

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan salah satu komoditas hayati endemik Indonesia yang memiliki nilai strategis, baik sebagai sumber pangan alternatif maupun sebagai bahan baku berbagai sektor industri. Potensi tersebut terutama tercermin pada daerah-daerah sentra produksi sagu, salah satunya Kabupaten Kepulauan Meranti yang dikenal sebagai kawasan penghasil sagu terbesar di Indonesia. Berdasarkan proyeksi produksi, wilayah ini diperkirakan mampu menghasilkan hampir 3,92 juta ton beras sagu pada tahun 2040. Selain menghasilkan pati sebagai produk utama, proses pengolahan sagu juga menghasilkan limbah berupa batang dan ampas dalam jumlah yang melimpah. Meskipun selama ini limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal, berbagai kajian menunjukkan bahwa residu pengolahan sagu berpotensi diolah menjadi produk bernilai tambah, seperti pakan ternak, pupuk organik, serta sumber energi terbarukan. Optimalisasi pemanfaatan limbah tersebut sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan karena mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya sekaligus meminimalkan dampak lingkungan. Namun demikian, pengembangan komoditas sagu masih dihadapkan pada berbagai kendala, antara lain rendahnya diversifikasi produk, keterbatasan inovasi teknologi pengolahan, serta akses pasar yang belum berkembang secara optimal. Oleh sebab itu, diperlukan penguatan riset dan inovasi teknologi guna meningkatkan nilai ekonomi sekaligus keberlanjutan pemanfaatan tanaman sagu beserta produk sampingnya (Siswati *et al.*, 2023).

Perkembangan konsep ekonomi sirkular telah mendorong perubahan paradigma dalam pemanfaatan limbah pertanian, termasuk limbah batang dan ampas sagu. Material yang sebelumnya dipandang sebagai residu produksi kini mulai diidentifikasi sebagai sumber biomassa yang memiliki potensi ekonomi tinggi. Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa limbah sagu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak, pupuk organik, bioetanol, maupun bio-briket. Lebih lanjut, sejumlah penelitian mutakhir melaporkan bahwa limbah batang sagu juga mengandung berbagai metabolit sekunder, seperti flavonoid, tanin, senyawa fenolik, alkaloid, dan saponin. Keberadaan senyawa-senyawa bioaktif tersebut memberikan prospek yang luas karena diketahui memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, bahkan antikanker. Dengan demikian, limbah batang sagu tidak hanya berpotensi meningkatkan nilai tambah komoditas sagu, tetapi juga berpeluang menjadi sumber bahan baku alami bagi industri kesehatan, pangan fungsional, dan farmasi (Haruna & Alang, 2022).

Pemanfaatan metabolit sekunder yang berasal dari tumbuhan semakin mendapat perhatian dalam bidang kesehatan karena aktivitas biologisnya yang beragam, terutama sebagai antioksidan alami. Antioksidan berperan dalam menghambat atau menetralkan radikal bebas, yaitu molekul reaktif yang terbentuk baik melalui proses metabolisme normal maupun akibat paparan faktor eksternal, seperti radiasi ultraviolet, polusi, stres, serta pola konsumsi yang kurang sehat. Akumulasi radikal bebas yang tidak diimbangi oleh sistem pertahanan antioksidan tubuh akan memicu terjadinya stres oksidatif, suatu kondisi yang berkontribusi terhadap perkembangan berbagai penyakit

degeneratif, termasuk kanker, diabetes melitus, penyakit kardiovaskular, hingga gangguan neurodegeneratif. Oleh karena itu, eksplorasi sumber antioksidan alami menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian farmasi, kesehatan, maupun bioteknologi sebagai upaya preventif dan terapeutik terhadap berbagai penyakit yang dipicu oleh stres oksidatif (Nurlila & Fua, 2021)

Seiring berkembangnya pengetahuan mengenai peran senyawa alami terhadap kesehatan, antioksidan menjadi salah satu aspek yang banyak dikaji dalam bidang farmasi dan kesehatan. Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menetralkan radikal bebas, yaitu molekul tidak stabil yang dapat terbentuk secara alami di dalam tubuh maupun berasal dari faktor eksternal, seperti polusi, paparan radiasi ultraviolet, stres, serta pola konsumsi makanan yang kurang sehat. Ketika jumlah radikal bebas tidak seimbang dengan kemampuan antioksidan dalam tubuh, maka dapat terjadi stres oksidatif. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap perkembangan berbagai penyakit degeneratif, termasuk kanker, diabetes, penyakit jantung, hingga gangguan neurologis. Oleh sebab itu, keberadaan antioksidan yang berasal dari bahan alami menjadi penting sebagai salah satu upaya preventif maupun terapeutik dalam menunjang kesehatan manusia (Ladjidji *et al.*, 2023).

Tanaman sagu diketahui memiliki kandungan senyawa bioaktif yang tersebar pada berbagai bagian tanaman, tidak hanya pada pati sebagai produk utamanya. Batang dan ampas sagu dilaporkan mengandung senyawa fenolik dan flavonoid dalam jumlah yang relatif tinggi sehingga berpotensi berfungsi sebagai sumber antioksidan alami. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh

Nurlila dan Fua (2021) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sagu mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, fenol, steroid, dan tanin. Senyawa-senyawa tersebut terbukti tidak hanya menunjukkan aktivitas antioksidan, tetapi juga memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, yang merupakan mikroorganisme penyebab berbagai infeksi pada manusia. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa tanaman sagu memiliki karakter multifungsi sebagai sumber senyawa bioaktif yang berpotensi dikembangkan untuk berbagai aplikasi di bidang kesehatan (Nurlila & Fua, 2021)

Upaya memperoleh senyawa bioaktif dari bahan alam sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan. Salah satu pelarut yang banyak diaplikasikan dalam proses ekstraksi adalah etanol karena memiliki kemampuan mengekstraksi senyawa polar hingga semi-polar secara efektif tanpa menimbulkan toksisitas yang tinggi. Penggunaan etanol pada ekstraksi batang sagu diperkirakan mampu menghasilkan ekstrak yang kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid, sehingga berpotensi menjadi sumber antioksidan alami. Meskipun demikian, potensi tersebut memerlukan pembuktian secara ilmiah melalui pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode analisis yang memiliki validitas dan akurasi tinggi. Informasi tersebut menjadi dasar yang penting dalam pengembangan produk berbasis sagu, khususnya pada sektor pangan fungsional, farmasi, dan kesehatan (Tukayo *et al.*, 2024).

Salah satu metode analisis yang banyak digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan adalah metode *Ferric Reducing Antioxidant Power*

(FRAP). Metode ini banyak diaplikasikan karena memiliki sensitivitas yang tinggi, prosedur analisis yang relatif sederhana, waktu pengujian yang singkat, serta mampu menghasilkan data kuantitatif yang reliabel. Prinsip pengujiannya didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi ion besi ferri (Fe^{3+}) menjadi ion ferro (Fe^{2+}), yang selanjutnya membentuk kompleks berwarna biru dan dapat diukur secara spektrofotometri. Berbagai penelitian terkini menunjukkan bahwa nilai aktivitas antioksidan yang diperoleh melalui metode FRAP memiliki hubungan yang kuat dengan kandungan total senyawa fenolik dan flavonoid dalam suatu ekstrak tumbuhan. Oleh karena itu, metode FRAP dinilai tepat untuk mengevaluasi potensi antioksidan ekstrak etanol batang sagu secara kuantitatif dan komprehensif (Christodoulou *et al.*, 2022).

Di samping memiliki relevansi dari aspek kimia dan bioaktivitas, eksplorasi senyawa bioaktif pada limbah batang sagu juga memiliki dimensi strategis dalam mendukung pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Pemanfaatan limbah batang sagu sebagai sumber metabolit sekunder bernilai ekonomi tinggi tidak hanya berpotensi menghasilkan produk inovatif berbasis bahan alam, tetapi juga mampu mengurangi volume limbah yang selama ini belum termanfaatkan secara optimal. Pendekatan tersebut sejalan dengan konsep zero waste dan ekonomi sirkular yang menekankan efisiensi penggunaan sumber daya serta pengurangan dampak lingkungan melalui optimalisasi limbah menjadi produk yang memiliki nilai tambah. Dengan demikian, penelitian mengenai kandungan senyawa kimia serta aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang sagu memiliki signifikansi ilmiah maupun praktis dalam mendukung

pengembangan komoditas lokal yang berkelanjutan, inovatif, dan berdaya saing tinggi (Nanlohy & Sazhin, 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa kimia pada ekstrak etanol batang sagu serta mengevaluasi aktivitas antioksidannya menggunakan metode Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP). Hasil penelitian diharapkan mampu memperkaya bukti ilmiah mengenai potensi bioaktivitas limbah batang sagu sekaligus menjadi landasan dalam pengembangan produk berbasis sumber daya lokal yang memiliki nilai tambah tinggi, khususnya pada bidang pangan fungsional, farmasi, dan kesehatan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi terhadap optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian melalui pendekatan yang lebih berkelanjutan, inovatif, dan berwawasan lingkungan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Senyawa kimia apa saja yang terkandung dalam ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.)?
2. Bagaimanakah aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) yang dianalisis menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP)?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.).
2. Menganalisis aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP).

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang bersifat teoretis, praktis, maupun sebagai landasan dalam mendukung perumusan kebijakan terkait pemanfaatan sumber daya alam lokal. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang farmasi, kimia bahan alam, bioteknologi, serta pemanfaatan sumber daya hayati lokal. Identifikasi kandungan senyawa kimia dan pengujian aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) diharapkan dapat memperkaya khazanah literatur ilmiah mengenai potensi bioaktivitas tanaman asli Indonesia. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada eksplorasi metabolit sekunder, pengembangan fito farmaka, maupun

pemanfaatan bahan baku alami sebagai sumber senyawa bioaktif yang memiliki nilai fungsional.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi pemanfaatan limbah batang sagu yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Bukti mengenai aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang sagu diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan produk bernilai tambah berbasis sumber daya lokal, khususnya pada industri obat tradisional, kosmetik berbahan alam, serta pangan fungsional. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu mendorong optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian menjadi produk yang lebih bernilai ekonomi, ramah lingkungan, serta memberikan manfaat bagi masyarakat melalui penerapan prinsip ekonomi sirkular dan pembangunan berkelanjutan.

3. Manfaat Kebijakan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu dasar pertimbangan bagi pemerintah, akademisi, maupun pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan terkait pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya hayati lokal secara berkelanjutan. Temuan penelitian mengenai potensi limbah batang sagu sebagai sumber senyawa bioaktif diharapkan mampu mendukung pengembangan industri berbasis biofarmasi, kesehatan, dan pangan fungsional. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam penyusunan program pemberdayaan masyarakat, penguatan usaha

mikro, kecil, dan menengah (UMKM) berbasis sagu, serta diversifikasi produk unggulan daerah dalam mendukung implementasi ekonomi hijau, bioekonomi, dan peningkatan daya saing komoditas lokal. Data ilmiah yang dihasilkan juga diharapkan dapat berkontribusi terhadap pengembangan agenda riset nasional di bidang keanekaragaman hayati dan pemanfaatan tanaman obat Indonesia.

E. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus penelitian serta menghindari perluasan pembahasan di luar tujuan yang telah ditetapkan, penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup sebagai berikut:

1. Ruang Lingkup

Penelitian ini difokuskan pada identifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) serta penentuan aktivitas antioksidannya menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Proses ekstraksi sampel dilakukan melalui metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%, sedangkan identifikasi kandungan senyawa dilakukan melalui uji fitokimia secara kualitatif.

2. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan sebagai berikut:

- a. Penelitian hanya difokuskan pada identifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dan pengujian aktivitas antioksidan, sehingga tidak

mencakup pengujian aktivitas biologis lainnya, seperti aktivitas antibakteri, antijamur, antiinflamasi, maupun sitotoksik.

- b. Sampel penelitian terbatas pada batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) yang diperoleh dari satu lokasi pengambilan sampel sehingga hasil penelitian belum dapat menggambarkan variasi kandungan senyawa berdasarkan perbedaan kondisi geografis maupun lingkungan tumbuh.
- c. Penentuan aktivitas antioksidan hanya dilakukan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) dan tidak dibandingkan dengan metode pengujian antioksidan lainnya, seperti DPPH, ABTS, ORAC, ataupun CUPRAC.
- d. Identifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dilakukan secara kualitatif melalui uji fitokimia dan tidak dilanjutkan dengan karakterisasi maupun konfirmasi struktur senyawa menggunakan instrumen analitik, seperti Kromatografi Lapis Tipis (KLT), *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC–MS), *Liquid Chromatography–Mass Spectrometry* (LC–MS), atau *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal penelitian ini disusun secara sistematis ke dalam lima bab yang saling berkaitan. Bab I Pendahuluan memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup dan batasan penelitian, serta sistematika penulisan. Bab II Tinjauan Pustaka menguraikan landasan teori yang meliputi karakteristik tanaman sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.), senyawa metabolit sekunder, antioksidan, metode

ekstraksi, serta prinsip pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Bab III Metodologi Penelitian menjelaskan desain penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan, prosedur ekstraksi, identifikasi senyawa metabolit sekunder, pengujian aktivitas antioksidan, serta teknik analisis data yang digunakan. Bab IV Hasil dan Pembahasan menyajikan hasil penelitian secara sistematis disertai pembahasan yang mengaitkan temuan penelitian dengan teori maupun hasil penelitian terdahulu. Selanjutnya, Bab V Kesimpulan dan Saran memuat simpulan berdasarkan hasil penelitian serta rekomendasi yang dapat dijadikan acuan bagi penelitian berikutnya maupun pengembangan pemanfaatan batang sagu. Sebagai pelengkap, proposal ini juga dilengkapi dengan daftar pustaka dan lampiran yang mendukung keseluruhan isi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Tanaman Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.)



Gambar 2.1 Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di Lindajang.

Kecamatan Suli Barat. Kabupaten Luwu

Sumber: Pribadi, 2025

a. Klasifikasi Tanaman Sagu

Adapun klasifikasi dari tanaman sagu menurut (Putri *et al*, 2025) :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Subkelas	: Arecidae

Ordo : Arecales
 Family : Palmae
 Genus : *Metroxylon*
 Spesies : *Metroxylon sagu* Rottb.

b. Morfologi Tanaman Sagu

Tanaman sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan palma tropis yang tumbuh baik pada daerah rawa, lahan gambut, maupun wilayah dengan tingkat kelembapan tinggi. Tanaman ini memiliki batang berbentuk silindris yang tumbuh tegak dengan tinggi berkisar antara 10–14 m dan diameter sekitar 40–60 cm. Bagian luar batang tersusun atas jaringan yang keras, sedangkan bagian dalamnya didominasi oleh empulur yang kaya akan pati sebagai cadangan makanan. Empulur tersebut merupakan bagian utama yang dimanfaatkan dalam industri pengolahan sagu sebagai sumber pati alami.

