

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Indonesia adalah sebuah negara yang melimpah dengan berbagai jenis sumber daya alam hayati. Terletak di kawasan tropis, Indonesia dipenuhi dengan beragam tanaman dan pohon berbuah yang tumbuh subur di seluruh penjuru negeri. Salah satu contohnya adalah tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*), yang banyak dijumpai di daerah tropis dan tergolong sebagai semak berkayu. Tumbuhan jarak pagar sangat tahan kekeringan dan mudah dikembangbiakan dengan cara distek (Riani, 2018).

Penggunaan tumbuh-tumbuhan sebagai pengobatan tradisional di Indonesia telah berlangsung selama bertahun-tahun. Ketika dibandingkan dengan teknik pengobatan kontemporer, obat tradisional dianggap lebih aman, dan dapat berfungsi untuk mencegah berbagai penyakit, termasuk yang terkait dengan tanaman jarak pagar (Gita dan Danuji, 2021). Masyarakat secara luas memanfaatkan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) sebagai ramuan obat tradisional, terutama bagian daunnya. Secara konvensional, tanaman ini sering dipakai untuk meredakan demam, mengatasi masalah kulit, menghilangkan sakit gigi, sebagai penanggulangan kanker, menyembuhkan luka, meredakan rematik, mengatasi batuk, serta mengurangi perut kembung, dan masih banyak kegunaan lainnya. Masyarakat umumnya mengenal tanaman jarak pagar sebagai bahan obat-obatan dan beracun. Karena kandungan minyak pada bijinya, jarak pagar juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber biofuel untuk mesin diesel. Tanaman jarak memiliki beragam sebutan di Indonesia (Riani, 2018).

B. Klasifikasi Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Menurut (Mazdadi dkk., 2021) *Jatropha curcas* merupakan nama latin tanaman jarak pagar. Tanaman ini merupakan tanaman semak berkayu yang berasal dari Meksiko, Amerika Tengah yang mulai tumbuh di Indonesia dari jaman penjajahan Jepang pada tahun 1942. Klasifikasi tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) yaitu :

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Subkingdom</i>	: <i>Tracheobionta</i>
<i>Divisio</i>	: <i>Spermatophyta</i>
Subkelas	: <i>Rosidae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Euporbiales</i>
<i>Family</i>	: <i>Euporbiaceae</i>
Genus	: <i>Jatropha</i>
Spesies	: <i>Jatropha curcas</i> L.

C. Morfologi Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Di Negara Indonesia tanaman jarak pagar juga dikenal dengan sebutan jarak Paer atau jarak Wolanda. Jarak pagar (*Jatropha curcas*) merupakan tanaman perdu setinggi 1 sampai 7 meter dengan cabang tidak beraturan. Batangnya berkayu dan mengeluarkan getah bila dipotong. Kulit batangnya memiliki warna keabu-abuan, dan saat ditoreh, batang tersebut mengeluarkan getah yang mirip lateks dengan warna putih atau kekuningan. Daun jarak pagar cukup besar, panjang helai daun berkisar antara 6 hingga 16 cm dan lebar 5 hingga 15 cm. Helaian daun dari tanaman jarak pagar memiliki bentuk oval dengan pangkal yang menyerupai hati, serta memiliki sudut 3 hingga 5 atau berlekuk, dengan tepi daun yang halus dan

panjang antara 3,5 hingga 15 cm. Bunga tanaman jarak pagar tersusun dalam cabang yang lebar dan berbentuk tunggal. Tangkai bunga memiliki panjang sekitar 6 hingga 23 mm. Kelopak bunga berjumlah lima, berbentuk oval, dengan panjang sekitar 4 mm. Bunganya memiliki bentuk lonceng dengan lima kelopak mahkota. Terdapat dua jenis bunga, yaitu bunga jantan dan bunga betina (Sadik, 2023). Bentuk buahnya bisa bulat atau oval dengan panjang antara 2 hingga 3 cm, dan permukaannya terasa rata (halus). Tanaman jarak pagar memiliki antara 3 hingga 5 akar tunggang. (Riani, 2018).



