengaruhi oleh waktu ekstraksi, suhu yang digunakan, pengadukan, dan jumlah pelarut. Pelarut difusi ke pori-pori padatan atau ke dinding sel, kemudian pelarutan padatan oleh pelarut di dalam dinding sel, dan akhirnya larutan ditransfer dari pori-pori ke larutan ekstrak (Arsa *et.al* , 2020).

2.8.1 Pelarut Ekstraksi

Memilih pelarut yang tepat memerlukan pertimbangan cermat terhadap sejumlah kriteria, karena merupakan salah satu elemen kunci dalam proses ekstraksi. Memilih jenis pelarut yang tepat memerlukan pertimbangan dua faktor utama: pelarut tersebut harus mudah larut dan aman atau tidak beracun. Pelarut ekstraksi harus memiliki tingkat kelarutan yang tinggi, memungkinkan ekstrak yang diinginkan dapat larut, menghindari perubahan susunan kimiawi bagian penyusun ekstrak, dan memiliki suhu didih yang cukup berbeda dari kedua komponen (Arsa *et.al* , 2020).

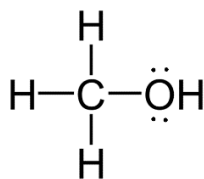
Ada tiga jenis pelarut yang digunakan untuk ekstraksi tanaman yaitu :

1. Pelarut polar: air, etanol, metanol, dan sebagainya.
2. Pelarut semipolar: etil asetat, diklorometan, dan sebagainya.
3. Pelarut non polar: n-heksan, petroleum eter, kloroform, dan sebagainya (Mukhriani, 2014).

2.8.1.1 Metanol

Metanol memiliki gugus hidroksil (-OH), yang menjadikannya polar; dan mengandung gugus metil (-CH₃), yang membuatnya non-polar. Struktur kimia zat ini adalah CH₃OH. Metanol adalah zat yang sangat polar. (Ramdani *et al.*, 2017). Metanol ini merupakan senyawa alkohol dengan rantai karbon pendek yang

akan lebih mudah untuk terbakar sempurna dan melepaskan karbon monoksida yang lebih sedikit dengan kata lain metanol adalah pelarut yang relatif mudah menguap, sehingga mudah dihilangkan setelah proses ekstraksi. Pelarut ini memiliki keuntungan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam analisis instrumental di laboratorium (Permana *et al.*, 2021). Hasil penelitian tentang uji risiko bakar dari biofuel, seperti metanol dan etanol, menunjukkan bahwa kedua bahan tersebut memiliki kemampuan untuk terbakar dengan sangat bersih sehingga sulit terlihat oleh pengamat pada siang hari. Oleh karena itu, beberapa insiden kebakaran yang disebabkan oleh bahan-bahan alkohol telah dianalisis, dan diperlukan upaya untuk mengurangi risiko kebakaran tersebut. Upaya tersebut dapat mencakup pengetahuan tentang keselamatan, penggunaan alat pelindungan tubuh, dan penggunaan bahan pendingin yang cepat untuk mengatasi potensi bahaya kebakaran yang terkait dengan penggunaan metanol (Asrori *et al.*, 2020).



Gambar 9 Metanol (Pubcem,2023)

2.8.2 Metode Ekstraksi

Memisahkan kandungan senyawa aktif tanaman adalah salah satu cara untuk mendapatkan manfaat dari kandungan bahan alam. Teknik ekstraksi adalah metode yang paling umum untuk mendapatkan kandungan senyawa aktif pada suatu tanaman. (Sudarwati *et.al* , 2019).

Metode ekstraksi yang paling efektif didasarkan pada sifat bahan dan zat yang akan diekstraksi. Sebelum memilih teknik, tujuan kstraksi harus ditentukan. Ada beberapa tujuan ekstraksi yaitu senyawa bioaktif yang

tidak diketahui, senyawa yang diketahui ada pada organisme, dan sekelompok senyawa dalam organisme yang berhubungan secara struktural (Mukhriani, 2014).

Metode ekstraksi tradisional atau konvensional dan kontemporer atau modern adalah dua dari beberapa jenis teknik ekstraksi yang tersedia. Soxhlet, refluks, dan maserasi adalah contoh teknik ekstraksi tradisional. Metode ekstraksi kontemporer atau modern termasuk *Supercritical Fluid Extraction* (SFE), *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE), dan *Microwave Assisted Extraction* (MAE) (Azwanida, 2015 dan Suhendar *et al.*, 2020).

1. *Ultrasound Assisted Extraction*

Ultrasound Assisted Extraction atau metode ultrasonik adalah teknik gelombang ultrasonik yang beroperasi pada rentang frekuensi 20 kHz – 2000 kHz. Permeabilitas dinding sel dan kontak permukaan antara pelarut dan sampel ditingkatkan dengan aksi mekanis kavitasitas ultrasonik, yang merupakan proses menciptakan gelembung kecil dalam cairan. Senyawa dapat dilepaskan dengan lebih mudah dan pelarut dapat masuk ke dalam sel tumbuhan dalam jumlah yang lebih besar karena perubahan fisik dan kimia pada dinding sel tumbuhan (Azwanida, 2015). Ditempatkan di dalam wadah *ultrasonic* adalah wadah yang menampung sampel bubuk. Proses ini menciptakan rongga pada sampel dengan memberikan tekanan mekanis pada sel. Peningkatan kelarutan senyawa dalam pelarut dan peningkatan hasil ekstraksi mungkin disebabkan oleh cedera sel (Mukhriani, 2014).

2. Kelebihan dan Kelemahan UAE (*Ultrasound Assisted Extraction*)

Kelebihan dan kelemahan atau keterbatasan dari UAE adalah manfaat UAE ramah lingkungan dan ekonomis terletak pada pengurangan waktu ekstraksi dan konsumsi pelarut sedikit sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas ekstrak. Namun,

penerapan energi ultrasonik pada senyawa aktif ekstrak berpotensi merusak molekul tanaman (Azwanida, 2015).

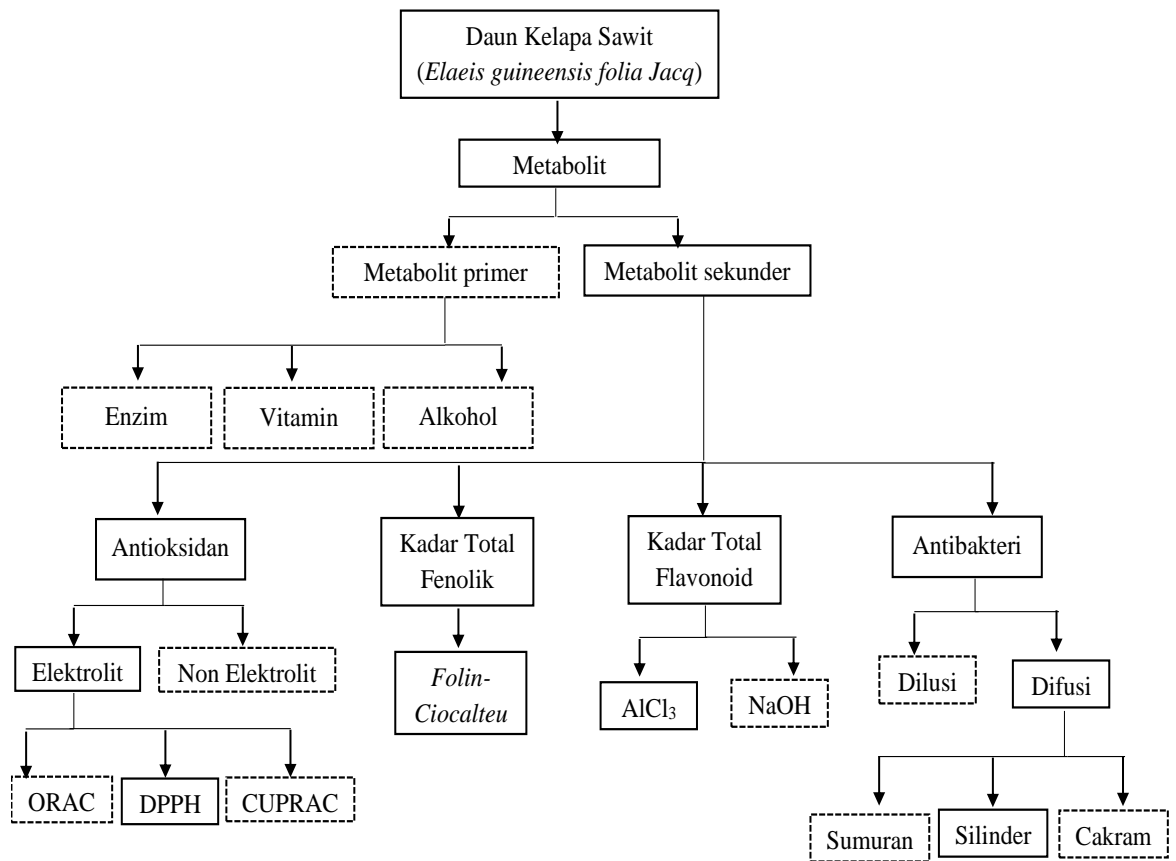
3. Instrumen atau komponen alat *ultrasound assisted extraction*

Generator adalah osilator elektronik atau mekanik yang kokoh, kuat, andal, dan dapat beroperasi dengan atau tanpa beban untuk alat pengestraksi. *Water bath ultrasonic* yang umum digunakan untuk dispersi padat ke dalam pelarut dan untuk menghilangkan gas dari larutan. Wadah baja tahan karat berisi air dan satu atau lebih transduser yang ditempatkan di bawahnya digunakan untuk merendam bejana yang menampung kombinasi bahan atau sampel dalam teknik *water bath ultrasonic* (Mandal *et al.*, 2015).