Daun sagu tersusun secara majemuk menyirip dengan panjang mencapai 4–6 m dan terdiri atas sekitar 30–60 anak daun berbentuk lanset yang berwarna hijau hingga hijau kekuningan. Sistem perakarannya berupa akar serabut yang berkembang luas sehingga memungkinkan tanaman menyerap air dan unsur hara secara optimal pada habitat yang tergenang. Tanaman sagu termasuk tumbuhan monokarpik, yaitu hanya mengalami satu kali fase pembungaan selama siklus hidupnya yang berlangsung sekitar 7–15 tahun, kemudian diikuti dengan pembentukan buah dan kematian batang. Buah sagu berbentuk bulat hingga lonjong

dengan warna cokelat kekuningan serta mengandung biji yang mampu berkembang menjadi individu baru. Karakteristik morfologi tersebut menunjukkan kemampuan adaptasi tanaman sagu terhadap lingkungan rawa sekaligus menjadikannya sebagai salah satu sumber pati yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Dewi & Bintoro, 2016).

c. Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman Sagu

Selain dikenal sebagai sumber pati, tanaman sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) juga berpotensi sebagai sumber senyawa metabolit sekunder yang memiliki berbagai aktivitas biologis. Metabolit sekunder merupakan senyawa hasil metabolisme tumbuhan yang tidak berperan secara langsung dalam proses pertumbuhan, tetapi berfungsi sebagai mekanisme pertahanan terhadap cekaman lingkungan, serangan patogen, maupun herbivora. Berbagai golongan metabolit sekunder, seperti flavonoid, senyawa fenolik, tanin, alkaloid, saponin, dan steroid, diketahui memiliki aktivitas biologis yang beragam, termasuk sebagai antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, serta antikanker.

Keberadaan metabolit sekunder pada tanaman sagu telah dibuktikan melalui berbagai penelitian pada bagian tanaman yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Nurlila & Fua, (2021) terhadap ekstrak etanol daun sagu menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% menunjukkan adanya kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, fenol, tanin, dan steroid. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut menunjukkan bahwa daun sagu memiliki potensi bioaktivitas yang cukup tinggi, terutama

sebagai sumber antioksidan dan antibakteri. Flavonoid dan senyawa fenolik diketahui berperan sebagai donor atom hidrogen atau elektron dalam menetralkan radikal bebas, sedangkan alkaloid, saponin, dan tanin turut memberikan kontribusi terhadap aktivitas biologis ekstrak melalui mekanisme yang berbeda.

Hasil yang relatif serupa juga dilaporkan oleh Mahmud *et al.* (2022), yang menemukan bahwa ekstrak ampas sagu mengandung tiga golongan metabolit sekunder utama, yaitu flavonoid, fenol, dan tanin. Ketiga senyawa tersebut memberikan hasil positif pada uji fitokimia dan diketahui berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak. Flavonoid dan senyawa fenolik berperan sebagai agen pereduksi yang mampu mendonorkan elektron untuk menstabilkan radikal bebas, sedangkan tanin memiliki kemampuan mengkelat ion logam dan menghambat pembentukan spesies oksigen reaktif sehingga turut meningkatkan kapasitas antioksidan.

Temuan dari berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa berbagai bagian tanaman sagu, termasuk daun, ampas, maupun bagian batang, berpotensi mengandung metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis penting. Meskipun demikian, kajian mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol batang sagu masih relatif terbatas dibandingkan dengan bagian tanaman lainnya. Oleh karena itu, identifikasi senyawa metabolit sekunder serta pengujian aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol batang

sagu menjadi penting untuk memperkuat bukti ilmiah mengenai potensi pemanfaatannya sebagai sumber antioksidan alami dan bahan baku produk berbasis biofarmasi.

2. Ekstraksi Senyawa Kimia

a. Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi merupakan salah satu tahapan penting dalam penelitian bahan alam yang bertujuan untuk memisahkan senyawa aktif dari suatu matriks biologis menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ini didasarkan pada prinsip perpindahan massa, yaitu perpindahan komponen yang diinginkan dari bahan padat ke dalam pelarut akibat adanya perbedaan kelarutan hingga tercapai kondisi kesetimbangan. Efektivitas proses ekstraksi sangat dipengaruhi oleh karakteristik bahan, jenis pelarut, ukuran partikel, suhu, waktu ekstraksi, serta metode ekstraksi yang digunakan (Fauziyah *et al.*, 2020).

Bahan baku yang diekstraksi umumnya berupa simplisia, yaitu bahan alam yang berasal dari tumbuhan, hewan, maupun mineral yang belum mengalami pengolahan lebih lanjut selain proses pengeringan atau perlakuan sederhana lainnya. Simplisia merupakan sumber utama berbagai metabolit sekunder yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku obat tradisional, pangan fungsional, kosmetik, maupun produk biofarmasi (Triyanti *et al.*, 2025).

Tujuan utama ekstraksi adalah memperoleh senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, maupun

senyawa fenolik, dalam jumlah yang optimal dengan tetap mempertahankan stabilitas senyawa tersebut. Oleh karena itu, pemilihan metode ekstraksi harus mempertimbangkan sifat fisikokimia senyawa target, tingkat kepolaran pelarut, stabilitas terhadap suhu, serta efisiensi proses ekstraksi agar diperoleh rendemen dan kualitas ekstrak yang optimal (Candra *et al.*, 2021).

b. Jenis-jenis Ekstraksi

Metode ekstraksi dapat dibedakan berdasarkan prinsip perpindahan massa, penggunaan suhu, serta mekanisme kontak antara pelarut dan bahan yang diekstraksi. Pemilihan metode ekstraksi menjadi faktor penting karena berpengaruh terhadap rendemen ekstrak, komposisi senyawa metabolit sekunder yang diperoleh, serta stabilitas senyawa bioaktif selama proses ekstraksi. Oleh karena itu, metode yang digunakan harus disesuaikan dengan karakteristik bahan, sifat senyawa target, dan tujuan penelitian.

1) Ekstraksi Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi konvensional yang dilakukan dengan cara merendam simplisia dalam pelarut pada suhu ruang atau suhu rendah selama jangka waktu tertentu hingga senyawa aktif berdifusi ke dalam pelarut. Metode ini bekerja berdasarkan prinsip perbedaan konsentrasi antara senyawa yang terdapat di dalam sel tumbuhan dengan pelarut, sehingga terjadi proses difusi secara bertahap sampai tercapai keadaan setimbang.

Keunggulan utama metode maserasi adalah prosedurnya yang sederhana, tidak memerlukan peralatan khusus, serta mampu mempertahankan kestabilan senyawa yang bersifat termolabil karena tidak melibatkan pemanasan pada suhu tinggi. Meskipun demikian, metode ini memiliki kelemahan berupa waktu ekstraksi yang relatif lebih lama serta efisiensi ekstraksi yang umumnya lebih rendah dibandingkan beberapa metode modern. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa maserasi efektif digunakan untuk mengekstraksi senyawa metabolit sekunder, terutama flavonoid dan senyawa fenolik, dengan menggunakan pelarut polar seperti etanol maupun metanol. Efektivitas proses ekstraksi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis pelarut, rasio bahan terhadap pelarut, suhu, serta lama ekstraksi (Firdaus *et al.*, 2024).

2) Ekstraksi Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan mengalirkan pelarut secara kontinu melalui serbuk simplisia yang ditempatkan di dalam alat perkolator. Pelarut yang terus diperbarui memungkinkan terjadinya proses ekstraksi secara berkesinambungan sehingga gradien konsentrasi tetap terjaga dan difusi senyawa aktif berlangsung lebih optimal. Dibandingkan dengan metode maserasi, perkolasi umumnya menghasilkan proses ekstraksi yang lebih efisien dan stabil karena kontak antara pelarut segar dan bahan berlangsung secara terus-menerus. Namun demikian, metode ini membutuhkan

volume pelarut yang lebih besar, waktu pengerjaan yang relatif lebih lama, serta peralatan yang lebih khusus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun rendemen ekstrak yang dihasilkan melalui perkolasi dapat sedikit lebih rendah dibandingkan metode maserasi pada beberapa jenis bahan alam, metode ini tetap memberikan kualitas ekstrak yang baik dengan proses ekstraksi yang lebih terkontrol (Mutripah & Badriyah, 2024).

3) Ekstraksi Sokhletasi

Sokhletasi merupakan metode ekstraksi kontinu yang memanfaatkan siklus penguapan, kondensasi, dan sirkulasi pelarut secara berulang menggunakan alat sokhlet. Dalam metode ini, pelarut dipanaskan hingga menguap, kemudian dikondensasikan dan dialirkan kembali melewati bahan sehingga senyawa aktif dapat terekstraksi secara berulang tanpa memerlukan penambahan pelarut baru. Mekanisme tersebut memungkinkan proses ekstraksi berlangsung lebih efisien dan menghasilkan rendemen yang relatif tinggi. Meskipun demikian, penggunaan suhu tinggi secara terus-menerus menyebabkan metode sokhletasi kurang sesuai untuk mengekstraksi senyawa metabolit sekunder yang bersifat termolabil karena berpotensi mengalami degradasi. Berbagai penelitian yang membandingkan metode maserasi, perkolasi, dan sokhletasi menunjukkan bahwa sokhletasi umumnya menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi, namun pemilihannya tetap harus

mempertimbangkan stabilitas senyawa target agar kualitas ekstrak yang diperoleh tidak mengalami penurunan akibat proses pemanasan yang berkepanjangan (Triyanti *et al.*, 2025)

4) Ekstraksi Sonikasi (*Ultrasonic-Assisted Extraction*)

Ekstraksi sonikasi atau *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) merupakan metode ekstraksi modern yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk meningkatkan efisiensi pelepasan senyawa aktif dari jaringan tumbuhan. Gelombang ultrasonik menghasilkan fenomena kavitasi, yaitu pembentukan dan pecahnya gelembung mikro di dalam pelarut yang menyebabkan dinding sel mengalami kerusakan sehingga permeabilitas sel meningkat dan senyawa metabolit sekunder lebih mudah berdifusi ke dalam pelarut. Dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional, sonikasi menawarkan waktu ekstraksi yang lebih singkat, penggunaan pelarut yang lebih efisien, serta kemampuan menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi. Meskipun demikian, penggunaan intensitas ultrasonik yang terlalu tinggi atau waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi beberapa senyawa bioaktif yang sensitif terhadap energi ultrasonik. Oleh karena itu, optimasi parameter ekstraksi menjadi faktor penting dalam penerapan metode ini. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *Ultrasonic-Assisted Extraction* efektif digunakan untuk mengekstraksi senyawa metabolit sekunder dari

berbagai bahan alam dengan efisiensi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional, seperti maserasi (Firdaus *et al.*, 2024).

5) Ekstraksi Refluks

Refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan melalui pemanasan pelarut hingga mencapai titik didihnya, kemudian uap pelarut dikondensasikan dan dialirkan kembali ke dalam wadah ekstraksi sehingga proses berlangsung secara kontinu pada suhu yang relatif konstan. Sistem sirkulasi tersebut memungkinkan kontak antara pelarut dan bahan berlangsung secara terus-menerus sehingga meningkatkan efisiensi pelarutan senyawa aktif. Metode refluks umumnya digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang memiliki stabilitas termal yang baik karena melibatkan proses pemanasan dalam waktu tertentu. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuan menghasilkan ekstraksi yang lebih cepat dan efisien dibandingkan metode perendaman konvensional. Namun demikian, refluks kurang direkomendasikan untuk mengekstraksi senyawa metabolit sekunder yang bersifat termolabil karena paparan suhu tinggi berpotensi menyebabkan degradasi struktur kimia dan penurunan aktivitas biologis senyawa tersebut. Oleh karena itu, metode refluks lebih sesuai diterapkan pada senyawa yang relatif stabil terhadap pemanasan (Mutripah & Badriyah, 2024).

6) Ekstraksi Digesti

Digesti merupakan pengembangan dari metode maserasi yang dilakukan dengan memberikan pemanasan ringan, umumnya pada suhu sekitar 40°C, disertai pengadukan secara kontinu selama proses ekstraksi. Peningkatan suhu dalam batas tertentu bertujuan mempercepat difusi senyawa aktif dari jaringan tumbuhan ke dalam pelarut tanpa menyebabkan kerusakan yang signifikan terhadap senyawa yang memiliki stabilitas termal sedang. Dibandingkan dengan maserasi, metode digesti mampu mempercepat proses ekstraksi dan meningkatkan efisiensi perpindahan massa, namun tetap mempertahankan kesederhanaan prosedur ekstraksi. Oleh karena itu, metode ini banyak diterapkan pada penelitian yang bertujuan memperoleh ekstrak dalam waktu yang lebih singkat dengan tetap mempertahankan kualitas senyawa bioaktif yang diekstraksi (Kasim *et al.*, 2020).

7) Ekstraksi Infusa dan Dekokta

Infusa dan dekokta merupakan metode ekstraksi tradisional yang menggunakan air sebagai pelarut utama sehingga banyak diterapkan dalam pengolahan tanaman obat dan bahan herbal. Metode infusa dilakukan dengan merendam simplisia menggunakan air panas pada suhu di bawah titik didih selama waktu tertentu, sedangkan dekokta dilakukan melalui perebusan simplisia dalam air mendidih untuk mengekstraksi senyawa yang lebih sulit larut. Kedua metode tersebut

umumnya digunakan untuk memperoleh senyawa yang bersifat hidrofilik, seperti tanin, polifenol, glikosida, dan beberapa jenis flavonoid. Keunggulan utama metode ini adalah prosesnya yang sederhana, ekonomis, serta menggunakan pelarut yang aman dan mudah diperoleh. Akan tetapi, penggunaan suhu tinggi dalam metode dekokta berpotensi menurunkan stabilitas beberapa senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas sehingga pemilihan metode harus disesuaikan dengan karakteristik senyawa target (Asworo & Widwastuti, 2023).

- 8) Metode Modern: *Microwave-Assisted Extraction* (MAE), *Supercritical Fluid Extraction* (SFE), *Pressurized Liquid Extraction* (PLE)

Perkembangan teknologi ekstraksi telah melahirkan berbagai metode modern yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi proses sekaligus mempertahankan kualitas senyawa bioaktif. *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) memanfaatkan energi gelombang mikro untuk mempercepat pemanasan pelarut dan jaringan tumbuhan sehingga proses pelepasan senyawa aktif berlangsung lebih cepat dengan konsumsi pelarut yang relatif rendah. *Supercritical Fluid Extraction* (SFE) menggunakan fluida pada kondisi superkritis, terutama karbon dioksida (CO₂), yang memiliki kemampuan difusi tinggi, selektivitas yang baik, serta tidak meninggalkan residu pelarut sehingga lebih ramah lingkungan. Sementara itu, *Pressurized Liquid*

Extraction (PLE) memanfaatkan pelarut cair pada tekanan tinggi dan suhu di atas titik didih normal untuk meningkatkan kelarutan serta laju perpindahan massa senyawa target. Dibandingkan metode konvensional, ketiga teknik tersebut menawarkan berbagai keunggulan, antara lain waktu ekstraksi yang lebih singkat, efisiensi penggunaan pelarut yang lebih tinggi, rendemen ekstrak yang lebih optimal, serta kemampuan mempertahankan kualitas senyawa bioaktif. Meskipun demikian, penerapan metode-metode tersebut memerlukan instrumen khusus dengan biaya investasi dan operasional yang relatif tinggi sehingga penggunaannya masih terbatas pada penelitian maupun skala industri tertentu (Firdaus *et al.*, 2024).