(sumber : Dokumentasi Pribadi)

Gambar 1 Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

D. Kandungan Senyawa Bioaktif Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sadik dan Zulfian, 2023) dan (Rahman, 2023) diketahui bahwa hasil skrining fitokimia pada daun jarak pagar menunjukkan adanya kandungan senyawa aktif metabolit seperti alkaloid, polifenol, tanin, saponin dan flavonoid seperti kaempferol, nicotoflorin, quercetin, astragalin, risinin, serta vitamin C. Daun tanaman ini kaya akan saponin, flavonoid, tanin, epigenin, vitexsin, serta senyawa polifenol. Sementara itu, batangnya juga mengandung saponin, flavonoid, tanin, dan senyawa polifenol. Jus dari tanaman ini

mengandung tanin, saponin, dan flavonoid, sedangkan bijinya mengandung beragam senyawa alkaloid, saponin, serta protein beracun yang dikenal sebagai kurkumin. Bijinya memiliki kandungan minyak lemak antara 35 hingga 45%, yang terdiri dari berbagai trigliserida seperti asam palmitat, stearat, dan curcanolic. Ekstrak dari kulit pohon jarak pagar mengandung berbagai senyawa fitokimia, termasuk saponin, steroid, tanin, glikosida, alkaloid, dan flavonoid. Mayoritas senyawa yang dihasilkan melalui sintesis tumbuhan adalah senyawa aktif, dan ekstrak dari kulit batang jarak pagar juga mengandung saponin, steroid, tanin, glikosida, alkaloid, dan flavonoid (Rahman dkk., 2023).

Penelitian lain menurut (Sadik dkk., 2023) dan (Maulita dkk., 2015) mengungkapkan bahwa daun, buah, dan batang tanaman jarak pagar mengandung senyawa alkaloid yang dikenal sebagai jatrophin, yang memiliki potensi sebagai agen antikanker. Selain jatrophin, getah tanaman jarak pagar juga mengandung tanin yang terdapat pada batang dan tangkainya. Efek antibakteri dari ekstrak etanol daun jarak cina menunjukkan efek antibakteri, dengan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada konsentrasi 8% dan bakteri *E. coli* pada konsentrasi 5%. Senyawa-senyawa yang dihasilkan melalui proses sintesis tumbuhan sebagian besar adalah senyawa aktif yang memiliki fungsi fisiologis penting bagi tubuh. Senyawa-senyawa ini dikenal sebagai senyawa fitokimia, yang berpotensi mencegah berbagai penyakit degeneratif dan kardiovaskular. Beberapa contoh senyawa fitokimia termasuk senyawa fenolik, flavonoid, tanin, alkaloid, steroid, dan triterpenoid (Harini dkk., 2015).

E. Manfaat Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Pada penelitian terdahulu tanaman jarak pagar telah terbukti memiliki sifat antioksidan yang signifikan. Aktivitas antioksidan ini dapat dilihat dari kemampuan ekstrak kasar yang dihasilkan melalui proses maserasi dalam menghambat aktivitas radikal bebas DPPH, dengan nilai IC_{50} yang tercatat sebesar 7,2 $\mu\text{g/ml}$. Sifat antioksidan yang dimiliki oleh ekstrak daun jarak pagar dapat dimanfaatkan sebagai agen antioksidan alami, terutama dengan mengaplikasikannya dalam produk kosmetik. Mengingat bahwa jarak pagar bukanlah tanaman yang dimanfaatkan sebagai sumber pangan, penggunaan tanaman ini sebagai bahan baku untuk industri kosmetik diharapkan tidak akan memengaruhi stabilitas harga pangan (Fitri dkk., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa daun jarak pagar memiliki berbagai manfaat, termasuk sifat antioksidan, antimalaria, dan kemampuannya meredakan nyeri otot. Peneliti yang menyelidiki fraksietil dari akar dan daun jarak pagar menemukan bahwa senyawa tersebut menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat sebesar 14,3 mm (Rahman dkk., 2023).

Seluruh bagian dari tanaman jarak pagar, termasuk batang, daun, buah, dan sarinya, dapat dimanfaatkan sebagai obat untuk merawat berbagai penyakit luar. Daun tanaman jarak pagar memiliki potensi dalam mengobati infeksi dan menghentikan pendarahan dengan efektif. (Ayunda dan Rosalina, 2023). Biasanya di Masyarakat tanaman jarak pagar dimanfaatkan sebagai obat tradisional yaitu seperti penyembuhan luka dan sebagai obat kumur untuk mengatasi gusi berdarah, bau mulut, sariawan, obat demam.

F. Simplisia Kering

Simplisia adalah bahan alami yang telah dikeringkan yang memunculkan zat secara alami digunakan tanpa proses untuk tujuan terapeutik. Simplisia merupakan bahan-bahan yang berasal dari alam (natural product), baik dari tumbuhan, hewan, maupun mineral yang dikumpulkan dan kemudian keringkan. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti dijemur, diangin-anginkan, atau menggunakan oven, dengan catatan bahwa suhu pengeringan dalam oven tidak melebihi 60°C. Simplisia dapat berbentuk padat, semi padat, atau cair. Simplisia kering diekstraksi sehingga dapat mengetahui dan untuk mengambil bahan aktif yang terkandung di dalamnya. Pengolahan simplisia disesuaikan dengan jenis bahan yang digunakan sifat fisik dan kimia bahan (Moeloek, 2017). Syarat simplisia agar dapat digunakan dalam pembuatan simplisia dengan mengukur kadar air simplisia tidak lebih dari 10%.