Gambar 10 *Ultrasound-Assisted Extraction* (Dokumentasi Pribadi)

2.9 Kerangka Teori



Ket :

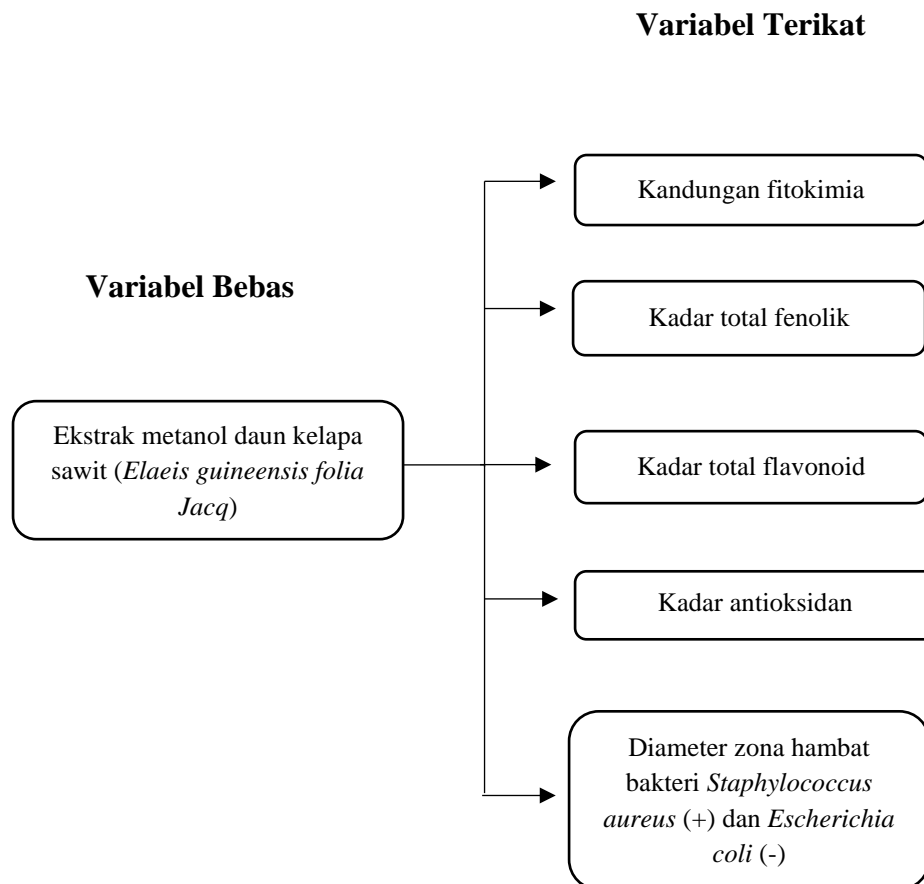
————— = yang di uji

----- = yang tidak di uji

Gambar 11 Kerangka Teori

2.10 Kerangka Konsep

Adapun kerangka konsep penelitian ini dengan judul Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) Menggunakan Metode *Ultrasound Assisted Extraction*



Gambar 12 Kerangka Konsep

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian eksperimental berbasis skala laboratorium merupakan penelitian yang digunakan. Memanfaatkan teknik *Ultrasound Assisted Extraction*, ekstrak metanol diekstraksi dari daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) untuk penelitian ini. Uji aktivitas antioksidan, aktivitas antibakteri, dan total fenolik adalah uji yang dilakukan dalam penelitian ini. Jumlah senyawa fenolik dalam ekstrak daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) ditentukan dengan teknik *folin ciocalteu* untuk pengukuran total fenolik. Untuk mengetahui diameter zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dilakukan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi silinder. Untuk melihat kuat lemahnya antioksidan dilakukan uji antioksidan dengan teknik DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Uji penelitian ini akan dilaksanakan di berbagai tempat yaitu Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung untuk mendeterminasi jenis tanaman, Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung untuk melakukan pembuatan ekstraksi, uji skrining fitokimia, uji kadar total fenolik, uji kadar total flavonoid dan uji antioksidan dan Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung untuk uji aktivitas antibakteri.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan november 2023 sampai januari 2024.

3.3 Sampel dan Preparasi Sampel

3.3.1 Sampel

Sampel penelitian menggunakan daun kelapa sawit yang diambil dari perkebunan yang terletak di Dusun Sriagung, Kelurahan Komerung Agung, Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten, Lampung Tengah, Lampung. Sampel yang dipilih adalah daun kelapa sawit yang diambil di pagi hari yang masih segar dan berkualitas baik.

3.3.2 Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan merupakan daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) yang memiliki yang masih segar dan berkualitas baik yang diambil di daerah lampung tengah. Sampel daun kelapa sawit dipisahkan dari tangkai atau pelepah kemudian menggunakan air bersih yang mengalir, 2 kilogram sampel dibersihkan. Selanjutnya sampel tersebut dipotong kecil-kecil. Sampel kemudian ditutup dengan kain hitam dan dibiarkan kering di bawah sinar matahari. Penjemuran dicukupkan saat daun kelapa sawit yang sudah bisa diremah dan mudah hancur. Selanjutnya digunakan blender atau alat pengolah untuk menggiling simplisia kering hingga menjadi bubuk. Kemudian ayak serbuk granul dengan ayakan. Serbuknya disimpan ditempat yang sejuk dan kering.

3.4 Bahan dan Alat Penelitian

3.4.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*), pelarut metanol, metanol p.a , magnesium sulfat heptahidrat yang terkonsentrasi, *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH), air destilasi, AlCl₃, asam asetat, FeCl₃, ferrosianida, larutan

asam galat, reagen *Folin-Ciocalteu*, *Amoxicillin*, NaCl 0,9%, Na₂CO₃, HCL, larutan umum bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) dalam bentuk mikroorganisme diberikan oleh Laboratorium Terpadu dan Pusat Inovasi Teknologi Universitas Lampung, bersama dengan 0,5 *Mc Farland* dan 5% DMSO (*Dimethylsulfoxide*) .

3.4.2 Alat Penelitian

Alat -alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain gelas beker, gelas ukur, labu ukur, batang pengaduk, erlenmeyer, corong, rak dan tabung reaksi, neraca analitik, gunting, kertas saring, kertas perkamen, aluminium foil, plastik wrap, blender, pipet volume, pipet tetes, tip, mikro pipet, kapas lidi steril, jarum ose, cawan petri, lampu bunsen, pinset, penggaris, *ultrasonic bath*, *rotary evaporator*, autoklaf, inkubator, oven, *laminar air flow*, dan *spektrofotometer UV-Vis*.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Determinasi Tanaman

Determinasi daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.5.2 Pengekstrakan Daun Kelapa Sawit Dengan Metode *Ultrasound Assisted Extraction*

Ekstraksi senyawa metabolit sekunder daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) dilakukan dengan cara ekstraksi ultrasonik menggunakan pelarut metanol yang telah dievaporasi sehingga konsentrasinya menjadi tinggi atau murni. Sebanyak 30 gram serbuk daun kelapa sawit ditambahkan pelarut sebanyak 200 mL. Kemudian dilakukan ekstraksi ultrasonik pada suhu 40°C selama 30 menit. Hasil ekstrak dari pelarut metanol disaring menggunakan corong buchner

memisahkan filtrat dan residu. Filtrat pelarut ditampung pada erlenmeyer, kemudian dipisahkan dengan *rotary evaporator*. Hasil kemudian dihitung menggunakan rumus berikut setelah ekstrak yang dihasilkan ditimbang :

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak}}{\text{berat serbuk sampel}} \times 100\%$$

3.5.3 Analisis Kualitatif Fitokimia

Menambahkan reagen ke setiap tabung yang berisi ekstrak daun kelapa sawit dan kemudian memantau perubahan pada sampel merupakan proses penyaringan fitokimia.

Identifikasi Golongan Senyawa :

1. Identifikasi Flavonoid

Sebanyak 2 mL larutan ekstrak menambahkan sedikit bubuk magnesium dan 1 mL HCl (asam klorida) konsentrat di sepanjang sisi tabung reaksi. Munculnya warna magenta menunjukkan hasil tes positif (Shaikh & Patil, 2020).

2. Identifikasi Alkaloid

Ditambahkan 1 mL HCl 2 N, 6 mL air suling, dan 2 mL larutan ekstrak. Campuran dipanaskan selama dua menit, didinginkan, lalu disaring. Reagen *Mayer*, *Wagner*, dan *Dragendrof* digunakan untuk menguji filtrat untuk mengetahui adanya senyawa alkaloid. Dipartisi menjadi tiga tabung reaksi, masing-masing menerima 1 mL reagen setelah 4 mL filtrat ditambahkan. Satu tabung reagen per tabung ditambahkan. Endapan putih atau kuning yang dihasilkan dengan penambahan pereaksi *Mayer* menunjukkan adanya alkaloid. Jika muncul endapan coklat dengan penambahan reagen *Wagner*, terdeteksi adanya alkaloid. Endapan jingga terjadi ketika reagen *Dragendrof* diterapkan, yang meliputi alkaloid (Illing *et al.*, 2017).

3. Identifikasi Steroid

Prosedur tersebut melibatkan larutan sampel dengan kloroform, diikuti dengan penambahan asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat. Sampel mengalami perubahan warna menjadi hijau kebiruan yang artinya sampel mengandung senyawa steroid (Wahyuni & Karim, 2020).