3. Radikal Bebas

a. Pengertian Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan atom, molekul, atau ion yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya sehingga bersifat sangat reaktif dan tidak stabil. Untuk mencapai kestabilan, radikal bebas akan berinteraksi dengan molekul lain melalui proses pengambilan atau pemberian elektron, yang selanjutnya memicu reaksi berantai oksidatif. Molekul biologis, seperti lipid, protein, karbohidrat, dan asam deoksiribonukleat (DNA), merupakan target utama dari reaksi tersebut sehingga berpotensi mengalami kerusakan struktural maupun fungsional.

Radikal bebas dapat terbentuk secara endogen sebagai hasil samping berbagai proses metabolisme normal, terutama respirasi seluler di dalam mitokondria. Selain itu, pembentukannya juga dipengaruhi oleh faktor eksogen, seperti paparan radiasi ultraviolet, polusi udara, asap rokok, pestisida, logam berat, maupun berbagai bahan kimia toksik. Apabila jumlah radikal bebas yang terbentuk melebihi kapasitas sistem pertahanan antioksidan tubuh, maka akan terjadi kondisi yang dikenal sebagai stres oksidatif (*oxidative stress*). Kondisi tersebut berkontribusi terhadap kerusakan sel dan jaringan serta berperan dalam patogenesis berbagai penyakit degeneratif, termasuk penyakit kardiovaskular, diabetes melitus, gangguan neurodegeneratif, penuaan dini, hingga kanker (Rini *et al.*, 2020).

b. Peran Senyawa Alami Dalam Menetralkan Radikal Bebas

Senyawa bioaktif yang berasal dari tumbuhan, terutama kelompok polifenol dan flavonoid, diketahui memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghambat aktivitas radikal bebas melalui berbagai mekanisme. Mekanisme utama yang terjadi adalah kemampuan senyawa tersebut mendonorkan elektron atau atom hidrogen kepada radikal bebas sehingga mengubahnya menjadi molekul yang lebih stabil dan tidak lagi bersifat reaktif. Dengan demikian, reaksi berantai oksidatif yang berpotensi merusak DNA, protein, maupun lipid membran sel dapat dihentikan.

Selain bertindak sebagai donor elektron, senyawa polifenol juga mampu mengkelat ion logam transisi, seperti Fe^{2+} dan Cu^{2+} , yang berperan

dalam pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) melalui reaksi Fenton. Flavonoid bahkan dilaporkan mampu menghambat aktivitas enzim penghasil ROS, seperti NADPH oksidase, serta mengaktifasi jalur pensinyalan *Nuclear Factor Erythroid 2-Related Factor 2* (Nrf2) yang berperan meningkatkan ekspresi enzim antioksidan endogen. Aktivitas antioksidan senyawa-senyawa tersebut sangat dipengaruhi oleh struktur kimianya, terutama jumlah gugus hidroksil dan tingkat konjugasi pada cincin aromatik. Oleh karena itu, tumbuhan yang kaya akan senyawa polifenol umumnya memiliki kapasitas antioksidan yang lebih tinggi dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan alami (Dzah *et al.*, 2024).

4. Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat atau memperlambat proses oksidasi dengan cara menetralkan radikal bebas melalui mekanisme transfer elektron maupun atom hidrogen. Kehadiran antioksidan berperan penting dalam mempertahankan keseimbangan sistem redoks di dalam tubuh sehingga mampu melindungi biomolekul dari kerusakan akibat stres oksidatif.

Berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu antioksidan primer, antioksidan sekunder, dan antioksidan tersier. Antioksidan primer bekerja dengan menghambat pembentukan radikal bebas melalui pemutusan reaksi berantai oksidasi. Antioksidan sekunder berfungsi menghambat pembentukan spesies oksigen reaktif melalui

mekanisme pengkelatan ion logam maupun dekomposisi senyawa peroksida. Sementara itu, antioksidan tersier berperan memperbaiki kerusakan biomolekul yang telah terjadi akibat proses oksidatif.

Berdasarkan sumbernya, antioksidan dibedakan menjadi antioksidan endogen dan eksogen. Antioksidan endogen diproduksi secara alami oleh tubuh, antara lain enzim superoksida dismutase (SOD), katalase, dan glutathione peroksidase (GPx). Sebaliknya, antioksidan eksogen diperoleh dari konsumsi makanan atau bahan alam, seperti vitamin C, vitamin E, β -karoten, flavonoid, tanin, dan berbagai senyawa fenolik lainnya. Kombinasi kedua sistem tersebut berperan penting dalam menjaga homeostasis seluler serta mengurangi risiko berbagai penyakit kronis yang berkaitan dengan stres oksidatif (Salampe *et al.*, 2025).

5. Jenis-jenis Metode Pengujian Antioksidan

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan suatu senyawa atau ekstrak bahan alam. Secara umum, metode-metode tersebut didasarkan pada dua mekanisme utama, yaitu **transfer elektron** (*electron transfer*, ET) dan **transfer atom hidrogen** (*hydrogen atom transfer*, HAT). Pemilihan metode pengujian bergantung pada karakteristik senyawa antioksidan yang dianalisis, prinsip reaksi yang digunakan, serta tujuan penelitian. Beberapa metode yang paling banyak digunakan antara lain DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC, dan ORAC.

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

Metode DPPH merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan karena prosedurnya sederhana, cepat, dan memiliki sensitivitas yang tinggi. Prinsip metode ini didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan mendonorkan elektron atau atom hidrogen kepada radikal bebas DPPH yang berwarna ungu sehingga mengalami reduksi menjadi bentuk nonradikal berwarna kuning pucat. Penurunan intensitas warna diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang sekitar 516–518 nm dan umumnya dinyatakan dalam nilai IC_{50} , yaitu konsentrasi sampel yang mampu meredam 50% radikal DPPH. Semakin kecil nilai IC_{50} , semakin tinggi aktivitas antioksidan yang dimiliki sampel (Putri & Mahfur, 2023).

b. Metode ABTS (*2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*)

Metode ABTS memanfaatkan radikal kation $ABTS^+$ yang berwarna biru kehijauan sebagai indikator aktivitas antioksidan. Senyawa antioksidan akan mereduksi radikal tersebut sehingga terjadi penurunan intensitas warna yang dapat diukur secara spektrofotometri. Dibandingkan metode DPPH, metode ABTS memiliki keunggulan karena dapat diaplikasikan pada berbagai jenis pelarut dan rentang pH yang lebih luas, sehingga sesuai untuk menganalisis sampel yang bersifat hidrofilik maupun lipofilik. Oleh karena itu, metode ABTS sering digunakan sebagai pelengkap metode DPPH untuk memperoleh gambaran kapasitas antioksidan yang lebih komprehensif (Putri & Mahfur, 2023).

c. Metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

Metode FRAP merupakan metode pengujian aktivitas antioksidan yang didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan mereduksi ion besi ferri (Fe^{3+}) menjadi ion ferro (Fe^{2+}). Reaksi reduksi tersebut menghasilkan kompleks Fe^{2+} -TPTZ berwarna biru yang intensitasnya diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 593 nm. Metode ini banyak digunakan karena memiliki prosedur yang relatif sederhana, cepat, serta mampu memberikan informasi kuantitatif mengenai kapasitas reduksi suatu sampel. Dalam penelitian ini, metode FRAP dipilih sebagai metode utama untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang sagu karena sesuai untuk mengukur aktivitas senyawa fenolik dan flavonoid yang bekerja melalui mekanisme transfer elektron (Ahyani, *et al.*, 2025).

d. Metode CUPRAC (*Cupric Reducing Antioxidant Capacity*)

Metode CUPRAC mengukur kapasitas antioksidan berdasarkan kemampuan senyawa antioksidan mereduksi ion tembaga (Cu^{2+}) menjadi Cu^+ yang kemudian membentuk kompleks berwarna kuning kecokelatan. Intensitas warna diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang sekitar 450 nm. Metode ini memiliki selektivitas yang baik terhadap berbagai kelompok senyawa antioksidan dan mampu digunakan pada kondisi pH yang mendekati netral, sehingga banyak diterapkan sebagai alternatif dalam analisis aktivitas antioksidan berbagai ekstrak tumbuhan (Aryanti, *et al.*, 2021).

e. Metode ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*)

Metode ORAC didasarkan pada mekanisme transfer atom hidrogen (*hydrogen atom transfer*, HAT) untuk mengukur kemampuan antioksidan dalam menangkap radikal peroksil. Pengujian dilakukan dengan memanfaatkan perubahan intensitas fluoresensi sebagai indikator aktivitas antioksidan. Dibandingkan metode berbasis transfer elektron, ORAC dinilai lebih mendekati kondisi biologis karena menggunakan radikal yang menyerupai spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*) yang terbentuk di dalam tubuh. Oleh karena itu, metode ini sering digunakan untuk mengevaluasi kapasitas antioksidan yang memiliki relevansi fisiologis lebih tinggi (Aryanti, *et al.*, 2021).

6. Metode FRAP

a. Mekanisme Kerja Metode FRAP

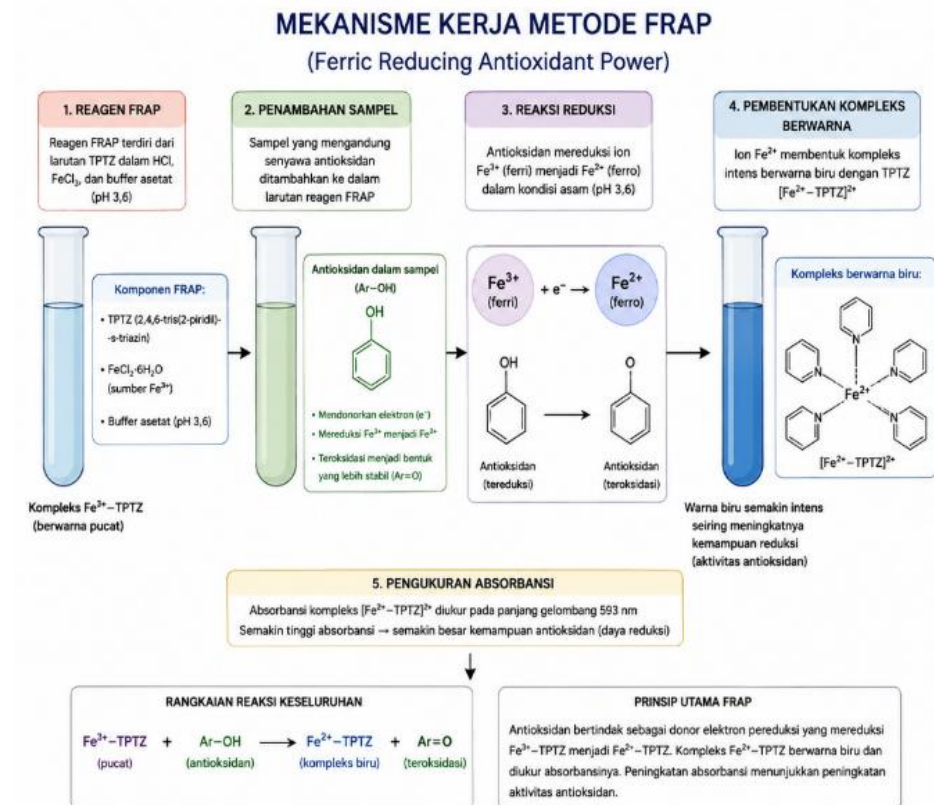
Metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan berdasarkan mekanisme transfer elektron (*electron transfer*). Prinsip dasar metode ini adalah kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi ion besi ferri (Fe^{3+}) yang berikatan dengan pereaksi 2,4,6-*tripiryridyl-s-triazine* (TPTZ) menjadi ion besi ferro (Fe^{2+}). Reaksi reduksi tersebut berlangsung dalam suasana asam dengan pH sekitar 3,6 sehingga menghasilkan kompleks Fe^{2+} -TPTZ berwarna biru intens. Intensitas warna yang terbentuk kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 593 nm, di mana peningkatan absorbansi

berbanding lurus dengan kapasitas reduksi atau aktivitas antioksidan sampel yang dianalisis (Kamoda *et al.*, 2021).

Mekanisme reaksi pada metode FRAP diawali dengan proses donor elektron dari senyawa antioksidan kepada kompleks Fe^{3+} -TPTZ. Elektron yang diterima menyebabkan ion ferri mengalami reduksi menjadi ion ferro sehingga terbentuk kompleks Fe^{2+} -TPTZ yang memiliki warna biru lebih pekat. Semakin besar kemampuan suatu senyawa mendonorkan elektron, semakin banyak kompleks Fe^{2+} -TPTZ yang terbentuk dan semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan. Oleh karena itu, metode FRAP secara langsung menggambarkan kapasitas reduksi (*reducing power*) suatu sampel terhadap ion logam.

Dibandingkan metode pengujian antioksidan lainnya, FRAP memiliki beberapa keunggulan, antara lain prosedur analisis yang sederhana, waktu pengujian yang relatif singkat, biaya analisis yang lebih ekonomis, serta menghasilkan data kuantitatif dengan tingkat reproduktifitas yang baik. Selain itu, metode ini sangat sesuai untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan pada ekstrak tumbuhan yang kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid karena kedua kelompok senyawa tersebut umumnya bekerja melalui mekanisme transfer elektron. Meskipun demikian, metode FRAP memiliki keterbatasan karena hanya mengukur aktivitas antioksidan yang berlangsung melalui mekanisme reduksi ion logam, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan seluruh

mekanisme aktivitas antioksidan yang dapat terjadi secara biologis (Nurhayati & Qonitah, 2022).



Gambar 2. 2 Mekanisme Reaksi Antioksidan pada Metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP)

b. Interpretasi Hasil Uji FRAP

Interpretasi hasil pengujian menggunakan metode FRAP didasarkan pada nilai absorbansi yang diperoleh dari pembentukan kompleks $\text{Fe}^{2+} - \text{TPTZ}$. Nilai absorbansi yang semakin tinggi menunjukkan semakin banyak ion Fe^{3+} yang berhasil direduksi menjadi Fe^{2+} , sehingga mengindikasikan kapasitas antioksidan atau daya reduksi sampel yang semakin besar. Dengan demikian, peningkatan absorbansi mencerminkan

semakin kuatnya aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh ekstrak yang diuji (Asnah *et al.*, 2024).

Secara kuantitatif, hasil pengujian FRAP umumnya dinyatakan berdasarkan kurva standar yang dibuat menggunakan larutan standar, seperti FeSO_4 , Trolox, atau kuersetin, sehingga kapasitas antioksidan dapat dinyatakan sebagai *Fe²⁺ equivalent*, *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* (TEAC), maupun *Quercetin Equivalent* (QE). Nilai tersebut menggambarkan kemampuan reduksi sampel terhadap ion ferri sehingga memungkinkan dilakukan perbandingan aktivitas antioksidan antarberbagai sampel maupun ekstrak tumbuhan yang berbeda (Aryanti, *et al.*, 2021).