G. Pengeringan Simplisia

Proses pengeringan adalah proses terpenting dalam pembuatan simplisia bahan alam karena pada proses pengeringan biasanya kualitas simplisia dipengaruhi. Tujuan dari proses pengeringan ini adalah untuk menurunkan kadar air, menghentikan reaksi enzimatik, serta menurunkan kualitas atau kerusakan yang mungkin terjadi pada simplisia. Dengan demikian, langkah ini bertujuan agar sampel dapat bertahan lebih lama dan kurang rentan terhadap kerusakan. Namun proses pengeringan juga dapat berdampak pada penurunan aktivitas antioksidan yang terkandung dalam suatu tanaman. Kandungan senyawa antioksidan dapat menurun atau berkurang akibat metode pengeringan, sehingga mempengaruhi suhu

yang digunakan pada saat proses pengeringan. Hal ini karena flavonoid dan antioksidan sensitif terhadap cahaya dan panas (Ariani dkk., 2022).

Metode pengeringan oven atau pengeringan dengan diangin-anginkan sinar matahari dapat mempengaruhi kandungan flavonoid, kandungan total fenolik, dan aktivitas antioksidan dari ekstrak tanaman tertentu. Tergantung pada suhu yang diterapkan, pengeringan dengan oven dapat memberikan berat kering yang konsisten lebih cepat, meningkatkan efisiensi biaya produksi, sedangkan pengeringan dengan diangin-anginkan sinar matahari dapat menawarkan keuntungan dalam hal biaya yang lebih rendah dalam waktu singkat, meskipun metode ini dapat mengakibatkan penurunan senyawa fitokimia yang terdapat dalam simplisia. Proses pengeringan perlu disesuaikan dengan jenis bahan tanaman yang akan diproses. Penggunaan metode yang tidak sesuai dapat berdampak negatif terhadap kualitas simplisia, sehingga dapat mengurangi kandungan senyawa flavonoid yang ada di dalamnya (Ariani dkk., 2022).

Proses mengeringkan bahan alam dengan menggunakan oven lebih memiliki lebih banyak manfaat atau keunggulan daripada pengeringan sinar matahari (udara terbuka). Pengeringan di oven yang dibantu dengan alat mengurangi jumlah kandungan sulfur dalam bahan, yang telah terbukti menyebabkan reaksi alergi pada mereka yang rentan terhadapnya. Proses pengeringan oven juga dikatakan memiliki pengaruh pada aktivitas antioksidan. Ini disebabkan oleh variasi konsentrasi senyawa organik dari bahan alam yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan, seperti senyawa karotenoid dan polifenol. Senyawa polifenol disebutkan dapat mengalami kerusakan pada pengeringan suhu

tinggi dan karotenoid mengalami degradasi dengan adanya paparan oksigen dalam jumlah besar (Sidoretno & Fauzana, 2018).

H. Ekstrak dan Metode Ekstraksi

Ekstrak yaitu sediaan pekat yang didapatkan dengan proses ekstraksi bahan aktif dari tumbuhan ataupun hewan menggunakan jenis pelarut yang sesuai. Terdapat berbagai jenis ekstrak, antara lain ekstrak cair, kental, dan kering. Ekstrak cair umumnya mengandung air lebih dari 30%, sementara ekstrak kental memiliki kadar air sekitar 5 hingga 30%. Di sisi lain, ekstrak kering mengandung air kurang dari 5% (Haryanto dan Riyanto, 2023).

Menurut (Haryanto dan Riyanto, 2023) terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi mutu suatu ekstrak, yaitu faktor biologis dari bahan tumbuhan dan faktor kandungan kimia dari bahan obat tersebut.

1. Faktor biologi

Kualitas ekstrak dipengaruhi oleh asal bahan, yaitu tanaman itu sendiri. Faktor biologis meliputi identitas spesies, lokasi pertumbuhan tanaman, waktu penanaman serta hasil tanaman, cara penyimpanan bahan tanaman, usia tanaman, dan bagian tanaman yang digunakan dalam ekstraksi.

2. Faktor kimia

Faktor kimia terbagi menjadi dua bagian, yaitu faktor internal yang mencakup jenis bahan aktif, komposisi bahan aktif secara kualitatif dan kuantitatif, serta rata-rata kandungan total senyawa aktif. Sementara itu, faktor eksternal melibatkan metode ekstraksi yang digunakan, ukuran alat ekstraksi, tingkat kekeringan bahan, serta jenis pelarut yang diterapkan.