4. Identifikasi Saponin

Setelah ditambahkan beberapa tetes HCl kuat, 2 mL larutan ekstrak lalu ditambah dengan air destilasi. Terciptanya busa yang persisten dalam waktu ± 15 menit menandakan pengujian berhasil (Illing *et al.*, 2017).

5. Identifikasi Tanin

Larutan FeCl_3 1% ditambahkan ke dalam 1 mL larutan ekstrak. Jika terjadi perubahan warna biru tua atau hitam kehijauan maka adanya senyawa tannin dalam sampel. (Lumowa *et.al* , 2018).

3.5.4 Penetapan Kadar Fenolik Total

Salah satu metodologi untuk menentukan konsentrasi keseluruhan senyawa fenolik dalam suatu sampel adalah teknik *Folin-Ciocalteu*. Senyawa fenol memiliki berbagai sifat biokimia, seperti berperan sebagai antioksidan, mencegah kanker, mengurangi mutasi, dan berpotensi memengaruhi ekspresi gen. Di dalam kelas senyawa fenol, fitokimia merupakan yang paling penting dan diperlukan dalam sebagian besar aktivitas antioksidan dalam tanaman dan produk turunannya. Dalam teknik ini, kita menggunakan FCR (*Folin-Ciocalteu Reagen*), juga dikenal sebagai teknik GAE (*Gallic Acid Equivalence*), yang merupakan uji kolorimetri *in vitro* untuk senyawa fenolik dan polifenolik yang terbuat dari *fosfotungstat* dan *fosfomolibdat* (Baliyan *et al.*, 2022).

3.5.4.1 Pembuatan Reagen

1. Pembuatan larutan induk asam galat (100 ppm)

Larutkan 10 mg asam galat dengan 5 mL metanol p.a dalam labu ukur 100 mL, campuran larutan tersebut ditambahkan dengan aqudest hingga tanda batas lalu dihomogenkan (Pramiastuti *et al.*, 2018).

2. Pembuatan larutan Na_2CO_3 7,5%

Sebanyak 80 mL aqudest dan 7,5gram Na_2CO_3 dicampur hingga bubuk Na_2CO_3 larut sempurna. Lalu biarkan selama sehari penuh atau 24 jam. Kemudian saring dan encerkan dengan 100 mL aqudest (Pramiastuti *et al.*, 2018).

3.5.4.2 Tahapan Penentuan Kadar Total Fenolik

1. Penentuan panjang gelombang maksimum

Larutan asam galat konsentrasi 300 μL ditambah 0,5 mL reagen *folin-ciocalteu* dimasukkan ke dalam labu ukur, kemudian digojog dan diamkan selama 3 menit. Ditambahkan 2 mL larutan Na_2CO_3 7,5%, dan ditambah aqudest sampai tanda batas digojog kembali dan di inkubasi pada suhu kamar selama 60 menit. Absorbansinya kemudian diukur antara panjang gelombang 600 dan 850 nm (Pramiastuti *et al.*, 2018).

2. Pembuatan kurva baku asam galat dengan reagen *folin-ciocalteu*

Larutan asam galat dengan konsentrasi berikut 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL setiap tabung diikuti dengan penambahan 0,5 mL reagen *folin-ciocalteu*. Setiap larutan mendapat 2 mL larutan Na_2CO_3 7,5%, ditambahkan aquadest sampai tanda batas dan inkubasi pada suhu kamar selama 60 menit. Semua larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang absorbansi

maksimum, kemudian dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam galat dengan nilai absorbansi (Pramiastuti *et al.*, 2018).

3. Penetapan kadar total fenolik

Sebanyak 50 mg ekstrak daun kelapa sawit dilarutkan dengan pelarut metanol sampai volume 50 mL. Lalu ambil dengan memipet 200 μ L larutan ekstrak lalu masukan kedalam labu ukur 10 mL, ditambah 0,5 mL reagen *folin-ciocalteau*, tambah 2 mL larutan Na_2CO_3 7,5%, dan di tambah aquadest sampai tanda batas lalu di inkubasi selama 60 menit. Absorbansi larutan ekstrak diukur dengan *spekrofotometer UV-Vis* pada panjang gelombang absorbansi maksimum. Dan lakukan pengukuran sebanyak 3 kali pengulangan (Pramiastuti *et al.*, 2018).

3.5.5 Penetapan Kadar Total Flavonoid

Analisis kuantitatif total flavonoid ekstrak daun kelapa sawit

1. Pembuatan larutan induk uji

Pembuatan larutan induk kuesertin, ditimbang sebanyak 10 mg larutan baku standar kuesertin dan dilarutkan dalam metanol p.a dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquadest sampai tanda batas. Selanjutnya membuat larutan induk AlCl_3 10% dengan menimbang 10gr AlCl_3 lalu di larutkan metanol p.a dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquadest sampai tanda batas.

Kemudian buatlah Asam asetat 12,5ml dalam labu ukur 250ml dan ditambahkan aquadest sampai tanda batas

2. Penentuan panjang gelombang maksimum kuesertin

Panjang gelombang maksimum untuk kuesertin ditentukan dengan menjalankan larutan kuesertin pada rentang panjang gelombang 400 - 450 nm. Panjang gelombang puncak ini kemudian digunakan untuk menilai serapan dari sampel ekstrak metanol daun kelapa sawit.

3. Pembuatan kurva baku standar kuersetin

Larutan kuesertin dengan konsentrasi berikut 15 ppm, 30 ppm, 45 ppm, 60 ppm, dan 75 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL setiap tabung diikuti dengan penambahan 1,5 mL AlCl_3 dan ditambahkan asam asetat sampai tanda batas lalu di inkubasi selama 15 menit pada ruang gelap. Semua larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang absorbansi maksimum, kemudian dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi kuarsetin dengan nilai absorbansi

4. Penetapan kadar flavonoid total ekstrak metanol daun kelapa sawit

Buatlah larutan baku sampel dengan menimbang sebanyak 50 mg ekstrak sampel dan dilarutkan dengan metanol p.a dalam labu ukur 50 mL dan dtambahkan aquadest sampai tanda batas. Siapkan 3 labu ukur 10 mL kemudian pipet 1,5 mL sampel , dan pipet 1,5 mL AlCl_3 dan ditambahkan asam asetat sampai tanda batas lalu di inkubasi selama 15 menit pada ruang gelap. Selanjutnya abbsorbansi ditentukan menggunakan *spektrofotometri uv-vis* pada panjang gelombang maksimum. Sampel dibuat dalam tiga kali pengulangan dan diperoleh nilai rata-rata absorbansinya

3.5.6 Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Dalam penelitian ini, DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) digunakan sebagai metode untuk menguji sifat antioksidan dari ekstrak daun kelapa sawit.

1. Pembuatan larutan stok DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) 0,4mM

Sebanyak 0,04 gram DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) ditimbang dengan seksama lalu masukan ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian ditambahkan metanol p.a sampai tanda batas. Lalu larutan

dihomogenkan. Labu ukur ditutup dengan kertas alumunium agar terhindar dari cahaya (Julizan *et al.*, 2019).

2. Pembuatan larutan blangko dan pengujian panjang gelombang maksimum DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Buatlah larutan blangko DPPH dari 1 ml larutan dpph stok kedalam tabung reaksi lalu dihomogenkan dan dilapisi kertas alumunium foil lalu di masukan kedalam ruangan gelap dan inkubasi selama 30 menit, lalu ukur absorbansinya dengan *spektrofotometer UV-Vis* pada panjang gelombang maksimum DPPH (Hartanto *et. al*, 2018).

3. Pembuatan larutan asam askorbat

Larutan induk asam askorbat 100 ppm dibuat dengan menimbang sebanyak 10 mg asam askorbat kemudian dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan metanol sampai tanda batas. Larutan dihomogenkan hingga terlarut sempurna. Selanjutnya dibuat beberapa seri konsentrasi larutan yaitu 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm dari larutan induk. Pipet 1 ml dari konsentrasi larutan tersebut kedalam masing-masing tabung reaksi, tambahkan 1 ml larutan DPPH 0,4 mM dan 2 ml metanol lalu dihomogenkan dan dilapisi kertas alumunium foil. Kemudian di masukan kedalam ruangan gelap dan inkubasi selama 30 menit (Julizan *et al.*, 2019).

4. Pembuatan larutan uji sampel

Larutan induk uji sampel 1000 ppm dibuat dengan ekstrak metanol daun kelapa sawit ditimbang sebanyak 100 mg kemudian dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan metanol sampai tanda batas. Kemudian larutan dihomogenkan. Lalu buat beberapa seri konsentrasi yaitu 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm. Pipet 1 ml dari konsentrasi larutan tersebut kedalam masing-masing tabung reaksi, tambahkan 1 ml larutan DPPH 0,4 mM dan 2 ml metanol lalu dihomogenkan dan dilapisi kertas alumunium foil.

Kemudian di masukan kedalam ruangan gelap dan inkubasi selama 30 menit (Julizan *et al.*, 2019).

5. Hitung persen hambatan atau % inhibisi

Absorbansi setiap larutan uji diukur menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* pada panjang gelombang maksimum DPPH. Setelah mendapatkan nilai absorbansi, persentase hambatan atau % inhibisi dihitung untuk setiap larutan dengan menggunakan rumus tertentu. Setelah nilai % aktivitas hambatan diperoleh, nilai IC₅₀ dicari (Hartanto & Sutriningsih, 2018).