Meskipun memiliki sensitivitas yang baik terhadap senyawa antioksidan yang bekerja melalui mekanisme transfer elektron, hasil pengujian FRAP perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Hal ini disebabkan metode FRAP hanya mengukur kemampuan reduksi terhadap ion besi dalam kondisi asam dan tidak mampu mengevaluasi aktivitas antioksidan yang bekerja melalui mekanisme lain, seperti transfer atom hidrogen (*hydrogen atom transfer*). Oleh karena itu, hasil pengujian FRAP sebaiknya dipahami sebagai representasi kapasitas reduksi total suatu sampel, bukan sebagai gambaran menyeluruh terhadap seluruh aktivitas antioksidan yang dimilikinya (Ihsan *et al.*, 2025).

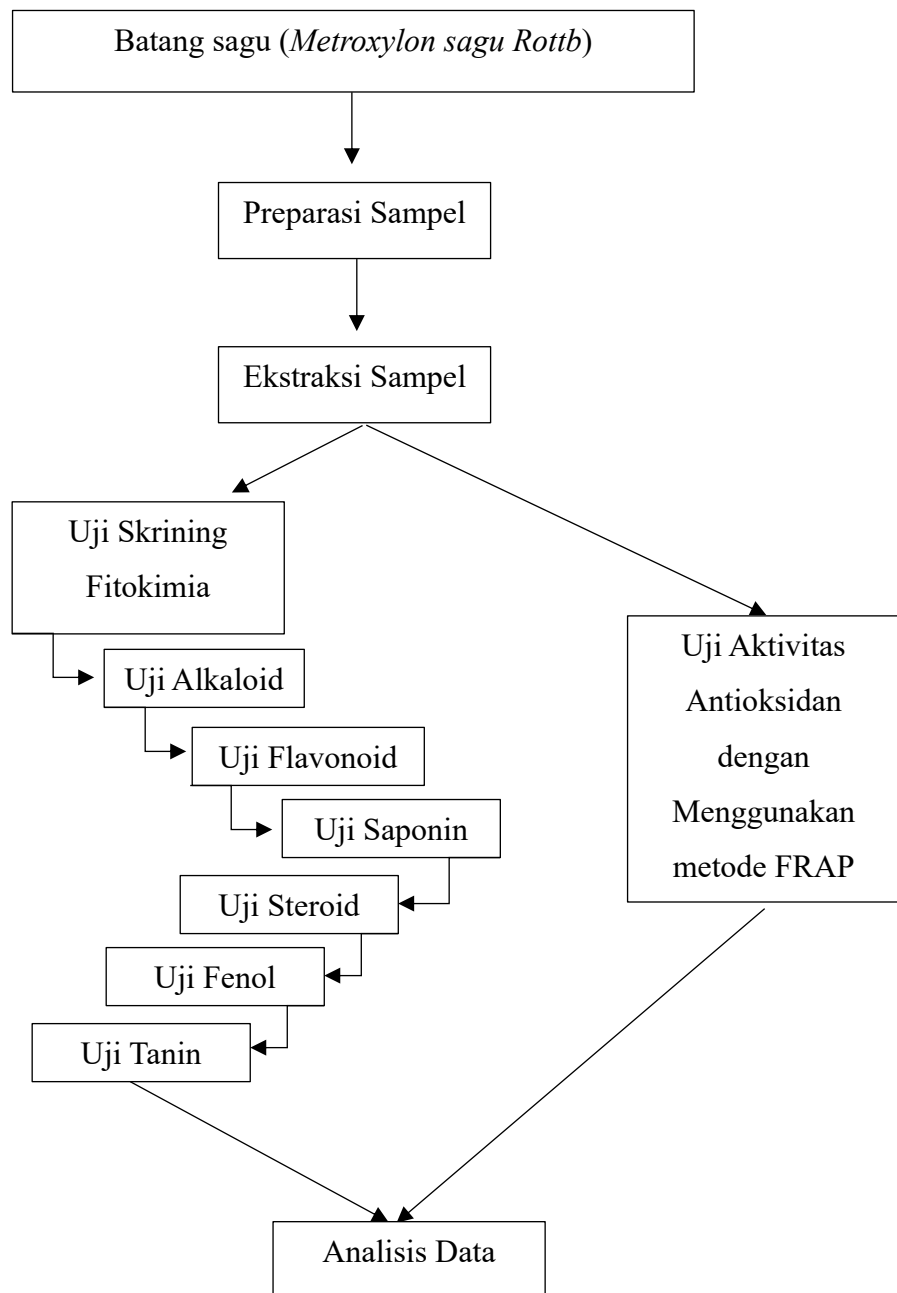
7. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis) merupakan salah satu teknik analisis instrumental yang banyak digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu senyawa berdasarkan kemampuan molekul dalam menyerap radiasi elektromagnetik pada daerah ultraviolet (200–400 nm) dan cahaya tampak (400–800 nm). Metode ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa setiap senyawa memiliki karakteristik penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu yang berkaitan dengan transisi elektron dari tingkat energi yang lebih rendah menuju tingkat energi yang lebih tinggi. Besarnya energi yang diserap akan menghasilkan nilai absorbansi yang dapat digunakan sebagai dasar analisis kuantitatif maupun kualitatif terhadap suatu sampel (Zelviani, 2021).

Proses pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang terdiri atas sumber cahaya, monokromator, kuvet sebagai wadah sampel, detektor, dan sistem pengolah data. Pada saat pengukuran, cahaya dengan panjang gelombang tertentu diarahkan melewati larutan sampel sehingga sebagian energi cahaya akan diserap oleh molekul yang terkandung di dalamnya, sedangkan sisanya diteruskan menuju detektor. Besarnya cahaya yang diserap dinyatakan sebagai nilai absorbansi yang secara teoritis mengikuti Hukum Lambert–Beer, yaitu absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi zat penyerap, panjang lintasan cahaya, serta koefisien absorptivitas molar. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi suatu senyawa

dalam larutan akan menghasilkan nilai absorbansi yang semakin tinggi selama masih berada dalam rentang linear pengukuran.

Dalam bidang farmasi, kimia analitik, dan analisis bahan alam, spektrofotometri UV-Vis memiliki aplikasi yang sangat luas, baik untuk identifikasi senyawa maupun penentuan kadar suatu zat secara kuantitatif. Teknik ini banyak digunakan dalam analisis vitamin, logam, senyawa organik, metabolit sekunder, serta berbagai pengujian bioaktivitas, termasuk penentuan kapasitas antioksidan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Pada metode FRAP, spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi kompleks Fe^{2+} -TPTZ yang terbentuk pada panjang gelombang 593 nm. Intensitas absorbansi yang dihasilkan berbanding lurus dengan kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , sehingga instrumen ini berperan penting dalam menghasilkan data kuantitatif mengenai kapasitas antioksidan suatu ekstrak (Kamoda *et al.*, 2021; Nurhayati & Qonitah, 2022).

B. Kerangka Konseptual**Gambar 2.3** Kerangka Konseptual

C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 2.1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Variabel	Definisi Operasional	Kriteria Objektif (Indikator dan Cara Ukur)
Ekstrak etanol batang sagu	Cairan hasil maserasi batang sagu (<i>Metroxylon sagu</i> Rottb.) menggunakan pelarut etanol 96% untuk mengekstraksi senyawa kimia aktif.	• Pelarut: Etanol 96% • Proses: Maserasi $\pm 3 \times 24$ jam • Hasil berupa ekstrak kental setelah evaporasi • Warna dan aroma khas ekstrak tanaman
Identifikasi senyawa kimia	Proses analisis untuk menentukan jenis metabolit sekunder dalam ekstrak batang sagu menggunakan metode fitokimia dan/atau kromatografi.	• Metode uji fitokimia: uji alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, dan fenol • Hasil: positif atau negatif berdasarkan reaksi warna atau endapan
Aktivitas antioksidan	Kemampuan ekstrak etanol batang sagu untuk mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} yang terukur melalui metode FRAP (<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>).	• Metode FRAP • Parameter : nilai absorbansi pada panjang gelombang ± 720 nm • Hasil dinyatakan dalam satuan mgAAE/gr ekstrak.

Metode FRAP	Suatu metode spektrofotometri berdasarkan reduksi kompleks Fe^{3+} -TPTZ menjadi Fe^{2+} -TPTZ berwarna biru, sebagai indikator kekuatan antioksidan.	· Reagen FRAP (FeCl_3, TPTZ, buffer asetat) · Absorbansi dibaca pada 720 nm · Standar kurva: FeSO_4
------------------------	---	---

D. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis 1 (H1):

Ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, fenol, alkaloid, steroid, dan saponin yang dapat diidentifikasi melalui uji fitokimia.

2. Hipotesis 2 (H2):

Ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan yang dapat diukur menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bersifat deskriptif dan kuantitatif. Penelitian deskriptif dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa kimia (fitokimia) dalam ekstrak etanol batang sagu, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan menggunakan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*). Metode ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan reduksi ekstrak terhadap ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} sebagai indikator aktivitas antioksidan.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai Februari hingga Mei di Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Palopo.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh bagian batang tanaman sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk ekstraksi senyawa kimia, khususnya dari wilayah tertentu (Dusun Lindajang. Kecamatan. Suli Barat. Kabupaten Luwu). Populasi ini mencakup semua batang sagu yang memiliki kematangan dan karakteristik fisik serupa yang tumbuh di lingkungan tersebut.

2. Sampel

Sampel penelitian adalah bagian batang sagu yang telah dipilih secara *purposive (purposive sampling)*, yaitu batang sagu yang berusia panen, sehat, dan tidak terkontaminasi. Sampel yang digunakan diambil dari satu lokasi tertentu agar seragam, kemudian dikeringkan, dihaluskan, dan diekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% untuk dianalisis kandungan senyawa kimia dan aktivitas antioksidannya.

D. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti melalui kegiatan eksperimen di laboratorium, sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah dipublikasikan dan digunakan sebagai pendukung dalam penyusunan landasan teori, pengembangan metodologi, serta interpretasi hasil penelitian (Sugiyono, 2022; Creswell & Creswell, 2023).

1. Data primer dalam penelitian ini diperoleh secara langsung melalui kegiatan eksperimen di laboratorium. Data tersebut meliputi hasil ekstraksi etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.), identifikasi senyawa metabolit sekunder melalui uji fitokimia, serta pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Data yang dihasilkan terdiri atas data kualitatif, berupa hasil identifikasi golongan senyawa metabolit sekunder berdasarkan perubahan warna atau terbentuknya endapan pada setiap pereaksi, serta data

kuantitatif yang meliputi nilai absorbansi dan kapasitas aktivitas antioksidan yang diperoleh melalui pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

2. Data sekunder diperoleh melalui studi kepustakaan yang bersumber dari berbagai referensi ilmiah yang relevan, seperti artikel jurnal nasional maupun internasional, buku ilmiah, prosiding, serta dokumen ilmiah lainnya yang berkaitan dengan tanaman sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.), senyawa metabolit sekunder, metode ekstraksi, aktivitas antioksidan, metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP), dan teknik analisis spektrofotometri UV-Vis. Beberapa referensi yang menjadi acuan utama dalam penelitian ini antara lain penelitian Mahmud *et al* (2022) mengenai ekstrak ampas sagu, Nurlila & Fua (2021) mengenai senyawa bioaktif daun sagu, serta Christodoulou *et al.* (2022) terkait metode FRAP. Data sekunder ini digunakan sebagai landasan teoritis, acuan metodologi, serta bahan pembandingan dalam menganalisis dan menginterpretasikan hasil penelitian yang diperoleh (Sugiyono, 2022; Creswell & Creswell, 2023).

E. Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu batang pengaduk, blender, corong, labu erlenmeyer, kaca arloji, gelas kimia (*Pyrex*®), labu ukur (*Pyrex*®), Spoit 1 ml, oven (*Memmert*®), sentrifuge, penjepit tabung, pH meter, pipet tetes, pipet ukur, pisau, spektrofotometer UV-Visible Genesys 10 (*Shimadzu*), tabung reaksi, timbangan analitik, sedangkan bahan yang digunakan adalah aquadest H₂O, asam askorbat (C₆H₈O₆) , asam oksalat 1% (C₂H₂O₄), asam

trikloroasetat 10% ($\text{C}_2\text{HCl}_3\text{OH}$), FeCl_3 0,1% (Besi III Klorida), dapar fosfat (0,2 M pH 6,6), ekstrak batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.), etanol 96% ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), kalium ferrisianida 1% ($\text{K}_3[\text{Fe}_9\text{CN}]_6$), kertas saring.

F. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengambilan Sampel

Sampel batang sagu yang digunakan pada penelitian ini adalah batang sagu yang diperoleh di Kelurahan Lindajang. Kecamatan Suli Barat. Kabupaten Luwu.

2. Preparasi Sampel

Batang sagu yang telah diambil, dikeringkan di bawah sinar matahari langsung menggunakan kain hitam selama 3 hari. Selanjutnya, batang sagu yang telah kering disortasi kering untuk memisahkan dari pengotor-pengotor yang masih ada, kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diperoleh serbuk simplisia kering siap di ekstraksi.

3. Ekstraksi Sampel

Ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi. Sebanyak 200 g batang sagu dimasukkan ke dalam wadah (toples) yang telah diberikan label lalu ditambahkan pelarut 2000 mL hingga sampel terendam semuanya. Dilakukan ekstraksi selama 3x24 jam kemudian disaring. Filtrat diuapkan untuk menghilangkan pelarutnya menggunakan evaporator sehingga diperoleh ekstrak kental.

4. Uji Skrining Fitokimia

a. Uji Alkaloid

Uji alkaloid sebanyak 0,5 g ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 tetes pereaksi mayer munculnya endapan kuning menunjukkan adanya senyawa alkaloid. Uji *dragendorff* dapat dilakukan untuk menentukan keberadaan alkaloid. Filtratnya yang diperoleh ditambahkan *dragendorff*. Adanya endapan jingga menunjukkan adanya senyawa alkaloid (Mahmud *et al.*, 2022).

b. Uji Flavonoid

Uji flavonoid sebanyak 0,5 g ditambahkan 3 tetes larutan Mg + HCl, Perubahan intensitas warna merah, kuning atau jingga menunjukkan adanya senyawa flavonoid (Mahmud *et al.*, 2022).

c. Uji Saponin

Uji saponin sebanyak 0,5 g ekstrak dilakukan pemanasan dengan penambahan aquadest sehingga timbulnya busa hingga 1 cm menunjukkan adanya senyawa saponin (Mahmud *et al.*, 2022).

d. Uji triterpenoid

Uji triterpenoid sebanyak 0,5 g ekstrak dilarutkan dalam kloroform dan disaring. Selanjutnya, beberapa tetes asam sulfat + asam asetat ditambahkan ke filtrat dan dikocok. Terbentuknya warna biru atau hijau menunjukkan adanya senyawa steroid (Mahmud *et al.*, 2022).

e. Uji Fenol

Uji fenol sebanyak 0,5 g ekstrak dilarutkan dalam 2 ml NaOH dan ditambahkan 3 tetes larutan FeCl_3 . Terbentuknya warna hitam kebiruan atau hitam pekat menunjukkan adanya senyawa fenolik (Mahmud *et al.*, 2022).

f. Uji Tanin

Uji tanin sebanyak 0,5 g ekstrak ditambahkan 3 tetes larutan *ferri* klorida dan diamati terbentuknya warna biru tua atau hitam kehijauan hal ini menunjukkan adanya tanin (Mahmud *et al.*, 2022).