Ekstraksi sendiri merupakan proses pemisahan kumpulan senyawa dari gabungan dengan pelarut yang tepat. Ketika konsentrasi bahan kimia dalam pelarut dan konsentrasi dalam simplicia tanaman sama, proses tersebut dikatakan selesai. Sehabis tahap ekstraksi, sampel dipisahkan dari pelarut pelarut melalui proses penyaringan. Pada tahap awal ekstraksi, sulit untuk memisahkan senyawa menggunakan teknik pemisahan individual guna mengisolasi senyawa tunggal. Sehingga karena itu, ekstrak awal perlu dipisahkan menjadi fraksi-fraksi berdasarkan polaritas dan ukuran molekul yang serupa. Adapun beberapa metode dalam proses ekstraksi yaitu meliputi:

a. Maserasi

Maserasi yaitu jenis metode ekstraksi yang paling umum digunakan dalam pembuatan ekstrak bahan alam, di mana senyawa dipisahkan dengan merendamnya dalam pelarut organik pada suhu tertentu. Metode ini memiliki keuntungan dalam mengisolasi senyawa alami karena prosesnya yang murah dan mudah. Selama perendaman, dinding sel dan membran sel tanaman akan melemah dan mengalami kerusakan. Metabolit sekunder di sitoplasma dapat larut ke dalam pelarut karena perbedaan tekanan antara lingkungan internal dan eksternal sel. Dalam proses ekstraksi maserasi dapat dipengaruhi beberapa faktor, termasuk suhu maserasi, durasi, dan jenis pelarut yang digunakan. Pemilihan suhu pembuatan simplisia yang tepat dapat meningkatkan rendemen tanin, sementara suhu yang terlalu tinggi dan waktu pemrosesan yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan rendemen. Selain itu, pemilihan pelarut yang sesuai juga sangat penting dalam meningkatkan jumlah tanin yang berhasil diekstraksi (Kasim dkk., 2020).

b. Infundasi

Infundasi merupakan suatu metode penyaringan dimana simplisia disaring dalam air bersuhu 90°C selama 15 menit. Cara ini sering digunakan untuk menyaring bahan aktif yang larut dalam air dari bahan herbal nabati. Infusa merupakan hasil ekstraksi yang diperoleh melalui metode infundasi. Cara ini tergolong sederhana dan banyak diterapkan oleh perusahaan obat tradisional. Dengan beberapa perubahan, teknik ini juga sering digunakan untuk menghasilkan ekstrak yang berkualitas (Sunarjo dan Haniyati, 2015).

c. Perkolasi

Perkolasi adalah metode ekstraksi simplisia menggunakan pelarut-pelarut baru yang terus-menerus mengalir melalui simplisia hingga senyawa-senyawa yang terkandung dalam simplisia terekstraksi dengan sempurna (Argita Deanggi dan Saptawati, 2023).

d. Soxhletasi

Soxhletasi adalah metode ekstraksi yang menggunakan alat Soxhlet, di mana sampel dengan pelarut diletakan secara terpisah. Prinsip dari metode ini yaitu melakukan ekstraksi secara berkelanjutan dengan memakai jumlah pelarut yang sedikit. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut yang digunakan dapat diuapkan untuk memperoleh ekstrak yang diinginkan. Pelarut yang umum dipakai dalam metode ini adalah pelarut yang memiliki sifat mudah menguap atau titik didih yang rendah. Kemudian Soxhletasi dilanjutkan dengan pemanasan pelarut tersebut untuk mengoptimalkan ekstraksi senyawa yang diinginkan (Firyanto dkk., 2020).

e. Reflux

Refluks adalah metode ekstraksi dengan bantuan pemanas dan mampu mengekstraksi andrografolid yang merupakan senyawa tahan panas. Pelarut menguap bila dilakukan pada pemanasan normal sebelum reaksi selesai. Prinsip metode refluks adalah menjaga ketersediaan pelarut yang mudah menguap selama reaksi. Pada suhu tinggi pelarut menguap namun kemudian didinginkan oleh kondensor sehingga uap mengembun dan kembali ke bejana reaksi. Sehingga pelarut tertahan selama proses ekstraksi berlangsung. (Ashari dkk., 2020).