Rumus berikut digunakan untuk menghitung persentase inhibisi aktivitas antioksidan :

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{(Ac - As)}{Ac} \times 100\%$$

Keterangan:

Ac : absorbansi kontrol / blanko;

As : absorbansi bahan uji / sampel (Baliyan *et al.*, 2022).

Sementara itu nilai IC₅₀ dihasilkan dari persamaan linear, $y = a + bx$, yang terbentuk dari data persentase inhibisi dari berbagai konsentrasi. Dalam persamaan tersebut, nilai x adalah konsentrasi zat yang diukur, sedangkan nilai y adalah nilai 50 yang menunjukkan 50% inhibisi yang diberikan dari sampel yang diuji (Pramiastuti *et al.*, 2018).

3.5.7 Aktivitas Antibakteri Dengan Uji Difusi Silinder

1. Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat yang diperlukan dibersihkan dengan benar sebelum dikeringkan di luar dan kemudian dibungkus dengan kertas yang tahan panas. Dalam *autoclave* yang diatur pada suhu 121°C selama 15 menit, peralatan yang akan digunakan disterilkan. Alkohol 70%

digunakan untuk mendisinfeksi peralatan yang tidak tahan panas. Pemanasan langsung dalam api bunsen hingga memijar menyala mensterilkannya (Klau *et al.*, 2021).

2. Pembuatan Media Peremajaan Bakteri

Tabung erlenmeyer berisi 23 gram nutrient agar diisi dengan 1 liter aquadest, dilarutkan, dan dipanaskan hingga mendidih sambil dihomogenisasi di atas hot plate. Ini mengisi cawan petri steril dengan media. Selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm, autoklaf media untuk mensterilkannya. Setelah media memadat dan dapat digunakan untuk menghidupkan kembali bakteri, media disimpan pada suhu kamar (Klau *et al.*, 2021).

3. Larutan Standard *Mc Farland*

Pencampuran 0,05 mL larutan BaCl₂ 1% dengan 9,95 mL larutan H₂SO₄ 1% menghasilkan baku kekeruhan sebesar 0,5 unit *Mc Farland* (Ariami, 2017).

4. Pembuatan Inokulum Standar

Inokulum standar, yaitu stok bakteri sebesar 10⁸ CFU/mL, yang setara dengan standar 0,5 *McFarland*, ditetapkan untuk stok bakteri ini, menggunakan pengukuran *spektrofotometri UV-Vis*. Hingga berkembang, koloni diinkubasi setiap 24 jam sekali. Kemudian ambil kurang lebih 3-5 koloni dengan kawat ose, masukan ke dalam 4-5 mL MHB. Biarkan pada suhu 37°C selama 2 hingga 6 jam. Ini dikumpulkan dan dianalisis dalam spektrometri satu kali setiap jam sampai serapannya konstan atau sesuai dengan serapan inokulum referensi (Rostinawati *et al.*, 2018).

5. Pembuatan Suspensi Bakteri

Suspensi bakteri didapatkan dengan mencampur masing-masing beberapa koloni bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang sudah dibiakkan dengan NaCl 0,9% sampai didapatkan kekeruhan yang sama dengan kekeruhan larutan

standar *McFarland* 0,5. Apabila sudah didapatkan kekeruhan yang sama, maka menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi suspensi bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* adalah $1,5 \times 10^8$ CFU/mL (Klau *et al.*, 2021).

6. Pembuatan Larutan Uji

Pada penelitian ini ekstrak daun kelapa sawit dilarutkan dalam *dimetilsulfoksida* (DMSO) 5% dengan berbagai konsentrasi. Ekstrak daun kelapa sawit dengan konsentrasi 1,25 mg/mL dibuat dengan melarutkan 1,25 mg ekstrak dalam 1 mL DMSO 5%, ekstrak daun kelapa sawit konsentrasi 1,5 mg/mL dibuat dengan melarutkan 1,5 mg ekstrak dalam 1 mL DMSO 5%, ekstrak daun kelapa sawit konsentrasi 1,75 mg/mL dibuat dengan melarutkan 1,75 mg ekstrak dalam 1 mL DMSO 5%, dan ekstrak daun kelapa sawit konsentrasi 2 mg/mL dibuat dengan melarutkan 2 mg ekstrak dalam 1 mL DMSO 5%. Kontrol positif adalah *amoxicillin* 2 mg/mL dan kontrol negatif adalah pelarut DMSO 5% .

7. Uji Diameter Zona Hambat

Dengan menggunakan metode difusi silinder, kemampuan ekstrak daun kelapa sawit dalam menghambat *S. aureus* dan *E. coli* dinilai. Tahapannya termasuk menambahkan 100 μ L suspensi bakteri secara aseptik ke permukaan media NA dalam cawan petri dan meratakannya dengan *glass spreader*. Selanjutnya, rendam kertas cakram dalam ekstrak daun kelapa sawit (1,25 mg/mL; 1,5 mg/mL; 1,75 mg/mL; 2 mg/mL), amoxicillin 2 mg/mL sebagai kontrol positif, dan DMSO 5% pelarut sebagai kontrol negatif selama 15 menit. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode silinder, dengan cara meletakkan silinder yang terbuat dari aluminium di atas media agar yang telah diinokulasi bakteri. Tiap silinder ditempatkan sedemikian rupa sehingga berdiri di atas media agar, kemudian silinder diisi dengan larutan yang akan diuji dan diinkubasi selama 24 jam dan terlihat

adanya zona bening disekitar silinder. Zona bening tersebut kemudian diukur diameternya menggunakan jangka sorong (Tenda *et al.*, 2017).

Tiga kali uji antimikroba ini dilakukan. Aktivitas zona penghambatan antimikroba terbagi dalam empat jenis : lemah (<5 mm), sedang (5 – 10 mm), kuat (>10 - 20 mm), sangat kuat (>20- 30 mm). Aktivitas daya hambat antimikroba dinyatakan berdasarkan zona bening yang dihasilkan. Diameter zona hambat pertumbuhan bakteri diukur dalam satuan mm (Datta *et al.*, 2019).

3.6 Variabel Penelitian

3.6.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*).

3.6.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mengetahui apa saja metabolit sekunder pada daun kelapa sawit, serta kandungan total fenolik, kadar total flavonoid dan kandungan aktivitas antioksidan yang diukur menggunakan parameter nilai IC₅₀ (semakin rendah nilai IC₅₀ maka aktivitas antioksidan semakin tinggi). Sebagai metrik untuk menilai adanya penghambatan pertumbuhan bakteri (*Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*), diameter zona hambat senyawa uji ditentukan oleh adanya area bening di sekitar senyawa uji yang ada di dalam media agar.

3.7 Analisis Data

Pada penelitian ini, analisis data digunakan untuk mengetahui kadar total fenolik, kadar total flavonoid, aktivitas antioksidan, dan aktivitas antibakteri ekstrak daun kelapa sawit menggunakan metode *ultrasound assisted extraction*.

Analisis datanya sebagai berikut yaitu :

1. Pengukuran total fenolik

Analisa penetapan kadar total fenolik yang terkandung dalam suatu sampel dengan metode *folin ciocalteu* dan *spektrofotometri UV-Vis*.

2. Pengukuran total flavonoid

Analisa kadar total flavonoid dengan menghitung total flavonoid yang terkandung dalam sampel. Metode yang digunakan adalah kolorimetri dan spektrofotometri UV-Vis.

3. Uji aktivitas antioksidan

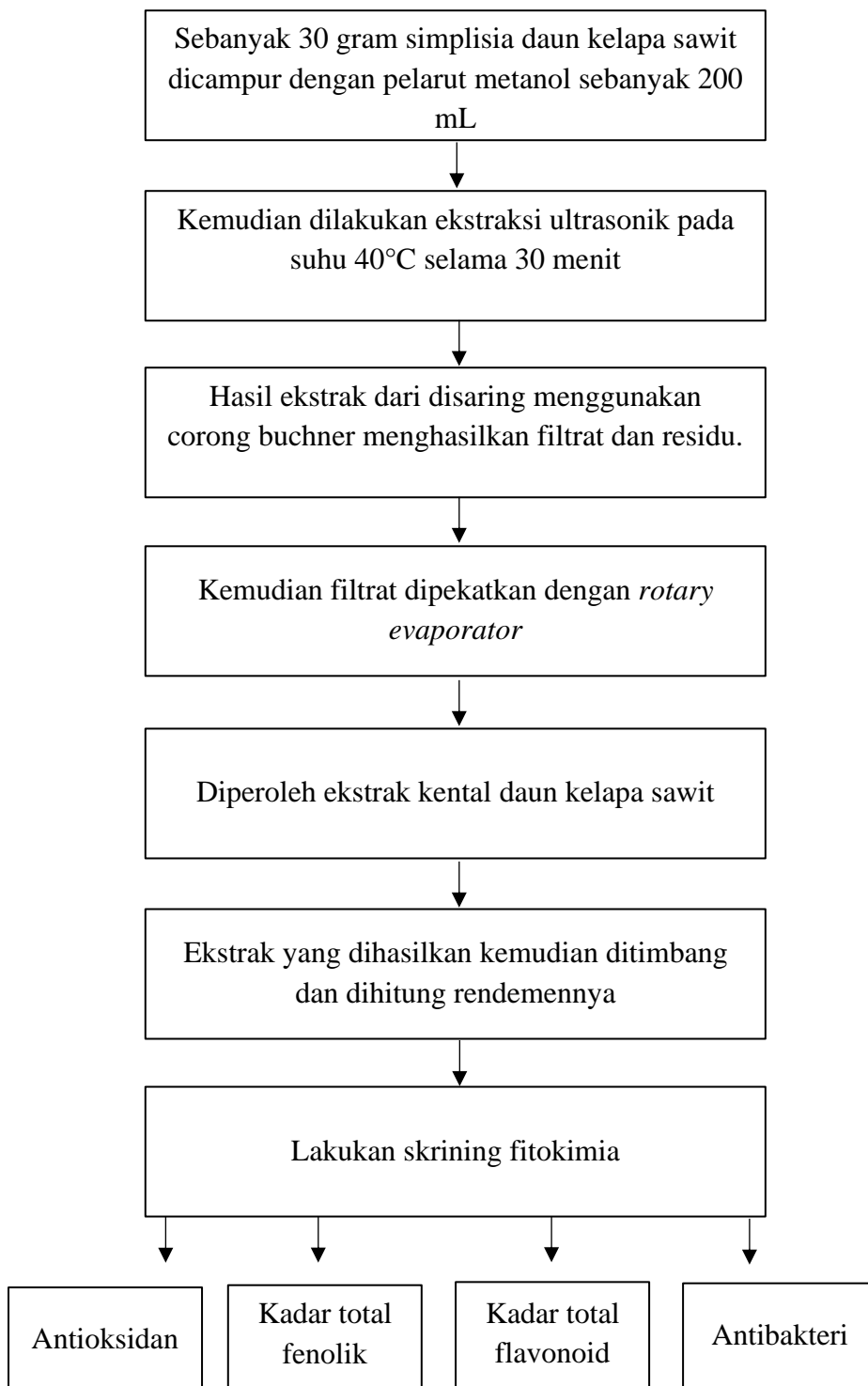
Hasil penghitungan dalam eksperimen pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) menghasilkan persentase inhibisi, yang kemudian digunakan untuk membentuk kurva konsentrasi terhadap persentase inhibisi. Dari kurva ini, dilakukan perhitungan persamaan regresi $y = a + bx$. Nilai IC_{50} digunakan untuk menentukan konsentrasi ekstrak metanol daun kelapa sawit yang diperlukan untuk menangkap 50% dari radikal DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*).