5. Pembuatan Larutan Kurva Baku

Larutan stok 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 25 mg asam askorbat yang dilarutkan dengan asam oksalat 1% hingga batas labu ukur 25 mL. Selanjutnya dari larutan stok 1000 ppm diambil masing-masing 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1,0 mL dan ditempatkan dalam labu ukur 10 mL yang berbeda dan diencerkan dengan asam oksalat 1% hingga 10 mL dan dihomogenkan. Konsentrasi larutan standar 1000 ppm asam askorbat yakni 60, 70, 80, 90, 100 ppm.

6. Penyiapan Pada Larutan

a. Larutan Dapar Fosfat 0,2 M pH 6,6

Larutan disiapkan dengan menimbang 2 gram NaOH dan dilarutkan dengan aquadest bebas CO_2 hingga tepat 250 ml dalam labu takar. Kemudian sebanyak 6,8 gram KH_2PO_4 yang dilarutkan dengan aquadest bebas CO_2 250 ml dalam labu takar. Kemudian di pipet

sebanyak 16,4 mL NaOH dimasukkan dalam labu takar dan dicampurkan 50 ml KH_2PO_4 , selanjutnya diukur sampai pH 6,6 dan dicukupkan dengan aquadest bebas CO_2 hingga 200 mL.

b. Larutan Oksalat 1%

Larutan disiapkan dengan melarutkan 1 gram asam oksalat dalam air bebas CO_2 dan diencerkan dalam labu takar 100 mL.

c. Larutan Kalium *Ferrisianida* 1%

Larutan disiapkan dengan melarutkan 1 gram kalium *ferrisianida* dalam aquadest dan diencerkan dalam labu takar 100 mL.

d. Larutan FeCl_3 0,1%

Larutan disiapkan dengan melarutkan 0,1 gram FeCl_3 dalam aquadest dan diencerkan dalam labu takar 100 mL.

e. Larutan asam trikloroasetat (TCA) 10%

Larutan disiapkan dengan melarutkan 10 gram TCA dalam aquadest dan diencerkan dalam labu takar 100 mL.

7. Aktivitas Antioksidan dengan Metode FRAP

Sebanyak 5 mg ekstrak dilarutkan dalam 5 mL etanol 96%, lalu dipipet 1 mL, ditambahkan 1 mL dapar fosfat 0,2 M (pH 6.6) dan 1 mL $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1% setelah itu, diinkubasi selama 20 menit dengan suhu 50°C . Setelah diinkubasi ditambahkan 1 mL TCA lalu di sentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Setelah di sentrifuge, di pipet 1 mL lapisan bagian atas ke dalam tabung reaksi, dan ditambahkan 1 mL aquades dan 0,5 mL FeCl_3 0,1%. Larutan didiamkan selama 10 menit dan diukur

absorbansinya pada 720 nm. Sebagai blangko digunakan campuran larutan oksalat. Kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan asam askorbat dengan berbagai konsentrasi. Nilai FRAP dinyatakan dalam mg equivalen asam askorbat/ g ekstrak.

G. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif, yang mencakup dua bagian utama, yaitu:

1. Analisis Identifikasi Senyawa Kimia (Fitokimia)

- a. Data yang diperoleh dari hasil uji fitokimia akan dianalisis secara kualitatif berdasarkan perubahan warna atau terbentuknya endapan sebagai indikator keberadaan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenol, tanin, alkaloid, saponin, dan triterpenoid.
- b. Hasil identifikasi ini disajikan dalam bentuk tabel yang menunjukkan keberadaan (+) atau ketidakhadiran (–) masing-masing golongan senyawa.
- c. Interpretasi dilakukan dengan membandingkan hasil dengan literatur sebelumnya guna memperkuat validitas keberadaan senyawa aktif dalam ekstrak batang sagu.

2. Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode FRAP

Analisis data aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) dilakukan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)*. Metode ini mengukur kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi ion *ferri* (Fe^{3+}) menjadi ion *ferro*

(Fe²⁺). Data yang diperoleh berupa nilai absorbansi sampel yang kemudian digunakan untuk menghitung kapasitas antioksidan dalam satuan mg *ascorbic acid equivalent* (mgAAE/g ekstrak) dan menentukan nilai IC₅₀.

a. Perhitungan %Inhibisi

Apabila diperlukan untuk menentukan nilai IC₅₀, persentase aktivitas antioksidan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{\text{abs. sampel} - \text{abs blanko}}{\text{abs. standar} - \text{abs blanko standar}} \times 100\%$$

Nilai persen inhibisi yang diperoleh dari masing-masing konsentrasi kemudian digunakan untuk membuat persamaan regresi linear antara konsentrasi sampel (x) dan persen inhibisi (y).

b. Perhitungan Kapasitas Antioksidan (Nilai FRAP)

Kapasitas antioksidan ditentukan menggunakan kurva baku asam askorbat yang diperoleh dari hubungan antara konsentrasi standar dan absorbansi.

Persamaan regresi kurva baku:

$$y = ax + b$$

Keterangan:

- y= absorbansi sampel
- x= konsentrasi ekuivalen asam askorbat (mg/L)

Nilai x diperoleh dengan mengubah persamaan menjadi:

$$x = \frac{y - b}{a}$$

Selanjutnya kapasitas antioksidan dinyatakan dalam mgAAE/g ekstrak menggunakan rumus:

$$\text{FRAP (mgAAE/g)} = \frac{x \times V \times FP}{m}$$

Keterangan:

- x = konsentrasi ekuivalen asam askorbat hasil regresi (mg/L)
- V = volume larutan sampel (L)
- FP = faktor pengenceran (jika ada)
- m = berat sampel yang digunakan (g)

c. Perhitungan Nilai IC_{50}

Nilai IC_{50} (*Inhibitory Concentration 50%*) merupakan konsentrasi ekstrak yang mampu menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar 50%.

Persamaan regresi linear yang diperoleh:

$$y = ax + b$$

Keterangan:

- y = persen inhibisi
- x = konsentrasi sampel
- a = kemiringan garis (*slope*)
- b = *intersep*

Nilai IC_{50} dihitung dengan mensubstitusikan nilai $y = 50$ ke dalam persamaan regresi:

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{a}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.)

Tabel 4. 2 Hasil uji skrining fitokimia

No.	Senyawa Metabolit Sekunder	Pereaksi	Hasil Positif	Hasil Identifikasi	Ket.
1.	Alkaloid	Mayer Dragendroff Bauchardat	Endapan warna putih, jingga dan coklat	Endapan putih, jingga dan coklat	+
2.	Flavonoid	Serbuk magnesium dan HCl	Warna merah atau jingga	Merah	+
3.	Saponin	Aquadest	Terbentuk busa	Terbentuk busa	+
4.	Triterpenoid	Kloroform, H ₂ SO ₄ (asam sulfat) dan asam asetat	Warna merah, ungu atau coklat	Warna coklat kehitaman	-
5.	Fenol	NaOH dan FeCl ₃	Warna hitam kebiruan	Warna hitam kehijauan	+

				atau hitam kehijauan	
6.	Tanin	FeCl ₃ 10%	Warna	Warna	+
			biru tua	hitam	
			atau	kehijauan	
			hitam		
			kehijauan		

Keterangan: (+) = Positif (Terbentuk)

(-) = Negatif (Tidak Terbentuk)

2. Hasil Pengujian Ekstrak Etanol Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) dengan Menggunakan Metode FRAP

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Ekstrak Etanol Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) dengan Menggunakan Metode FRAP

Konsentrasi	Replikasi	Berat Sampel (g)	Absorbansi Sampel (y)	Aktivitas antioksidan dan (mgAAE/g ekstrak)	Rata-rata aktivitas antioksidan (mgAAE/g ekstrak)	Nilai IC ₅₀
60	1	0,005	0,264	-18,45	-17,61	122,25
	2	0,005	0,264	-18,45		
	3	0,005	0,262	-15,93		
70	1	0,005	0,265	-15,58	-17,49	
	2	0,005	0,264	-18,45		
	3	0,005	0,264	-18,45		
80	1	0,005	0,285	-13,28	-13,39	
	2	0,005	0,285	-13,28		

	3	0,005	0,282	-13,63	
90	1	0,005	0,337	-7,31	-7,42
	2	0,005	0,337	-7,31	
	3	0,005	0,334	-7,65	
100	1	0,005	0,853	52	52,03
	2	0,005	0,862	53,03	
	3	0,005	0,845	51,06	
Nilai IC 50 < 50 (sangat kuat); 51-100 (kuat); 101-150 (sedang); >151 (lemah); dan >500 (tidak aktif) (Asyraf <i>et al.</i>, 2025)					

B. Pembahasan

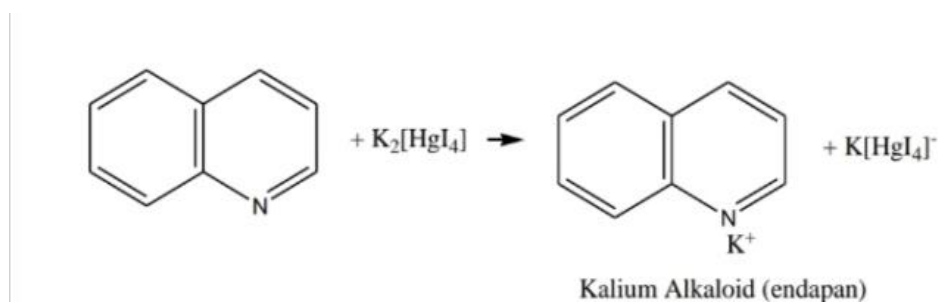
Pada penelitian ini bagian sampel yang digunakan yaitu, tanaman sagu yang tumbuh di Lindajang. Kec. Suli Barat. Kab Luwu. Tanaman sagu (*Metroxylon sagu*) merupakan tumbuhan monokotil yang termasuk dalam ordo Arecales, famili Palmae dan subfamili Calamoidea. Pengujian ini dimulai dengan tahapan, yaitu preparasi sampel yang meliputi pengambilan, perajangan, pengeringan, sortasi kering dan penyerbukan. Sampel batang sagu diambil pada Sabtu, 21 Februari 2026 kemudian dilakukan perajangan pada sampel batang sagu guna untuk mempermudah proses pengeringan sampel. Sebanyak 1 kg sampel kemudian dikeringkan dibawa sinar matahari langsung ditutup dengan menggunakan kain tipis selama 5 hari. Sampel yang telah dikeringkan kemudian disortasi kering untuk memisahkannya dari pengotor-pengotor yang masih ada, kemudian sampel dihaluskan menggunakan blender dan diperoleh serbuk simplisia kering sebanyak 300 g siap diekstraksi.

Ekstraksi sampel batang sagu dilakukan dengan metode maserasi. Maserasi adalah proses penyarian simplisia menggunakan pelarut dengan

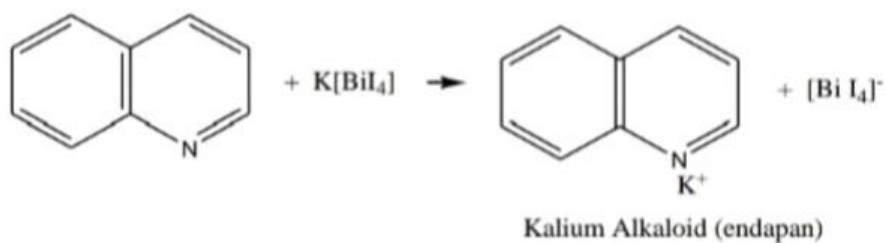
beberapa kali pengadukan pada temperatur kamar. Sebanyak 200 g serbuk simplisia batang sagu dimasukkan ke dalam wadah (toples) kemudian ditambahkan etanol 96% sebanyak 2000 mL lalu sampel ditutup kemudian didiamkan selama 3x24 jam sesekali diaduk. Setelah dilakukan proses maserasi selama 3 hari sampel kemudian di remaserasi untuk memaksimalkan penyarian atau ekstraksi zat aktif dari simplisia (bahan alam) dengan cara mengulangi perendaman menggunakan pelarut baru, remaserasi sampel batang sagu dilakukan selama 1x24 jam setelah itu dilakukan penyaringan untuk memisahkan serbuk sampel dari hasil ekstraksi dan remaserasi sampel. Setelah penyaringan sampel kemudian dimasukkan ke dalam *rotary* evaporator dengan rentang suhu 90°C selama ± 4 jam untuk memisahkan pelarut (solvent) dari sampel cair guna untuk mendapat ekstrak kental dari sampel. Setelah itu, sampel kemudian dipindahkan ke wadah dari labu *rotary* kemudian ditutup menggunakan plastik *wrap* untuk mencegah terjadinya kontaminasi mikroba terhadap sampel. Sampel didiamkan sebanyak 14 hari untuk menghasilkan ekstrak kering yang siap untuk dilakukan pengujian.

Skrining fitokimia pada penelitian ini meliputi, uji alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, triterpenoid, dan fenol. Untuk pengujian yang pertama, yaitu uji alkaloid sebanyak 0,2 g sampel masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian sampel dilarutkan dengan menggunakan aquadest panas lalu ditambah pereaksi pada masing-masing tabung, untuk tabung yang pertama ditambah pereaksi mayer, tabung kedua ditambahkan pereaksi dragendroff dan tabung yang ketiga ditambahkan pereaksi bauchardat, dihasilkan endapan putih

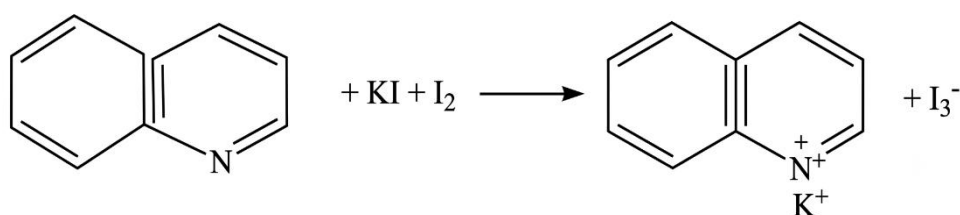
pada tabung dengan pereaksi mayer, dihasilkan warna jingga pada tabung yang ditetesi pereaksi dragendroff dan dihasilkan warna coklat pada tabung yang ditetesi pereaksi bauchardat. Hal ini sesuai dengan literatur (Mahmud *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa terjadi perubahan endapan jingga pada uji alkaloid ekstrak ampas sagu.