I. Uji Fitokimia

Salah satu teknik untuk menemukan zat aktif dalam sampel tanaman adalah skrining fitokimia. Dengan mempelajari lebih lanjut tentang potensi tanaman dengan memeriksa komposisi kimianya, mekanisme biosintesis, distribusi alami, dan peran biologisnya. Dan juga dapat mengisolasi dan membandingkan komponen kimia dari berbagai spesies tanaman. Faktor-faktor seperti kesuburan tanah yang memiliki peran yang signifikan dalam menentukan kandungan kimia suatu tanaman serta seperti suhu, iklim, dan lokasi geografis. Sampel yang dianalisis dapat berasal dari berbagai bagian tanaman, termasuk daun, batang, buah, bunga, atau akar, yang sering dimanfaatkan sebagai bahan obat dalam praktik modern maupun tradisional (Muthmainnah, 2019). Skrining fitokimia berfokus pada identifikasi senyawa metabolit sekunder dalam tanaman secara kualitatif. Senyawa bioaktif yang umum ditemukan melalui uji fitokimia ada beberapa yaitu alkaloid, antrakuinon, flavonoid, kumarin, saponin, tanin, polifenol, dan minyak atsiri. Metode skrining fitokimia dilakukan dengan memeriksa reaksi perubahan warna menggunakan larutan reagen (Kusumo dkk., 2022).

Metabolisme merujuk pada seluruh rangkaian reaksi kimia yang berlangsung di dalam sel-sel makhluk hidup, mencakup proses sintesis dan degradasi senyawa kimia. Metabolit dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu metabolisme primer dan sekunder. Metabolit primer terdiri dari senyawa-senyawa yang berkontribusi langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sedangkan metabolit sekunder berasal dari jalur metabolisme yang berbeda dan dianggap penting meskipun tidak berkontribusi langsung terhadap pertumbuhan. Peran metabolit sekunder bersifat jangka panjang bagi tanaman, sering kali berfungsi sebagai mekanisme pertahanan, sekaligus memberikan sifat khas seperti warna tertentu. Selain itu, metabolit sekunder juga berfungsi sebagai penanda dan pengatur jalur metabolisme primer. (Julianto, 2019).

Penggunaan metabolit sekunder sangat beragam dalam berbagai produk, antara lain sebagai obat-obatan, kosmetik, senyawa farmasi, dan bahan kimia pertanian. Adapun contoh metabolit sekunder yang terkenal dan tersedia secara komersial termasuk penisilin dan morfin (Dalimunthe dan Rachmawan, 2017). Dalam hasil ekstraksi macerasi digunakan untuk mengidentifikasi metabolit sekunder dalam ekstrak bahan alam. Adapun senyawa kimia yang didapatkan pada bahan alam yaitu:

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan kelompok metabolit sekunder yang termasuk dalam kategori senyawa polifenol. Senyawa ini banyak dijumpai di berbagai sumber alami, seperti buah-buahan, sayuran, dan minuman tertentu. Flavonoid diketahui memiliki berbagai efek biokimia yang bermanfaat serta sifat antioksidan yang kuat, yang berperan dalam mencegah berbagai penyakit,

termasuk kanker, penyakit Alzheimer (AD), dan aterosklerosis. Selain itu, flavonoid berperan penting dalam meningkatkan kesehatan secara keseluruhan dan merupakan komponen esensial dalam berbagai aplikasi nutraceutical, farmasi, medis, dan kosmetik (Khoirunnisa dan Sumiwi, 2019).

b. Fenol

Fenol adalah senyawa fenolik dasar yang umum ditemukan dalam dunia tumbuhan. Senyawa ini mengandung satu gugus hidroksil dalam strukturnya. Fenol tergolong dalam kelompok metabolit sekunder, yang merupakan hasil turunan dari jalur metabolisme pentosa fosfat, shikimikat, dan fenilpropanoid. Aktivitas fenol sangat berkaitan dengan sifat antioksidan, karena senyawa ini memainkan peran penting dalam mekanisme aktivitas antioksidan dalam tubuh (Badriyah dkk., 2017).

c. Tanin

Tanin adalah metabolit sekunder yang terdiri dari senyawa dengan inti polihidroksifenol atau turunannya yang berupa polifenol. Tanin memiliki kemampuan untuk mengikat protein, mengendapkan, dan menghambat sintesis protein. Senyawa ini biasanya ditemukan pada bagian tertentu dari tanaman, termasuk buah, daun, batang, dan kulit kayu. Tanin berfungsi sebagai pelindung bagi tanaman, terutama selama fase pertumbuhan, dan sering terkonsentrasi pada bagian buah untuk melindungi dari predator (Sunani dan Hendriani, 2023).

d. Terpenoid

Terpenoid adalah kelompok senyawa metabolit sekunder yang memiliki efek fisiologis dan farmakologis yang signifikan. Banyak tanaman obat mengandung terpenoid, yang mencakup komponen seperti minyak atsiri dan

resin. Terpenoid memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk efek antibakteri, penghambatan sel kanker, penghambatan sintesis kolesterol, sifat anti-inflamasi, serta pengobatan gangguan menstruasi, gigitan ular, penyakit kulit, kerusakan hati, dan malaria (Mierza dkk., 2023).