4. Uji aktivitas antibakteri

Uji statistik yang digunakan mencakup uji *One Way ANOVA* (untuk data yang terdistribusi normal) dan uji alternatifnya, yaitu uji Kruskal-Wallis (untuk data yang tidak terdistribusi normal). Nilai P kurang dari 0,05 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara variabel independen dan variabel dependen, dan sebaliknya.

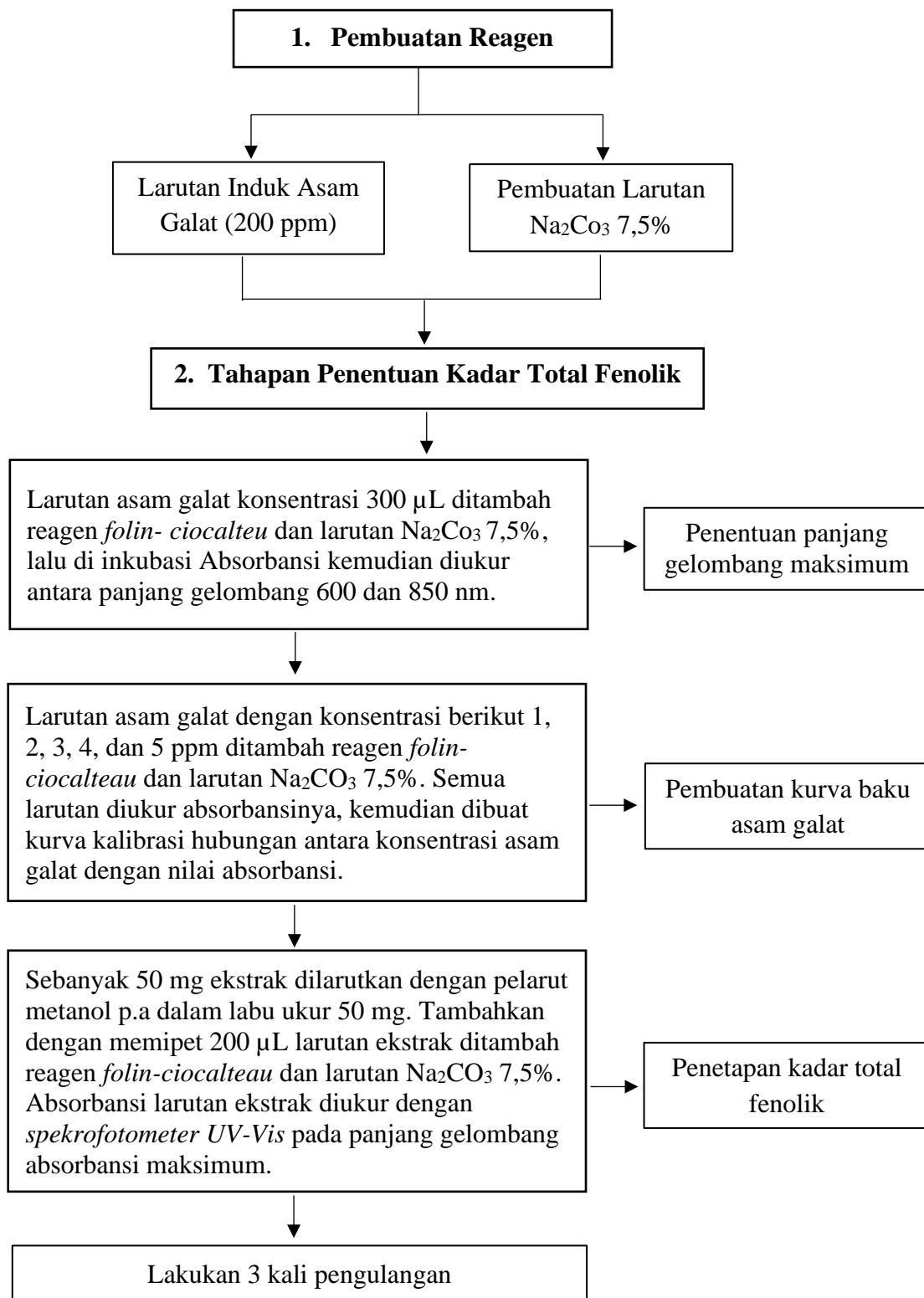
3.8 Diagram Alur Penelitian

3.8.1 Pembuatan Ekstrak Menggunakan Metode *Ultrasound Assisted Extraction*



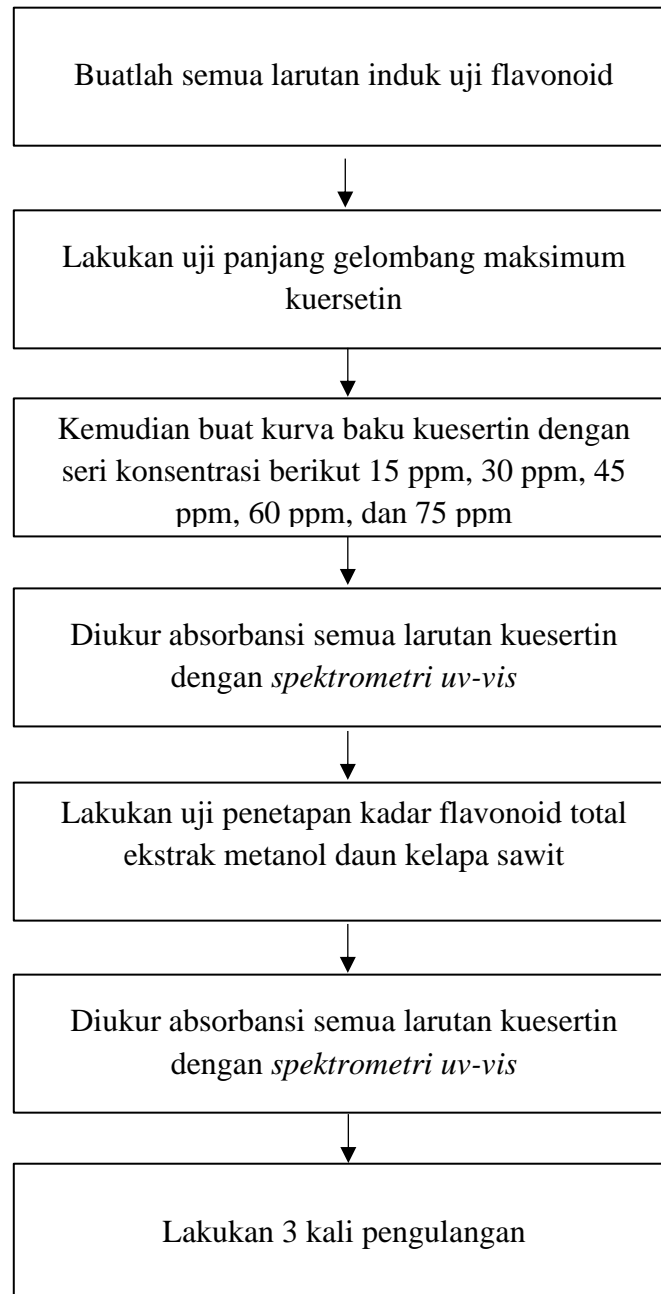
Gambar 13 Bagan Pembuatan Ekstraksi

3.8.2 Pengukuran Total Fenolik



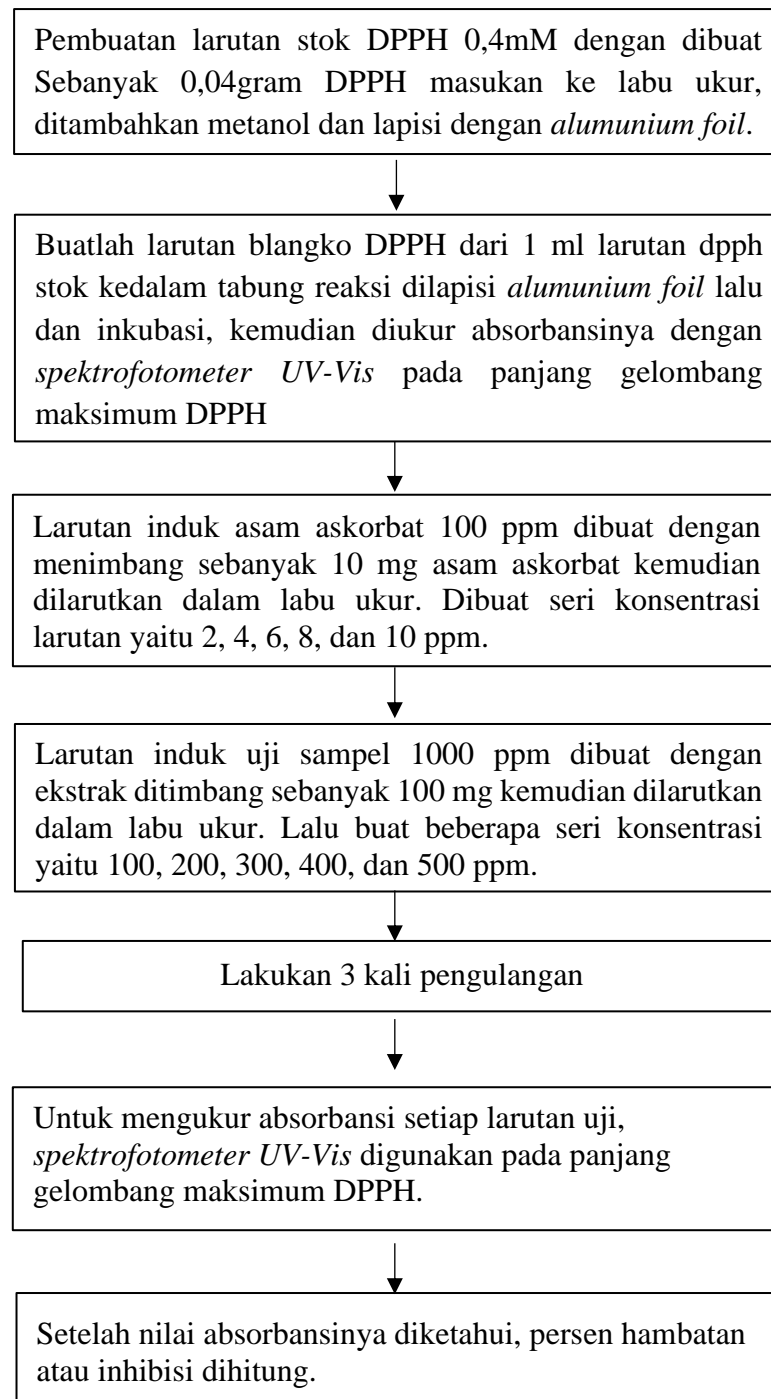
Gambar 14 Bagan Pengukuran Total Fenolik

3.8.3 Pengukuran Total Flavonoid



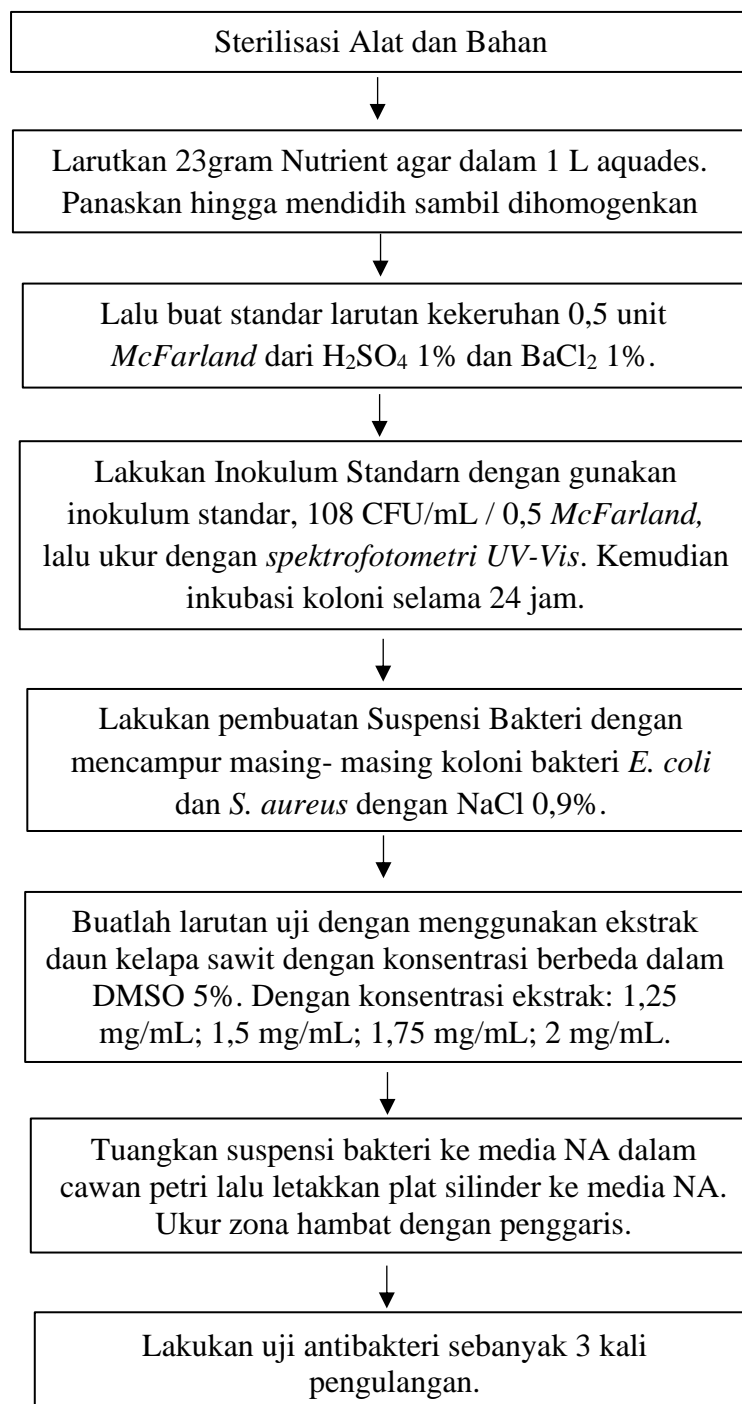
Gambar 15 Bagan Penetapan Kadar Total Flavonoid

3.8.4 Pengukuran Aktivitas Antioksidan



Gambar 16 Bagan Pengukuran Aktivitas Antioksidan

3.8.5 Pengujian Aktivitas Antibakteri



Gambar 17 Bagan Uji Antibakteri

3.9 Etika Penelitian

Etika penelitian merujuk pada tingkah laku atau perlakuan yang ditunjukkan oleh peneliti terhadap subjek yang ditelitinya. Penelitian ini telah di setujui secara etis oleh Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung sebagai institusi tempat penelitian dengan No.253/UN26.18/PP.05.02.00/2024. Surat keterangan persetujuan etik ini terlampir dalam **Lampiran 1**.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penentuan kadar total fenolik, penentuan kadar total flavonoid, uji aktivitas antioksidan, dan uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) dengan metode *ultrasound assisted extraction* diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Ekstrak daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) dengan metode *ultrasound assisted extraction* menggunakan pelarut metanol memiliki persentase rendemen sebesar 4,79 %.
2. Ekstrak daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) dengan metode *ultrasound assisted extraction* menggunakan pelarut metanol mengandung senyawa metabolit sekunder seperti saponin, alkaloid, flavonoid, steroid, dan tanin.
3. Kadar total fenolik ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) sebesar 105,89 mg GAE/g.
4. Kadar total flavonoid ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) sebesar 211,05 mg QE/g.