Gambar 4.1 Reaksi Kimia Senyawa Alkaloid dengan Pereaksi Mayer (Iqbal & Jariah, 2025)



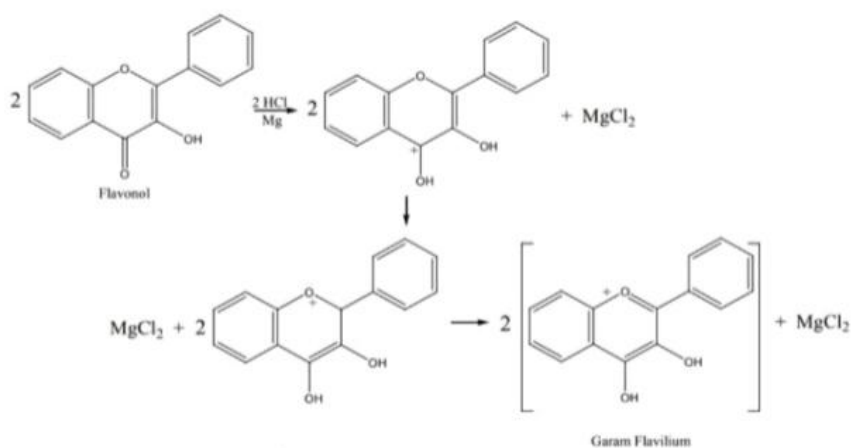
Gambar 4.2 Reaksi Kimia Senyawa Alkaloid dengan Pereaksi Dragendroff (Iqbal & Jariah, 2025)



Gambar 4.3 Reaksi Kimia Senyawa Alkaloid dengan Pereaksi Baughardatt

(Iqbal & Jariah, 2025)

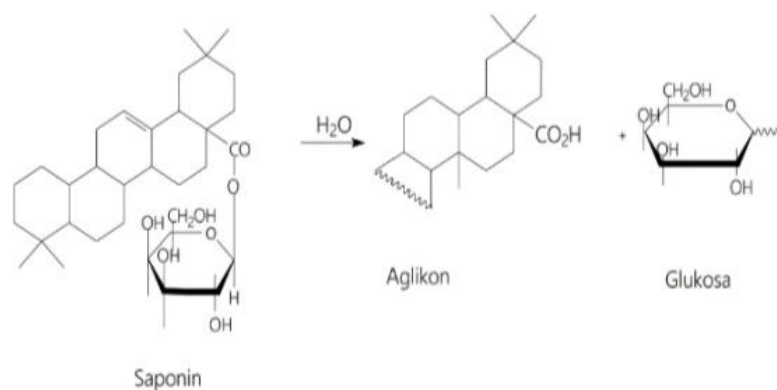
Selanjutnya uji flavonoid, sebanyak 0,2 g sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dilarutkan dengan serbuk magnesium dan HCL terjadi perubahan warna menjadi merah menunjukkan bahwa ekstrak batang sagu positif mengandung senyawa metabolit sekunder flavonoid. Hal ini sesuai dengan literatur (Mahmud *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa uji flavonoid dinyatakan positif apabila terjadi perubahan warna menjadi merah, kuning dan jingga.



Gambar 4.4 Reaksi Kimia Senyawa Flavonoid dengan Serbuk Magnesium

dan HCL (Iqbal & Jariah, 2025)

Selanjutnya uji saponin, sebanyak 0,2 g sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dilarutkan menggunakan aquadest panas muncul busa setinggi 1 cm menandakan kandungan saponin pada ekstrak batang sagu positif. Hal ini sesuai dengan literatur (Mahmud *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa uji saponin dinyatakan positif apabila timbul buih setinggi 1 cm.

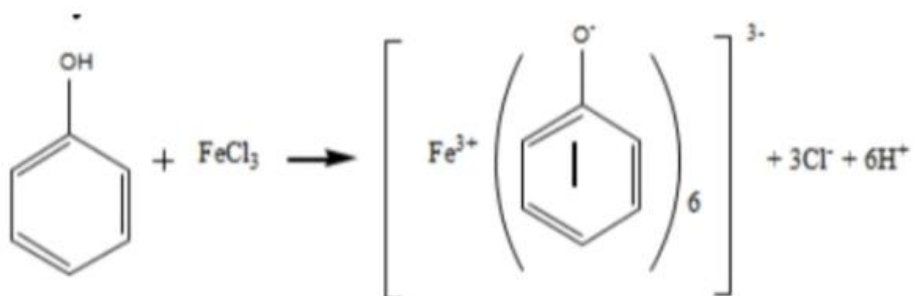


Gambar 4.5 Reaksi Kimia Senyawa Saponin dengan Aquadest (Iqbal & Jariah, 2025)

Uji Triterpenoid, sebanyak 0,2 g sampel dilarutkan dengan kloroform kemudian ditambahkan dengan larutan H_2SO_4 (asam sulfat) dan asam asetat dihasilkan warna coklat kehitaman yang berarti uji triterpenoid dinyatakan negatif. Hal ini disebabkan adanya perubahan warna oksidasi pada golongan senyawa steroid melalui pembentukan ikatan rangkap konjugasi (Mahmud *et al.*, 2022).

Uji Fenol dilakukan dengan memasukkan ekstrak batang sagu sebanyak 0,2 g ke dalam tabung reaksi kemudian dilarutkan dengan 2 mL NaOH dan ditambahkan dengan 3 tetes larutan $FeCl_3$, uji fenol dinyatakan positif karena terjadi perubahan warna menjadi hitam pekat. Hal ini sesuai dengan literatur

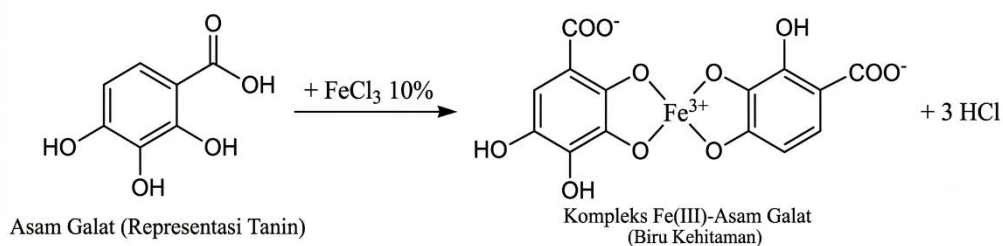
(Mahmud *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa uji fenol dinyatakan positif apabila terjadi perubahan warna menjadi hitam kebiruan atau hitam pekat.



Gambar 4.6 Reaksi Kimia Senyawa Fenol dengan Pereaksi NaOH dan FeCl_3

(Iqbal & Jariah, 2025)

Uji Tanin dilakukan dengan memasukkan 0,2 g ekstrak batang sagu ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan FeCl_3 10% terbentuk warna hitam kehijauan menandakan adanya senyawa tanin yang terkandung dalam ekstrak batang sagu. Hal ini sesuai dengan literatur (Mahmud *et al.*, 2022) uji tanin dinyatakan positif apabila terbentuknya warna biru tua atau hitam kehijauan.



Gambar 4.7 Reaksi Kimia Senyawa Tanin dengan Pereaksi FeCl_3 10% (Iqbal & Jariah, 2025)

Selanjutnya pengujian antioksidan dengan metode FRAP, sebelum melakukan pengujian antioksidan dengan metode FRAP terlebih dahulu dilakukan pembuatan larutan kurva baku dengan menimbang 25 mg asam

askorbat yang dilarutkan dengan asam oksalat 1% hingga batas labu ukur 25 ml. Selanjutnya dari larutan stok 1000 ppm diambil masing-masing 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1,0 ml dan ditempatkan dalam labu ukur 10 mL yang berbeda dan diencerkan dengan asam oksalat 1% hingga 10 mL dan dihomogenkan. Konsentrasi larutan standar 1000 ppm asam askorbat yakni 60, 70, 80, 90, 100 ppm.

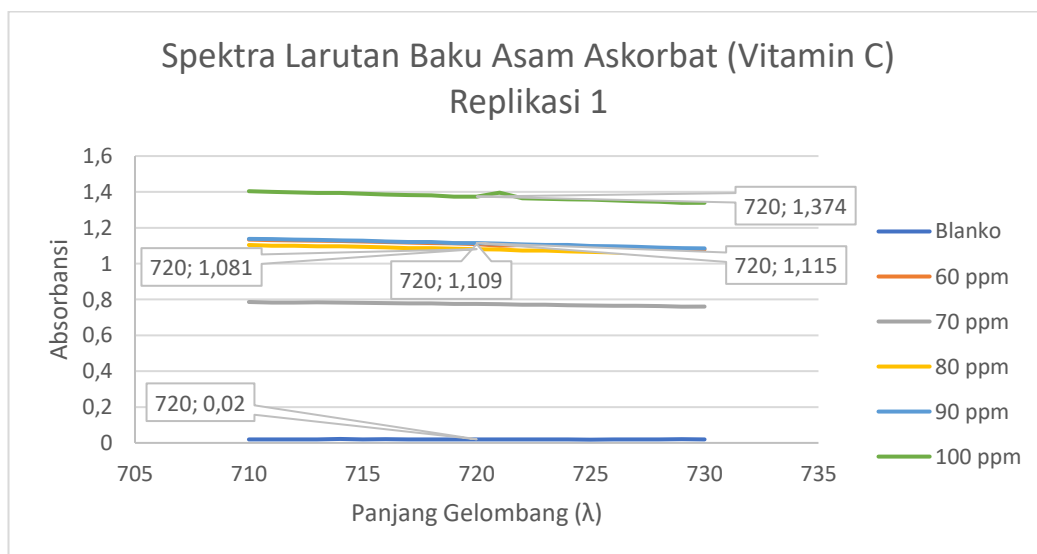
Setelah pembuatan larutan baku, selanjutnya penyiapan pada larutan yang akan digunakan untuk pengujian, antara lain larutan dapar fosfat 0,2 M pH 6,6 dengan menimbang 2 gram NaOH dan dilarutkan dengan aquades bebas CO₂ hingga tepat 250 mL dalam labu takar. Kemudian sebanyak 6,8 gram KH₂PO₄ yang dilarutkan dengan aquades bebas CO₂ 250 mL dalam labu takar. Kemudian dipipet sebanyak 16,4 mL NaOH dimasukkan dalam labu takar dan dicampurkan 50 mL KH₂PO₄, selanjutnya diukur sampai pH 6,6 dan dicukupkan dengan aquadest bebas CO₂ hingga 200 mL.

Kemudian penyiapan larutan yang kedua, yaitu larutan asam oksalat 1% dengan menimbang 1 g asam oksalat kemudian dilarutkan dalam aquadest bebas CO₂ dan dicukupkan dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya, penyiapan larutan yang ketiga, yaitu larutan kalium *ferrisianida* 1% dengan menimbang 1 g kalium *ferrisianida* kemudian dilarutkan dalam aquadest lalu dicukupkan dalam labu ukur 100 mL. Kemudian, selanjutnya penyiapan larutan FeCl₃ 0,1% dengan menimbang 0,1 g FeCl₃ kemudian dilarutkan dalam aquadest dan dicukupkan dalam labu ukur 100 mL. Kemudian yang terakhir, yaitu penyiapan larutan asam trikloroasetat (TCA) 10% dengan menimbang 10 g

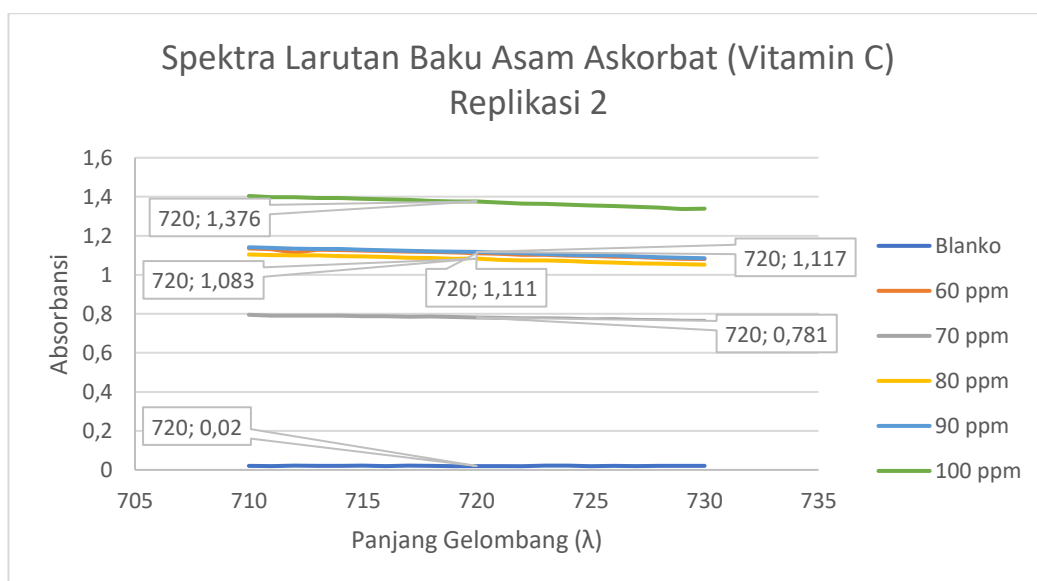
TCA kemudian dilarutkan dengan menggunakan aquadest dan dicukupkan dalam labu ukur 100 mL.

Selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode FRAP dengan cara menimbang 5 mg ekstrak dilarutkan dalam 5mL etanol 96%, lalu dipipet 1 mL, ditambahkan 1 mL dapar fosfat 0,2 M (pH 6.6) dan 1 mL $K_3Fe(CN)_6$ 1% setelah itu, diinkubasi selama 20 menit dengan suhu 50°C. Setelah diinkubasi ditambahkan 1 mL TCA lalu disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Setelah disentrifuge dipipet 1 mL lapisan bagian atas ke dalam tabung reaksi, dan ditambahkan 1 mL aquades dan 0,5 mL $FeCl_3$ 0,1%. Larutan didiamkan selama 10 menit dan diukur absorbansinya pada 720 nm. Sampel yang digunakan sebagai blangko digunakan campuran larutan oksalat. Kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan asam askorbat dengan berbagai konsentrasi. Nilai FRAP dinyatakan dalam mg equivalen asam askorbat/ g ekstrak.