e. Saponin

Kata saponin berasal dari kata Latin "*sapo*" yang berarti sabun. *Saponaria vaccaria* adalah tanaman yang menghasilkan saponin, yang digunakan untuk membuat sabun untuk mencuci. Tanaman, kehidupan laut, beberapa bakteri, dan mikroorganisme tertentu menciptakan saponin, yang merupakan molekul glikosida kompleks dengan berat molekul yang besar. (Anggraeni Putri dkk., 2023).

f. Steroid

Steroid adalah kelas senyawa penting yang memiliki struktur dasar steran, yang terdiri dari empat cincin dan tujuh belas atom karbon. Terpena atau skualena dapat mengalami reaksi reduksi untuk membentuk steroid, yang merupakan molekul lemak sterol organik yang tidak terhidrolisis. Prednisolon, deksametason, dan prednisone adalah contoh antikortikosteroid yang sering digunakan untuk mengobati peradangan. Kemampuan mereka untuk mengurangi peradangan telah membantu mengobati sejumlah penyakit inflamasi, termasuk arthritis rheumatoid, asma, dan COPD (Noer, 2016).

g. Alkaloid

Alkaloid yaitu zat dasar yang memiliki satu atau lebih atom nitrogen, biasanya dalam kombinasi, sebagai komponen dari sistem siklik (Noer, 2016) .

J. Senyawa Antioksidan

Senyawa yang memiliki kemampuan untuk menyerap atau menetralkan radikal bebas disebut antioksidan, berperan krusial dalam pencegahan berbagai penyakit degeneratif, termasuk penyakit kardiovaskular, kanker, dan lain-lain. Senyawa ini sangat vital bagi tubuh karena kemampuannya untuk melawan radikal bebas dan melindungi lipid, protein, dan sel dari kerusakan. Susunan kimia antibodi memungkinkan mereka untuk memberikan elektron kepada radikal bebas tanpa mengganggu fungsi normalnya, sekaligus memutus rantai reaksi radikal bebas. Saat ini, banyak antioksidan alami ditemukan dalam tanaman hijau (Pratiwi dkk., 2023). Molekul kompleks penyusun antioksidan terdiri dari, seperti superoksida dismutase, katalase, dan peroksiredoksin, serta senyawa sederhana seperti glutathione dan vitamin (A, C, E, serta β -karoten). Selain antioksidan enzimatis, terdapat pula antioksidan nonenzimatis, antioksidan non-enzimatis banyak ditemukan dalam sayur-sayuran, buah, biji, dan kacang. Beberapa senyawa kimia, termasuk antioksidan alami, berasal dari berbagai kelompok senyawa tumbuhan yang berbeda (Pratiwi dkk., 2023).

Tubuh manusia tidak dapat memproduksi antioksidan alami dan senyawa metabolit sekunder secara mandiri, sehingga zat-zat tersebut harus diperoleh melalui asupan makanan seperti rempah-rempah, buahan, dan sayur. Antioksidan yang berasal dari tumbuhan merupakan kelompok besar senyawa bioaktif yang meliputi flavonoid, senyawa fenolik, senyawa yang mengandung sulfur, tanin, alkaloid, diterpen fenolik, dan vitamin. Oleh karena itu, penting untuk mendapatkan antioksidan dari sumber eksternal guna mendukung sistem pertahanan tubuh terhadap radikal bebas (Hasyim Ibroham dkk., 2022). Mekanisme umum kerja

antioksidan adalah menghambat proses oksidasi lemak. Antioksidan alami dapat ditemukan di berbagai bagian tanaman, termasuk kulit kayu, batang, daun, bunga, buah, dan akar. Salah satu kelompok utama dari antioksidan alami adalah senyawa fenolik. Senyawa fenolik termasuk dalam kelompok senyawa terbesar yang berfungsi sebagai antioksidan alami pada tumbuhan. Senyawa ini memiliki satu cincin fenolik (fenol) atau lebih dari satu cincin (polifenol), yang terdiri dari gugus hidroksil yang terikat pada struktur cincin aromatik. Karakteristik ini memungkinkan senyawa fenolik mudah teroksidasi dengan cara mendonorkan atom hidrogen kepada radikal bebas. (Dhurhanian dan Novianto, 2018).