5. Nilai aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) dinyatakan sebagai IC₅₀ sebesar 187,14 ppm.
6. Ekstrak daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*) dengan metode *ultrasound assisted extraction* menggunakan pelarut metanol dengan konsentrasi 1,25 mg/mL; 1,5 mg/mL; 1,75 mg/mL; 2 mg/mL belum memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian tambahan atau lebih lanjut untuk menguji kandungan total fenolik dan total flavonoid, serta menguji aktivitas antioksidan dan antibakteri dari ekstrak metanol daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis folia Jacq*). Penelitian ini disarankan untuk meningkatkan seri konsentrasi antibakteri dari penelitian ini guna memastikan pencapaian hasil yang optimal dan menghasilkan ekstrak sampel yang lebih banyak, serta mempertimbangkan kemungkinan fraksinasi agar hasil yang diperoleh dapat dioptimalkan secara lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., Chong, K., & Ng, S. (2014). Phytochemical Constituents From Leaves of *Elaies Guineensis* and Their Antioxidants and Antimicrobial Activities. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(1), 137-140.
- Adamczyk, A. B., Kuropatnicki, M. A. K., & Adamczyk, A. B. (2018). A Comparative Study of Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Different Types of Honey. *Molecules*.
- Al Alim, M. K., Purwanta, M., & Setiawati, Y. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Lamtoro (*Leucaena Leucocephala*) Terhadap *Staphylococcus Aureus* dengan Metode Dilusi. *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(2), 281–288. <https://doi.org/10.36418/cerdika.v2i2.345>
- Ammar, A., et al. (2018). Relationship between Phenolic Compounds, Flavonoids, Anthocyanins Content and Antioxidant Activity of Colored Wheat Genotypes. *Food Chemistry*, 239, 1064-1070.
- Aminah, A., Tomayahu, N., & Abidin, Z. (2017). Penetapan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 226–230. <https://doi.org/10.33096/jffi.v4i2.265>
- Andriani, D., & Murtisiwi, L. (2018). Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Dengan Spektrofotometri Uv Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1), 32–38. <https://doi.org/10.31596/cjp.v2i1.15>
- Ariami, P. (2017). Efektifitas Teh Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L)

Sebagai Antimikroba Terhadap Pertumbuhan Bakteri Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 3(6), 3–8.