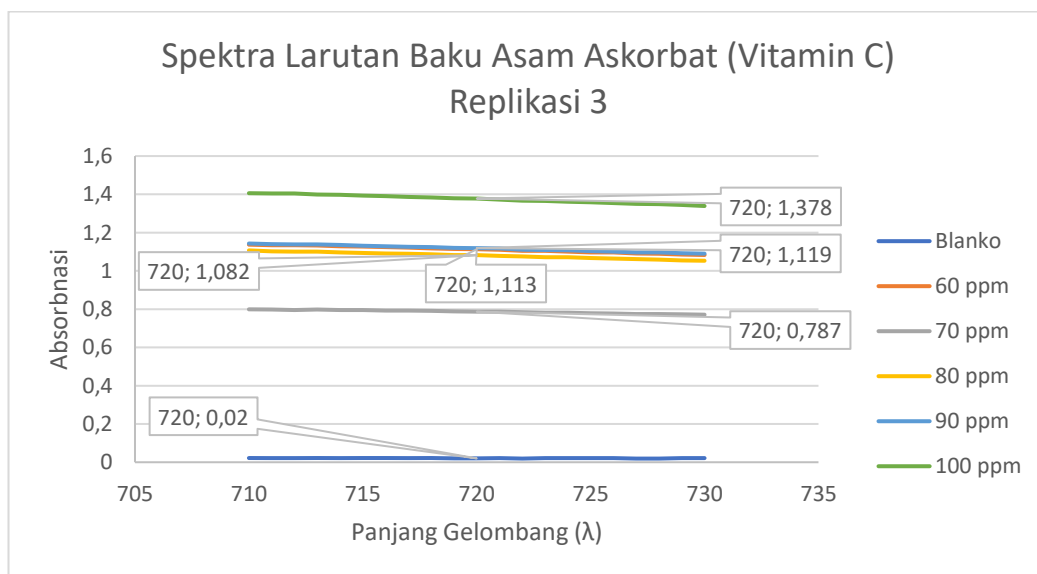
Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak batang sagu dilakukan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Metode ini didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi ion *ferri* (Fe^{3+}) menjadi ion *ferro* (Fe^{2+}). Semakin tinggi kemampuan suatu sampel dalam mereduksi ion *ferri*, maka semakin besar aktivitas antioksidan yang dimilikinya. Nilai aktivitas antioksidan pada penelitian ini dinyatakan sebagai mg *Ascorbic Acid Equivalent* (AAE) per gram ekstrak, sehingga hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dengan aktivitas antioksidan asam askorbat sebagai standar (Kamoda *et al.*, 2021).



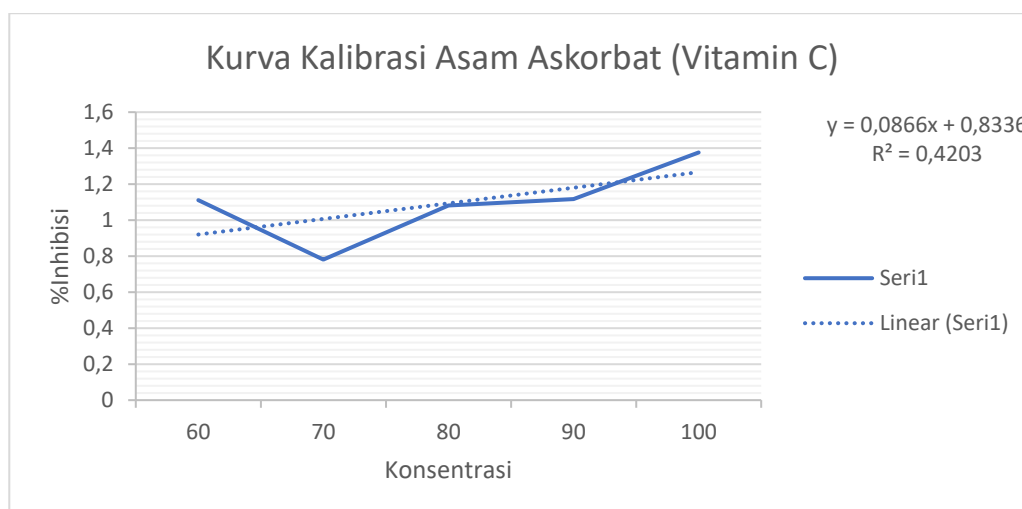
Gambar 4.8 Spektra Larutan Baku Asam Askorbat (Vitamin C) Replikasi 1



Gambar 4.9 Spektra Larutan Baku Asam Askorbat (Vitamin C) Replikasi 2



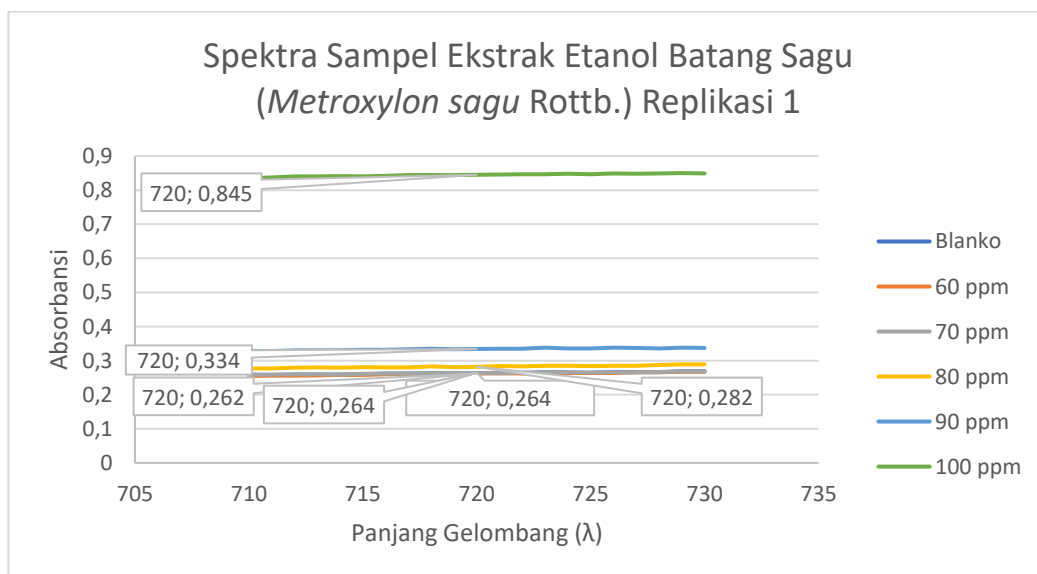
Gambar 4.10 Spektra Larutan Baku Asam Askorbat (Vitamin C) Replikasi 3



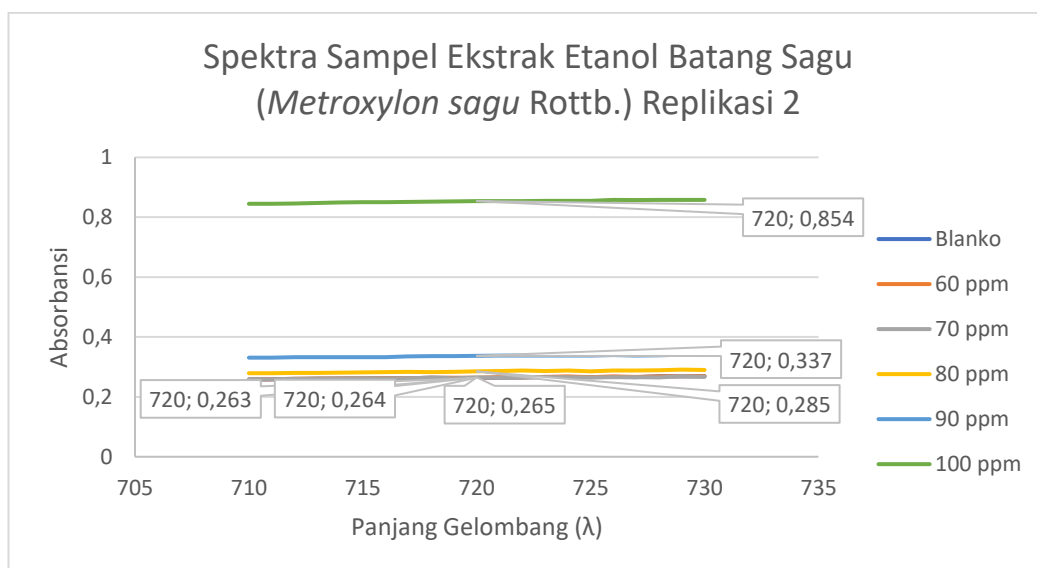
Gambar 4.11 Kurva Kalibrasi Larutan Baku Asam Askorbat (Vitamin C)

Berdasarkan grafik spektra larutan baku asam askorbat (vitamin C) pada replikasi 1, 2, dan 3, terlihat bahwa nilai absorbansi umumnya meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi asam askorbat. Pada panjang gelombang 720 nm, absorbansi blanko menunjukkan nilai yang sangat rendah, sedangkan absorbansi tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam

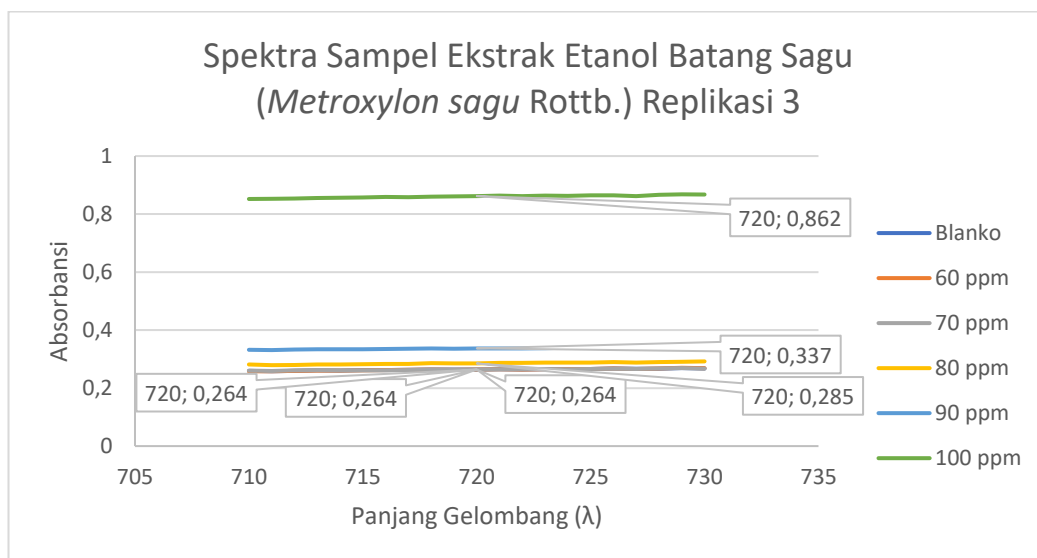
askorbat, semakin besar kemampuannya dalam mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} pada metode FRAP. Kurva kalibrasi juga menunjukkan adanya hubungan positif antara konsentrasi dan absorbansi yang ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $y = 0,0087x + 0,4006$. Meskipun terjadi penurunan absorbansi pada konsentrasi 70 ppm dan nilai $R^2 = 0,4203$ masih tergolong rendah, secara umum data menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam askorbat cenderung diikuti oleh peningkatan nilai absorbansi. Hal ini menegaskan bahwa asam askorbat memiliki aktivitas antioksidan yang semakin tinggi pada konsentrasi yang lebih besar. Hasil data diatas menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam askorbat cenderung meningkatkan nilai absorbansi yang diperoleh. Hal ini sejalan dengan penelitian (Andaririt, *et al.*, 2025) yang melaporkan adanya hubungan linear antara konsentrasi asam askorbat dan absorbansi pada kurva kalibrasi standar vitamin C. Selain itu, metode FRAP diketahui mampu mengukur kemampuan reduksi antioksidan melalui peningkatan absorbansi yang berbanding lurus dengan kapasitas antioksidan sampel (Rumpf *et al.*, 2023). Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi asam askorbat maka semakin besar kemampuan reduksinya terhadap ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} sehingga nilai absorbansi yang dihasilkan semakin tinggi.



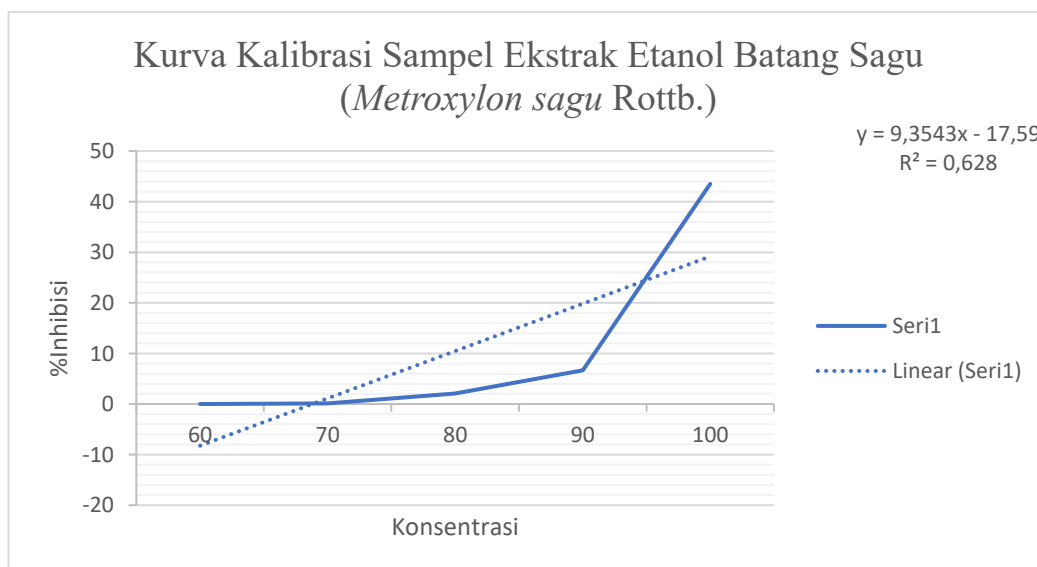
Gambar 4.12 Spektra Sampel Ekstrak Etanol Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) Replikasi 1



Gambar 4.13 Spektra Sampel Ekstrak Etanol Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) Replikasi 2



Gambar 4.14 Spektra Sampel Ekstrak Etanol Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) Replikasi 3



Gambar 4.15 Kurva Kalibrasi Ekstrak Etanol Batang Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.)

Berdasarkan hasil pengukuran, ketiga replikasi ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) menunjukkan pola absorbansi yang relatif sama dan stabil pada rentang panjang gelombang 710–730 nm. Nilai

absorbansi tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100 ppm, sedangkan konsentrasi 60–90 ppm menunjukkan nilai yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar kemampuan sampel dalam menyerap cahaya. Selain itu, perbedaan nilai absorbansi antar replikasi yang sangat kecil menunjukkan bahwa hasil pengukuran cukup konsisten dan memiliki ketelitian yang baik. Pada kurva kalibrasi, aktivitas antioksidan ekstrak juga meningkat seiring bertambahnya konsentrasi, yang ditunjukkan oleh kenaikan persentase inhibisi dari sekitar 0–7% pada konsentrasi 60–90 ppm menjadi sekitar 44% pada konsentrasi 100 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar kemampuan antioksidannya karena semakin banyak senyawa bioaktif yang berperan dalam menangkal radikal bebas. Secara keseluruhan, ekstrak etanol batang sagu menunjukkan aktivitas antioksidan yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi sampel. Berdasarkan kurva kalibrasi, peningkatan konsentrasi ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) menyebabkan meningkatnya nilai absorbansi, yang menunjukkan semakin besarnya kemampuan ekstrak dalam mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Hal ini mengindikasikan adanya senyawa antioksidan, seperti fenolik dan flavonoid, yang berperan sebagai donor elektron. Hasil ini sesuai dengan prinsip metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), yaitu semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula kapasitas antioksidan sampel (Gulcin, 2025). Selain itu, fenolik dan flavonoid diketahui memiliki kemampuan mereduksi yang berkontribusi

terhadap aktivitas antioksidan ekstrak tumbuhan (Lang et al., 2024). Oleh karena itu, peningkatan aktivitas reduksi pada konsentrasi yang lebih tinggi menunjukkan bahwa semakin banyak senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak, semakin besar pula kapasitas antioksidannya.