Menurut penelitian oleh (Maruya Kusuma dkk., 2022), untuk melawan bahaya radikal bebas, baik yang bersumber dari luar (eksogen) maupun dari dalam tubuh (endogen), manusia telah mengembangkan sistem pertahanan berupa sistem antioksidan yang terdiri dari tiga golongan utama., yaitu:

1. Antioksidan primer, merupakan antioksidan yang mencegah pembentukan radikal bebas lebih lanjut (proliferasi).
2. Antioksidan sekunder, yaitu antioksidan yang menangkal radikal bebas dan menghentikan pembentukan radikal bebas.
3. Antioksidan tersier adalah antioksidan yang mempunyai fungsi memperbaiki jaringan tubuh yang rusak akibat radikal bebas.

Untuk menentukan aktivitas antioksidan dalam sampel, biasanya digunakan metode 2,2-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), yang merupakan teknik umum dalam penelitian ini. DPPH adalah senyawa radikal bebas yang stabil, dan metode ini memberikan informasi mengenai reaktivitas senyawa yang diuji terhadap gugus radikal yang stabil. Metode DPPH adalah salah satu teknik in vitro yang banyak

dipilih untuk menguji aktivitas antioksidan karena kepraktisannya, kemudahan, kecepatan, sensitivitas, serta kebutuhan sampel yang relatif sedikit (Kang Sing Lung dan Pramita Destiani, 2015).

Prinsip dasar dari metode DPPH yaitu bahwa radikal DPPH menerima atom hidrogen dari senyawa antioksidan, yang kemudian mengubah DPPH menjadi bentuk tereduksi yang tidak memiliki sifat radikal (Puspitasari dan Yulia, 2016). Metode ini berfokus pada proses reduksi radikal bebas DPPH yang larut dalam pelarut. Larutan DPPH memiliki warna ungu. Ketika larutan ini berinteraksi dengan senyawa donor elektron (antioksidan), radikal bebas DPPH akan tereduksi, sehingga warna ungu larutan akan memudar dan berganti dengan warna kuning yang berasal dari gugus pikril dalam struktur DPPH. Reduksi ini menandakan telah terjadi peredaman radikal bebas oleh antioksidan yang ada dalam sampel uji. Semakin besar tingkat reduksi DPPH, maka semakin kuat kemampuan zat tersebut sebagai pelarut radikal bebas (Wulan dkk., 2019).

Dalam metode DPPH, nilai IC_{50} digunakan sebagai parameter untuk mengukur konsentrasi senyawa antioksidan yang dapat menghambat 50% proses oksidasi. Semakin rendah nilai IC_{50} yang diperoleh, semakin tinggi aktivitas antioksidan yang dimiliki senyawa tersebut. Selanjutnya, sebuah kurva yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi dan persentase inhibisi dibuat untuk menentukan nilai Inhibitory Concentration 50% (IC_{50}).

Tabel 1	
Nilai IC ₅₀ (<i>Inhibition Concentration 50%</i>)	
Nilai IC ₅₀	Kategori
<50	Sangat Kuat
50-100	Kuat
100-150	Sedang
150-200	Lemah

Berdasarkan tabel 1 Secara khusus, suatu senyawa diklasifikasikan sebagai antioksidan sangat kuat jika memiliki nilai IC₅₀ kurang dari 50 ppm, kuat jika berada pada kisaran 50 sampai dengan 100 ppm, sedang jika IC₅₀ berada pada kisaran 100 sampai dengan 150 ppm, dan lemah jika nilai IC₅₀ berada di kisaran 150 sampai dengan 200 ppm.

K. Radikal Bebas

Oksidasi dan pembakaran sel selama respirasi, metabolisme seluler, aktivitas fisik yang berlebihan, peradangan, dan paparan terhadap racun eksternal semuanya menghasilkan produksi radikal bebas di dalam tubuh seperti sinar matahari, logam berat, asap rokok, emisi kendaraan, serta makanan yang terkontaminasi semuanya menyebabkan tubuh memproduksi radikal bebas. Radikal bebas yaitu suatu atom/molekul yang mempunyai electron tidak berpasangan. Elektron yang tidak berpasangan ini dapat meningkatkan reaktivitas suatu bahan atau molekul. Radikal bebas dapat disebut juga sebagai oksigen reaktif yang terus-menerus beredar di dalam tubuh dan muncul sebagai efek pengaruh dari berbagai jenis reaksi yang terjadi di dalam tubuh manusia. Namun, ketika molekul sel mengalami kekurangan elektron, mereka pun bertransformasi menjadi radikal bebas. Umumnya dalam kondisi normal, radikal bebas dikeluarkan dari tubuh melalui proses antioksidan. Jika terjadi gangguan mekanisme alami ini maka

radikal bebas akan terakumulasi secara berlebihan dan menyebabkan timbulnya beberapa penyakit (Fakriah dkk., 2019).