Arsa, A. K., & Achmad, Z. (2020). Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Rimpang Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa* Roxb) Dengan Pelarut Etanol Dan N-Heksana. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 13(1), 83–94.

Aryanti, R. (2021). Telaah Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan Pada Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze).

Asrori, M. R., Sutrisno, S., & Wijaya, W. (2020). Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya 2020 Sinergi Kimia dan Pendidikan Kimia untuk Menyiapkan Generasi di Era Disruptif Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya, July 2021, 179–196.

Azwanida, N. (2015). A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 04(03), 3–8. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>

Baliyan, S., Mukherjee, R., Priyadarshini, A., Vibhuti, A., Gupta, A., Pandey, R. P., & Chang, C. M. (2022). Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of *Ficus religiosa*. *Molecules*, 27(4). <https://doi.org/10.3390/molecules27041326>

Datta, F. U., Daki, A. N., Benu, I., Detha, A. I. R., Foeh, N. D. F. K., & Ndaong, N. A. (2019). Uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat cairan rumen terhadap pertumbuhan *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode difusi sumur agar. *E-Journal Undana*, 66–85.

Departemen Indonesia. (2017). Farmakope Herbal Indonesia II. In Kementerian Kesehatan RI. <https://doi.org/10.2307/jj.2430657.12>

Dhurhania, C. E., & Novianto, A. (2019). Uji Kandungan Fenolik Total dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Bentuk Sediaan

- Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 62. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v5i22018.62-68>
- Diniyah, N., & Lee, S. H. (2020). Komposisi Senyawa Fenol dan Potensi Antioksidan dari Kacang-Kacangan: Review Phenolic Composition and Antioxidant Potential of Legumes-A Review. *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), 91102.
- Fatimah, S., Nadifah, F., & Burhanudin, I. (2016). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(1), 102–106. <https://doi.org/10.24252/bio.v4i2.2515>
- Febrina, D., Febriyanti, R., Zam, S. I., Handoko, J., Fatah, A., & Juliantoni, J. (2018). Antibacterial activity testing and ethanol extract characterization of oil palm fronds (*Elaeis guineensis* Jacq). *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(9), 427–433. <https://doi.org/10.3923/pjn.2018.427.433>
- Gultom, D. K., Saraswati, I., & Sasikirana, W. (2021). Determination of Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Ethyl Acetate Fraction Extract Ethanolic Red Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L). *Journal of Research in Pharmacy*, 1(2), 2774–9967.
- Gultom, E. D. (2020). Uji Efektivitas Gel Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Bangun-Bangun (*Coleus amboinicus* L.) Dan Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guieensis* Jacq) Sebagai Obat Luka Bakar Tahun 2020. *Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal*, 3(1), 62–68. <https://doi.org/10.36656/jpfh.v3i1.320>
- Hanin, N. N. F., & Pratiwi, R. (2017). Kandungan Fenolik, Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Paku Laut (*Acrostichum aureum* L.) Fertil dan Steril di Kawasan Mangrove Kulon Progo, Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 2(2), 51. <https://doi.org/10.22146/jtbb.29819>
- Harmileni, Saragih, G., Hidayani, T. R., & Mirnandaulia, M. (2023). Aktivitas antibakteri bakteri endofit daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) terhadap

Escherichia coli dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Prima Medika Sains*, 5(1), 42–47. <https://doi.org/10.34012/jpms.v5i1.3755>

Hartanto, H., & Sutriningsih. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr) Serta Uji Stabilitas Pengaruh Konsentrasi Emulgator Asam Sterarat Dan Trietanolamin Terhadap Formulasi Krim Antioxidant Activities Test With DPPH Method Katuk . *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 3(1), 2502–8421.

Haryati, S., Hamzah, F., & Restuhadi, F. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.). Riau University.

Hidayah, N., Hisan, A. K., Solikin, A., Irawati, I., & Mustikaningtyas, D. (2016). Uji Efektivitas Ekstrak *Sargassum muticum* Sebagai Alternatif Obat Bisul Akibat Aktivitas *Staphylococcus aureus*. *Journal of Creativity Student*, 1(2). <https://doi.org/10.15294/jcs.v1i2.7794>

Hidayah, N., Mustikaningtyas, D., & Bintari, S. H. (2017). Aktivitas Antibakteri Infusa Simplisia *Sargassum muticum* terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Life Science*, 6(2).

Idawati, Patimah, R., Ahdyani, R., Pratiwi, Y., & Lestari, I. (2023). Potensi Antioksidan Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jack .) Dengan Metode DPPH (1 , 1-diphenyl-2- picrylhydrazyl). 6(1), 73–80.

Illing, I., Safitri, W., & Erfiana. (2017). Uji Fitokimia Ekstrak Buah Degen. *Jurnal Dinamika*, 8(1), 66–84.

Jafar, W., Masriany, & Sukmawaty, E. (2020). Uji Fitokimia Ekstrak etanol Bunga Pohon Hujan (*Spathodea campanulata*) secara In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 2019, 328–334.

Jamloki, A., Bhattacharyya, M., Nautiyal, M. C., & Patni, B. (2021). Elucidating the relevance of high temperature and elevated CO₂ in plant secondary metabolites (PSMs) production. *Heliyon*, 7(8), e07709.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07709>

- Julianto, T. S. (2019). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining fitokimia. In Jakarta penerbit buku kedokteran EGC (Vol. 53, Issue 9).
- Julizan, N., Maemunah, S., Dwiyanti, D., & Anshori, J. Al. (2019). Validasi Penentuan Aktifitas Antioksidan Dengan Metode Dpph. *Kandaga– Media Publikasi Ilmiah Jabatan Fungsional Tenaga Kependidikan*, 1(1). <https://doi.org/10.24198/kandaga.v1i1.21473>
- Kambey, B. J. M., Sudewi, S., & Jayanto, I. (2019). Analisis Korelasi antara Kandungan Fenol Total dengan Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi *Abelmoschus manihot* L. terhadap *Escherichia coli*. *PHARMACON – Program Studi Farmasi, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi*, 8(2), 472.
- Kapitan, L. A. V. (2017). Aktivitas Antimikroba Ekstrak Laos Putih (*Alpinia Galangas*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Dan *Salmonella* Sp. *Jurnal Info Kesehatan*, 15(1), 14–20. <https://doi.org/10.31965/infokes.vol15.iss1.124>
- Katrin, D., Idiawati, N., & Sitorus, B. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Daun Malek (*Litsea graciae* Vidal) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. 4(1).
- Khairunnida, G. R., Rusmini, H., Maharyuni, E., & Warganegara, E. (2020). Identifikasi *Escherichia coli* Penyebab Waterborne Disease pada Air Mimun Kemasan dan Air Mimunm Isi Ulang. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 12(2), 634–639. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i2.370>
- Khakim, L., & Rini, C. (2018). Identifikasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. Pada Air Kolam Renang Candi Pari. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science Atau Tecnology)*, 1(2), 84–93. <https://medicra.umsida.ac.id/index.php>
- Khoirunnisa, I., & Sumiwi, S. A. (2019). Review Artikel: Peran Flavonoid Pada Berbagai Aktifitas Farmakologi. *Farmaka*, 17(2), 131–142. <https://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/view/21922>

- Klau, M. H. C., & Hesturini, R. J. (2021). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Dandang Gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm F) Lindau) Terhadap Daya Analgetik Dan Gambaran Makroskopis Lambung Mencit. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 4(1), 6–12. <https://doi.org/10.52216/jfsi.v4i1.59>
- Kresnawaty, I., Permatasari, G. W., Kresnawaty, I., Permatasari, G. W., & Santoso, D. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Dan Biotransformasi Ekstrak Etanol Dan Heksana Daun Kelapa Sawit Untuk Suplemen Kesehatan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 33(3), 207–215. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2023.33.3.207>
- Kurniawati, I. F., & Sutoyo, S. (2021). Review Artikel: Potensi Bunga Tanaman Sukun (*Artocarpus Altilis* [Park. I] Fosberg) Sebagai Bahan Antioksidan Alami. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p1-11>
- Lestari, L., Ata, P. F., Yulianti, A. D., Hasan, H., Cahyo, R. N., Rahman, Z. A., Rahmadani, A., & Erika, F. (2023). Penentuan Kadar Fenolik Dan Flavonoid Total Pada Buah Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Lantanida Journal*, 11(2), 158. <https://doi.org/10.22373/lj.v11i2.19676>
- Lumowa, S. V. T., & Bardin, S. (2018). Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*L.) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1(9), 465–469. <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i9.87>
- Mahmood, N., Nazir, R., Khan, M., Khaliq, A., Adnan, M., Ullah, M., & Yang, H. (2019). Antibacterial activities, phytochemical screening and metal analysis of medicinal plants: Traditional recipes used against diarrhea. *Antibiotics*, 8(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040194>
- Malelak, M. C. C., Wuri, D. A., & Tangkonda, E. (2015). Tingkat Cemaran *Staphylococcus aureus* Pada Ikan Asin Di Pasar Tradisional Kota Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner*, 3(2), 147–163.