Alasan tidak terbentuknya peak (puncak) pada spektra asam askorbat (vitamin c) dan ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) pada replikasi 1, 2, dan 3, dikarenakan puncak absorbansi pada spektra diduga disebabkan oleh rentang pemindaian yang sempit (710–730 nm), karakteristik kompleks hasil reaksi FRAP yang memiliki pita serapan lebar, serta kemungkinan pengaruh resolusi instrumen. Pada rentang tersebut absorbansi cenderung stabil sehingga kurva yang diperoleh berbentuk datar (*plateau*) dan tidak menunjukkan puncak absorbansi yang jelas. Kondisi ini tidak memengaruhi analisis kuantitatif karena pengukuran FRAP dilakukan pada panjang gelombang optimum yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 720 nm (De Caro & Claudia, 2025).

Berdasarkan tabel 4.3, diperoleh rata-rata aktivitas antioksidan pada konsentrasi 60 ppm sebesar -17,61 mgAAE/g ekstrak, konsentrasi 70 ppm sebesar -17,49 mgAAE/g ekstrak, konsentrasi 80 ppm sebesar -13,39 mgAAE/g ekstrak, konsentrasi 90 ppm sebesar -7,42 mgAAE/g ekstrak, dan konsentrasi 100 ppm sebesar 52,03 mgAAE/g ekstrak. Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan aktivitas antioksidan seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak yang digunakan. Pada konsentrasi 60–90 ppm aktivitas antioksidan yang diperoleh masih bernilai

negatif, sedangkan pada konsentrasi 100 ppm terjadi peningkatan yang sangat signifikan hingga mencapai nilai positif sebesar 52,03 mgAAE/g ekstrak.

Hasil uji FRAP menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak etanol batang sagu pada konsentrasi 60–90 ppm masih bernilai negatif, yang menandakan kemampuan reduksi terhadap ion Fe^{3+} masih rendah. Hal ini diduga karena jumlah senyawa antioksidan yang berperan sebagai donor elektron, seperti fenolik dan flavonoid, belum cukup untuk menghasilkan aktivitas reduksi yang optimal. Nilai negatif juga dapat terjadi karena absorbansi sampel masih berada di bawah rentang kurva standar yang digunakan (Munteanu & Apetrei, 2021). Seiring peningkatan konsentrasi ekstrak dari 80 ppm hingga 90 ppm, aktivitas antioksidan menunjukkan peningkatan, yang mengindikasikan semakin banyak senyawa bioaktif yang terlarut dan berkontribusi dalam proses reduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} (Nurhayati & Qonitah, 2022). Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100 ppm, yaitu sebesar 52,03 mgAAE/g ekstrak, yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut kandungan senyawa antioksidan telah cukup untuk memberikan kemampuan reduksi yang kuat. Peningkatan ini juga ditunjukkan oleh nilai absorbansi yang lebih tinggi, sehingga menandakan terbentuknya kompleks Fe^{2+} yang lebih banyak dan kapasitas antioksidan ekstrak yang semakin besar (Alwasel & Gulcin, 2025). Hal ini mengindikasikan bahwa batang sagu berpotensi menjadi sumber antioksidan alami yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut, meskipun diperlukan penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang berperan serta

menentukan konsentrasi optimum yang mampu memberikan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi (Nurdin *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil analisis regresi diperoleh nilai IC_{50} sebesar 122,25 ppm. Nilai IC_{50} merupakan konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar 50% atau setara dengan kemampuan reduksi tertentu sesuai metode yang digunakan. Menurut klasifikasi aktivitas antioksidan yang umum digunakan, nilai IC_{50} antara 100–150 ppm termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak batang sagu memiliki kemampuan antioksidan yang cukup baik, meskipun masih lebih rendah dibandingkan antioksidan murni seperti asam askorbat yang umumnya memiliki nilai IC_{50} jauh lebih kecil (Asyraf *et al.*, 2025).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol batang sagu memiliki aktivitas antioksidan yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Aktivitas tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100 ppm dengan rata-rata sebesar 52,03 mgAAE/g ekstrak, sedangkan nilai IC_{50} sebesar 122,25 ppm mengindikasikan bahwa ekstrak batang sagu termasuk dalam kategori antioksidan sedang. Penelitian ini menunjukkan bahwa batang sagu berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber antioksidan alami yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam bidang pangan, farmasi, maupun kesehatan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pada pengujian skrining fitokimia ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) diperoleh hasil yang positif antara lain pada uji alkaloid, flavonoid, saponin, fenol dan tanin. Sedangkan pada pengujian triterpenoid tidak terbentuk atau tidak terjadi perubahan pada sampel ekstrak batang sagu.
2. Pada pengujian aktivitas antioksidan, ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) memiliki aktivitas antioksidan yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100 ppm dengan rata-rata sebesar 52,03 mgAAE/g ekstrak. Nilai IC₅₀ yang diperoleh sebesar 122,25 ppm menunjukkan bahwa ekstrak etanol batang sagu termasuk dalam kategori antioksidan sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa batang sagu berpotensi sebagai sumber antioksidan alami yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut guna mengidentifikasi senyawa aktif yang berperan sebagai antioksidan dalam ekstrak etanol batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) serta melakukan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode dan rentang konsentrasi yang lebih beragam agar diperoleh informasi yang lebih lengkap mengenai potensi dan pemanfaatannya sebagai sumber antioksidan alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyani, I. N., Mahbub, F., Trifena, A., Kanalung, P., & Ayu, F. (2025). Penetapan kadar flavonoid total dan uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit coklat dengan metode DPPH dan FRAP. *Majalah Farmaseutik*, 21(2), 213–220. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v21i2.106730>
- Alwasel, S. H., & Gulcin, I. (2025). Fe^{3+} reducing power as the most common assay for understanding the biological functions of antioxidants. *Processes*, 13(5), 1296. <https://doi.org/10.3390/pr13051296>
- Andaririt, D. R., Purnaningtyas, S. R. D., & Wijayanto, A. (2025). Validation of the UV-Vis spectrophotometric method for the determination of ascorbic acid content in beverage preparations based on a standard vitamin C calibration curve. *Open Access Health Scientific Journal*, 6(2), 249–257. <https://doi.org/10.55700/oahsj.v6i2.101>
- Aryanti, R., Perdana, F., & Syamsudin, R. A. M. R. (2021). Telaah metode pengujian aktivitas antioksidan pada daun teh hijau (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze). *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(1), 15–24. <https://doi.org/10.33084/jsm.v7i1.2024>
- Asnah, N., Megawati, M., & Parbuntari, H. (2024). Analisis *in vitro* aktivitas antioksidan ekstrak aseton dari ranting *Horsfieldia macrothyrsa* menggunakan beragam metode. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 10(2), 48–53. <https://doi.org/10.29244/jsdh.10.2.48-53>
- Asworo, R. Y., & Widwastuti, H. (2023). Pengaruh ukuran serbuk simplisia dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit sirsak.

Indonesian Journal of Pharmaceutical Education, 3(2), 256–263.

<https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.19906>

Asyraf, M. Z. A., Limanan, D., Yulianti, E., & Ferdinal, F. (2025). Uji kapasitas antioksidan pada ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) dengan metode DPPH dan FRAP. *Jurnal Sehat Indonesia (JUSINDO)*, 7(1), 172–180. <https://doi.org/10.59141/jsi.v7i01.165>

Candra, L. M. M., Andayani, Y., & Wirasisya, D. G. (2021). Effect of extraction method on total phenolic content and total flavonoid in green beans ethanol extract (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Pijar MIPA*, 16(3), 397–405. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i3.2308>

Christodoulou, M. C., Palacios, J. C. O., Hesami, G., Jafarzadeh, S., Lorenzo, J. M., Moreno, A., & Hadidi, M. (2022). Spectrophotometric methods for measurement of antioxidant activity in food and pharmaceuticals. *Antioxidants*, 11(11), 2213. <https://doi.org/10.3390/antiox11112213>

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). Sage Publications.

Dzah, C. S., Zhang, H., Gobe, V., & Asante-Donyinah, D., & Duan, Y. (2024). Anti- and pro-oxidant properties of polyphenols and their role in modulating glutathione synthesis, activity and cellular redox potential: Potential synergies for disease management. *Advances in Redox Research*, 11, 100099. <https://doi.org/10.1016/j.arres.2024.100099>

De Caro, C. A., & Claudia, H. (2025). *UV/Vis spectrophotometry*. Mettler-Toledo.

Dewi, R. K., & Bintoro, M. H. (2016). Karakter morfologi dan potensi produksi

- beberapa aksesori sagu (*Metroxylon* spp.) di Kabupaten Sorong Selatan, Papua Barat. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 44(1), 91–97.
<https://doi.org/10.24831/jai.v44i1.12508>
- Fauziyah, R., Widyasanti, A., & Rosalinda, S. (2022). Perbedaan metode ekstraksi terhadap kadar sisa pelarut dan rendemen total ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). *Kimia Padjadjaran*, 1(1),
- Firdaus, S. M., Rosyidah, M., Permadi, A., Sulistiawati, E., & Setya, B. (2024). Optimasi proses ekstraksi maserasi: Analisis terhadap variabel yang berpengaruh. *Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi (SEMNASINTEK)*.
- Gulcin, I. (2025). Antioxidants: A comprehensive review. *Archives of Toxicology*, 99(5), 1893–1997. <https://doi.org/10.1007/s00204-025-03997-2>
- Haruna, N., & Alang, H. (2022). Studi etnobotani ekonomi tanaman sagu (*Metroxylon sagu*) pada masyarakat adat Luwu di Kabupaten Luwu Sulawesi. *Bioleuser*, 9(2), 179–185. <https://doi.org/10.31849/bl.v9i2.10812>
- Ihsan, N. R. S., Aminah, A., & Abidin, Z. (2025). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth) dengan metode ferric. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 2[5] (51), 531–542.
- Iqbal, M., & Jariah, A. A. (2025). Phytochemical screening of secondary metabolite compounds in tammate leaf extract (*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.) from Pangkep Regency using various extraction methods. *Journal of Community Health Sciences*, 5(1), 59–66.
<https://doi.org/10.47679/jchs.2025107>
- Kamoda, A. P. M. D., Nindatu, M., Kusadhiani, I., Astuty, E., Rahawarin, H., &

- Asmin, E. (2021). Uji aktivitas antioksidan alga coklat *saragassum* sp. dengan metode 1, 1-difenil-2-pikrihidrasil (DPPH). *PAMERI: Patimura Medical Review*, 3(1), 60-72.
- Kasim, A., Asben, A., & Anwar, A. (2020). Review: Optimalisasi metode maserasi untuk ekstraksi tanin. *MENARA Ilmu*, XIV(2), 38–41.
- Ladjidji, S. T., Astari, C., & Zahran, I. (2023). Formulation of combined antioxidant serum preparation patikala (*Etlingera elatior*) leaves extract and black cumin seeds extract (*Nigella sativa*) by DPPH method. *Prosiding International Conference of Business, Education, Health, and Scien-Tech (ICBENS)*, 1(1), 2152–2166.
- Lang, Y., Gao, N., Zang, Z., Meng, X., Lin, Y., Yang, S., Yang, Y., Jin, Z., & Li, B. (2024). Classification and antioxidant assays of polyphenols: A review. *Journal of Future Foods*, 4(3), 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2023.07.002>
- Mahmud, R., Dunggio, T., & Arbie, Srimuliani (2022). Uji aktivitas antioksidan ekstrak ampas sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di Desa Pangi Kecamatan Dulupi Kabupaten Boalemo. *Jurnal Ilmiah Dr. Aloei Saboe*, 2(1), 23-33.
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Mutripah, S., & Badriyah, L. (2024). Pengaruh perbedaan suhu maserasi terhadap prosentase rendemen ekstrak temu kunci (*Boesenbergia rotunda* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(1), 51–60. <https://doi.org/10.56399/jst.v5i1.180>

- Nanlohy, H. Y., & Sazhin, S. S. (2025). Bio-graphene activated carbon of sago waste as a potential catalyst for crude coconut oil combustion: An experimental and quantum mechanics based study. *Results in Chemistry*, 15, 102308. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2025.102308>
- Nurdin, W. M., Rahman, A., & Rudi, L. (2024). Aktivitas antioksidan ekstrak metanol ampas sago rawa (*Metroxylon* sp.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 6(4), 614–621.
- Nurhayati, N., Qonitah, F., & Ahwan. (2022). Aktivitas antioksidan fraksi n-heksan dan fraksi kloroform ekstrak etanol daun jeruk purut (*Citrus hystrix* D.C) dengan metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 84–87. <https://doi.org/10.31764/lf.v3i1.7457>
- Nurlila, R. U., & Fua, J. L. (2021). Efek antibakteri daun sago (*Metroxylon sago* Rottb.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*, 7(2).
- Putri, I. A., & Mahfur, M. (2023). Skrining fitokimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% batang nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dengan metode DPPH. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Sciences and Clinical Research (IJPSCR)*, 1(2), 1–16.
- Putri, M. N., Kurniawan, R., Karsih, O. R., Apriliani, E., & Riswan, M. (2025). Potensi tanaman sago (*Metroxylon sago*) di Kabupaten Kepulauan Meranti: Tinjauan literatur. *Agriculture and Biological Technology (Agitech)*, 2(2), 34–39. <https://doi.org/10.61761/agitech.2.2.34-39>

- Rini, Y. C., Susilowati, F., & Amal, A. S. S. (2020). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan ekstrak air biji habbatussauda' (*Nigella sativa*). *Pharmasipha: Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, 4(1), 27–34.
- Salampe, M., Rahimah, S., Nur, S., Mamada, S. S., Biring, F. S., Keyzia, K., Matandung, F. N., Payung, D., Rahman, A. A., Wahyuddin, N., & Ivone P. V. (2025). Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun murbei (*Morus alba*). *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 11(1), 149–157. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v11i1.723>
- Siswati, L., Nizar, R., & Harmaidi, D. (2023). Potensi pemanfaatan limbah sago untuk pakan sapi di Kabupaten. *Jurnal Agribisnis*, 25(2), 173–184.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi ke-2, Cetakan ke-29). Bandung: Alfabeta.
- Triyanti, S. B., Lestari, F. P., Fitriana, P. A. N., Rostiana, H. R., Silalahi, D. D., Syalsabina, T. D., Putri, R. Y., & Saputra, I. S. (2025). Pengaruh metode ekstraksi maserasi, sonikasi, dan sokletasi terhadap nilai rendemen sampel kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 8(1), 71–78. <https://doi.org/10.24246/juses.v8i1p71-78>
- Tukayo, B. L., Wally, P. I. Y., & Wandansari, B. D. (2024). Antioxidant activity of sago (*Metroxylon sago* Rottb) pith waste. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.21776/ub.pji.2024.010.01.1>
- Zelviani, S. (2021). Analisis nilai absorbansi untuk menentukan kadar flavonoid daun jarak merah (*Jatropha gossypifolia* L.) menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Fitofarmasetika Indonesia*, 8, 56–64.