Radikal bebas dapat terbentuk melalui proses metabolisme tubuh, yang merupakan faktor internal, tetapi juga dapat bersumber dari faktor eksternal seperti polusi udara, paparan sinar UV, atau pola hidup yang tidak sehat. Penyakit yang berkaitan dengan radikal bebas cenderung bersifat kronis, memerlukan waktu lama untuk muncul, dan dapat bersifat penumpukan. Kanker, katarak, serangan jantung, dan gangguan fungsi ginjal adalah beberapa penyakit yang sering dikaitkan dengan radikal bebas. Radikal yang mengambil elektron dalam tubuh manusia dapat merusak struktur asam deoksiribonukleat (DNA), yang dapat menyebabkan mutasi sel. Kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas meliputi: (Fakriah dkk., 2019):

1. Kerusakan struktur *Deoxy Nucleic Acid* (DNA) pada inti sel. Radikal bebas menyebabkan pembelahan sel terganggu sehingga terjadinya perubahan abnormal yang mengenai gen tertentu dalam tubuh yang menyebabkan penyakit kanker. Dimana senyawa radikal bebas merupakan salah satu penyebab keruskannya
2. Kerusakan membrane sel. Radikal bebas dapat merusak membrane sel yang mengakibatkan struktur dan fungsi membrane akan berubah, yang lebih ekstrim adalah mematikan sel-sel pada jaringan tubuh. Komponen membrane sel mengandung asam lemak tak jenuh ganda yang sangat rentan terhadap serangan radikal bebas.
3. Kerusakan protein. Serangan radikal bebas dapat memicu kerusakan yang mengakibatkan oksidasi protein yang menyebabkan kerusakan jaringan tempat

protein itu berada. Dapat dicontohkan seperti kerusakan protein pada lensa mata yang mengakibatkan katarak.

4. Kerusakan akibat peroksidasi lipid. Lemak tak jenuh yang disebut radikal bebas menyebabkan nutrisi bereaksi dalam tubuh, menghasilkan peroksida. Salah satu penyebab utama dari banyak penyakit degeneratif adalah kerusakan sel yang disebabkan oleh mekanisme ini.
5. Dapat mengakibatkan gangguan autoimun. Ketika antibodi melekat pada sel-sel tubuh yang sehat, jaringan tubuh tidak berfungsi dengan baik, mengakibatkan gangguan autoimun.
6. Proses penuaan. Tingginya kadar radikal bebas, sehingga menyulitkan tubuh untuk mengatasinya, menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif ini merupakan penyebab utama berbagai penyakit, seperti stroke, penyakit jantung, hipertensi, preeklamsia, dan kanker. Paparan radikal bebas dalam tubuh manusia bersifat kumulatif dan dapat menimbulkan penyakit ketika sistem imun tidak lagi mampu mentolerir keberadaan senyawa radikal bebas.

L. Faktor Yang Mempengaruhi Aktivitas Antioksidan

Proses yang memegang peranan penting terhadap pemeriksaan aktivitas antioksidan. Mutu simplisia sangat dipengaruhi oleh proses pengeringan yang berpengaruh terhadap kandungan Aktivitas farmakologis dan kekayaan senyawa kimia dari tanaman obat terutama yang memiliki sifat antioksidan. Teknik pengeringan yang digunakan dapat mempengaruhi total kandungan fenolik dan flavonoid simplicia, yang terkait dengan aktivitas dan stabilitas antioksidan (Luliana dkk., 2016).

Standardisasi ekstrak adalah proses yang dilakukan untuk memastikan bahwa suatu ekstrak tumbuhan memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan. Persyaratan mutu ini dapat diidentifikasi melalui penggunaan berbagai parameter tertentu. Oleh karena itu, standardisasi sangat penting untuk terus menerus mengenali dan memahami nilai dari parameter-parameter tersebut. Proses standarisasi ekstrak daun jarak pagar dapat dilakukan dengan membandingkannya dengan perpustakaan khusus yang menyimpan informasi tentang ekstrak tumbuhan obat (Sadik dkk., 2023). Penelitian mengenai pengaruh suhu pengeringan terhadap aktivitas antioksidan telah dilakukan pada sampel daun matoa. Dalam penelitian ini, suhu pengeringan yang diuji adalah 30°C, 60°C, dan 90°C. Hasilnya menunjukkan bahwa pada suhu 60°C, nilai IC₅₀ yang diperoleh adalah yang terendah, yaitu 49,3608 ppm, yang mengindikasikan bahwa ekstrak tersebut tergolong sebagai antioksidan yang sangat kuat (Rahmayulis dkk., 2024).