- Mayasari, U., & Laoli, M. T. (2018). Karakterisasi Simplisia Dan Skrining Fitokimia Daun Jeruk Lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.f.). *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi Dan Terapan*, 2(1), 7. <https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v2i1.1802>
- Mukhriani. (2014). Mukhtarini, “Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif,” *J. Kesehat.*, vol. VII, no. 2, p. 361, 2014. *J. Kesehat.*, VII(2), 361. <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
- Mukhriani, M., Rusdi, M., Arsul, M. I., Sugiarna, R., & Farhan, N. (2019). Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Anggur (*Vitis vinifera* L.). *Ad-Dawaa’ Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(2). <https://doi.org/10.24252/djps.v2i2.11503>
- Ngibad, K. (2023). Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolik, Dan Kadar Flavonoid Total Daun Jati Cina (*Senna alexandrina*). *Lantanida Journal*, 11(1), 24. <https://doi.org/10.22373/lj.v11i1.17426>
- Novriyanti, R., Putri, N. E. K., & Rijai, L. (2022). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Menggunakan Metode DPPH. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 15, 165–170. <https://doi.org/10.25026/mpc.v15i1.637>
- Nurkhasanah, M. A., Si, A., Mochammad, S., Bachri, S., Si, M., Si, D. S., & Yuliani, M. P. (2023). Antioksidan dan Stres Oksidatif.
- Octariani, S., Mayasari, D., & Ramadhan, A. M. (2021). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, April 2021, 135–138. <http://prosiding.farmasi.unmul.ac.id/index.php/mpc/article/view/416/399>
- Ong, C. S., Chan, W. L., Lee, H. Y., Yap, W. H., & Tan, S. P. (2019). Evaluation of Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content, and Antioxidant Activity of Extracts of Kaffir Lime Peel, *Citrus hystrix*. *Natural Product Communications*, 14(6).
- Pelealu, E., Wewengkang, D. S., & Abdullah, S. S. (2021). Uji Aktivitas

Antibakteri Ekstrak Dan Fraksi Spons *Leucetta chagosensis* Dari Perairan Pulau Mantehage Sulawesi Utara Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *Pharmakon*, 10(2), 834. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34032>

Permana, E., Desriyanti, R., Marlinda, L., Murti, S. S., Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia, P., Pengkajian dan Penerapan Teknologi, B., Puspiptek, K., & Selatan, T. (2021). Sintesis Metanol dari Hidrogenasi Karbon Monoksida dengan Katalis Cu/ZnO/Al₂O₃. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 13(2). <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.13.2.217-226>

Pramiastuti, O., Zen, D. A., & Prastiyo, B. A. (2018). Penetapan Kadar Total Fenolik Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 96% Daun Kecombrang (*Etlingera elatior*) Dengan Metode 2,2-Difenil-1- Pikrilhidazil (DPPH). *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 1(2), 42–55. <http://journal.akfarnusaputera.ac.id/%0APenetapan>

Ramdani, D., majuki, marjuki, & Chuzaemi, S. (2017). Pengaruh perbedaan jenis pelarut dalam proses ekstraksi buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) pada pakan terhadap viabilitas protozoa dan produksi gas in-vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(2), 54–62. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2017.027.02.07>

Rizali, A., Fachrianto, F., Ansari, M. H., & Wahdi, A. (2018). Pemanfaatan Limbah Pelepah Dan Daun Kelapa Sawit Melalui Fermentasi *Trichoderma* sp. Sebagai Pakan Sapi Potong. *EnviroScienteeae*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.20527/es.v14i1.4886>

Rollando, 2019. *Senyawa Antibakteri Dari Fungsi Endofit*. Malang: CV. Seribu Bintang

Sampepana, E., Apriadi, R., Rahmadi, A., Riset dan Standardisasi Industri Samarinda, B., & Kunci, K. (2020). Kandungan Fenolik, Flavonoid, Tanin dan Aktivitas Antioksidan Produk UKM Teh Tiwai di Kabupaten Kutai Kartanegara Secara Spektrofotometer Uv-Vis. *Prosiding Seminar Nasional*

Pengabdian Kepada Masyarakat, 2020, 119–130.
<http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm>

Sari, A. K., & Ayuchecaria, N. (2017). Penetapan Kadar Fenolik Total dan Flavonoid Total Ekstrak Beras Hitam (*Oryza Sativa L*) dari Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 2(2), 327–335.

Sari, Z. A. A., & Febriawan, R. (2021). Perbedaan Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode Well Diffusion dan Kirby bauer terhadap Pertumbuhan Bakteri. *Jurnal Medika Utama*, 2(4), 1156–1162.

Seko, M., Sabuna, A. C., & Ngginak, J. (2021). Ekstrak Etanol Daun Ajeran Sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Biosains*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.24114/jbio.v7i1.22671>

Senduk, T. W., Montolalu, L. A. D. Y., & Dotulong, V. (2020). Rendemen Ekstrak Air Rebusan Daun Tua Mangrove *Sonneratia alba* (The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9.

Septian Then, M., Wahyuni Febriana, D., & Nora, A. (2022). Spin Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode Dpph Dan Identifikasi Golongan Metabolit Sekunder Pada Daging Ubi Jalar Dari Berbagai Daerah Di Indonesia. *Spin*, 4(2), 185–196. <https://doi.org/10.20414/spin.v4i2.5734>

Septiani, N. K. A., Parwata, I. M. O. A., & Putra, A. A. B. (2018). Penentuan Kadar Total Fenol, Kadar Total Flavonoid Dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 12(1), 78–89.

Shaikh, J. R., & Patil, M. (2020). Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 603–608. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2i.8834>

Sihombing, P. A. L., & Ernah, E. (2018). Kajian Sosial Lingkungan Perkebunan

Kelapa Sawit Berkelanjutan Berdasarkan Ispo Di Ptpn Viii Tambaksari Subang Jawa Barat. *Agricore: Jurnal Agribisnis Dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*, 3(2), 481–490. <https://doi.org/10.24198/agricore.v3i2.20665>

Smith, A. B., & Jones, C. D. (2018). Factors Influencing the Lack of Inhibition Zone from Plant Extracts against Bacterial Growth. *International Journal of Microbiology Research*, 35(2), 123-135.

Sudarwati, T. P. L., & Fernanda, M. A. H. F. (2019). Aplikasi Pemanfaatan Daun Pepaya (*Carica papaya*) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva *Aedes aegypti* (N. R. Hariyati (ed.)). Graniti.

Suhendar, U., Utami, N. F., Sutanto, D., & Nurdayanty, S. M. (2020). Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi Pada Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Iler (*Plectranthus scutellarioides*). *FITOFARMAKA: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(1), 76–83. <https://doi.org/10.33751/jf.v10i1.2069>

Susila Ningsih, I., Chatri, M., & Advinda, L. (2023). Flavonoid Active Compounds Found In Plants Senyawa Aktif Flavonoid yang Terdapat Pada Tumbuhan. *Serambi Biologi*, 8(2), 126–132.

Tajik, N., Tajik, M., Mack I., & Enke, D. (2017). Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content, and Antioxidant Activity of *Marrubium vulgare* L. Methanolic Extract. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, 22(3), 456-465.

Tenda, P. E., Lenggu, M. Y., & Ngale, M. S. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Pohon Faloak (*Sterculia* sp.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Info Kesehatan*, 15(1), 227–239.

Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Gabriel, J. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L). 1–7.

Tukiran, Miranti, M. G., Dianawati, I., & Sabila, F. I. (2020). Aktivitas Antioksidan

- Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Dan Buah Bit (*Beta vulgaris* L.) Sebagai Bahan Tambahan Minuman Suplemen. *Jurnal Kimia Riset*, 5(2), 113. <https://doi.org/10.20473/jkr.v5i2.22518>
- Wahyuni, & Karim, S. F. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kacapiring (*Gardenia jasminoides* Ellis) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 2(4), 399–404.
- Wahyuni R, Guswandi, H. R. (2014). Pengaruh Cara Pengeringan Dengan Oven, Kering Angin dan Cahaya Matahari Langsung Terhadap Mutu Simplisia Herba Sambiloto. *Fakultas Farmasi Universitas Andalas (UNAND) Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFARM) Padang*, 6(2), 126–133.
- Widians, J. A., & Rizkyani, F. N. (2020). Identifikasi Hama Kelapa Sawit menggunakan Metode Certainty Factor. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(1), 58–63. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i1.526.58-63>
- Wulansari, A. N. (2018). Alternatif Cantigi Ungu (*Vaccinium Varingiaefolium*) Sebagai Antioksidan Alami : Review. *Farmaka*, 16(2), 419–429.
- Zain, M. S. C., Lee, S. Y., Teo, C. Y., & Shaari, K. (2020). Adsorption and Desorption Properties of Total Flavonoids from Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Mature Leaf on Macroporous Adsorption Resins. *Molecules*, 25(4). <https://doi.org/10.3390/molecules25040778>
- Zumaro, M., Rija'i, H. R., Narsa, A. C., Sulistiarini, R., & Helmi, H. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 14, 125–128. <https://doi.org/10.25026/mpc.v14i1.566>
- Zuraida, Z., Sulistiyani, S., Sajuthi, D., & Suparto, I. H. (2017). Fenol, Flavonoid, Dan Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Kulit Batang Pulai (*Alstonia scholaris* R.Br). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(3), 211–219. <https://doi.org/10.20886/jphh.2017.35.3.211-219>