

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.)



Gambar 2. 1 Biji Tanaman Kelor (Krisnadi, 2015)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kelor

Tanaman kelor diklasifikasikan sebagai berikut

(Marhaeni, 2021) :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Klas : Dicotyledoneae

Ordo : Brassicales

Familia : Moringaceae

Genus : Moringa

Spesies : *Moringa oleifera* Lam

Kelor (*Moringa oleifera* L.) berasal dari India utara dan kini telah banyak dibudidayakan di berbagai daerah tropis, termasuk Indonesia, karena mampu beradaptasi dengan baik. Di

Indonesia, tanaman kelor dikenal dengan berbagai nama di beberapa daerah, seperti kelor (Jawa, Sunda, Bali, Lampung), maronggih (Madura), moltong (Flores), keloro (Bugis), ongge (Bima), murong atau barunggai (Sumatera), dan hau fo (Timur). Kelor termasuk dalam spesies dari keluarga monogenerik Moringaceae, yang merupakan jenis paling banyak dibudidayakan. Tanaman ini berasal dari wilayah sub-Himalaya di India, Pakistan, Bangladesh, dan Afghanistan (Marhaeni, 2021).

2.1.2 Morfologi Tanaman Kelor

Kelor (*Moringa oleifera* L.) adalah tumbuhan perdu yang dapat tumbuh sebagai semak atau pohon dengan umur panjang, dan dapat mencapai tinggi antara 7 hingga 11 meter (Krisnadi, 2015). Pohon kelor termasuk dalam kategori kayu lunak, dengan diameter mencapai 30 cm, serta kualitas kayunya tergolong rendah. Daun kelor memiliki ciri khas berjenis sirip tidak sempurna, berukuran kecil, serta berbentuk bulat telur hingga bulat telur terbalik, dengan ukuran sekitar ujung jari. Helai daun berwarna hijau hingga hijau kecokelatan, dengan panjang berkisar antara 1 hingga 3 cm dan lebar antara 4 mm hingga 1 cm. Ujung daun memiliki bentuk tumpul, pangkal daun membulat, dan tepi daun rata (Marhaeni, 2021).

Kulit akar tanaman ini memiliki rasa dan aroma yang tajam serta pedas. Bagian dalamnya berwarna kuning pucat dengan garis-garis halus yang terlihat jelas ketika dilihat dari sisi melintang. Akar tanaman ini tidak keras dan memiliki bentuk yang tidak teratur, dengan permukaan luar yang sedikit licin, sementara bagian dalamnya berserabut. Bagian kayu akarnya berwarna coklat muda atau krem, berserat, dan biasanya terpisah satu sama lain. Biji kelor berbentuk segitiga, memiliki panjang sekitar 20 hingga 60 cm dan berwarna hijau. Akar kelor sendiri adalah akar tunggang yang berwarna putih, memiliki bentuk menyerupai lobak, serta mengeluarkan bau tajam dan rasa pedas (Krisnadi, 2015).

2.1.3 Kandungan Tanaman Kelor

Kelor merupakan sumber antioksidan alami yang kaya akan berbagai senyawa seperti vitamin C, flavonoid, fenolik, dan karotenoid. Tanaman ini mengandung konsentrasi tinggi dari sejumlah nutrisi penting, antara lain estrogen, β -sitosterol, serta mineral seperti zat besi, kalsium, fosfor, dan tembaga. Selain itu, kelor juga mengandung vitamin A, B, dan α -tokoferol. Di dalamnya juga mengandung terdapat riboflavin, asam nikotinat, asam folat, piridoksin, β -karoten, protein, serta asam amino esensial seperti metionin, sistein, triptofan, dan lisin yang terdapat pada daun dan polongnya. Biji kelor sendiri kaya akan alkaloid

dan juga mengandung vitamin A, B1, B2, serta C di dalam sel-sel tertentu. Komposisi kimia lainnya meliputi berbagai asam amino, termasuk asam aspartat, asam glutamat, alanin, valin, leusin, isoleusin, histidin, lisin, arginin, fenilalanin, triptofan, sistein, dan metionin (Ma'ruf *et al.*, 2016).

2.1.4 Manfaat Tanaman Kelor

Pohon kelor memiliki daun dengan kandungan nutrisi yang paling lengkap dibandingkan tumbuhan lainnya. Selain mengandung vitamin dan mineral, daun kelor juga kaya akan semua jenis asam amino esensial, yaitu asam amino yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia. Dengan kandungan nutrisi tersebut, daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai makanan alternatif dalam penanganan kasus malnutrisi. Di Indonesia, daun kelor digunakan untuk mengatasi berbagai kondisi kesehatan, seperti menurunkan kadar kolesterol, mengobati diare, disentri, kolitis, gonore, sakit kepala, anemia, iritasi, dan infeksi. Selain itu, daun kelor juga memiliki sifat antialergi, antikarsinogenik, antihelmintik, dan antiinflamasi (Ma'ruf *et al.*, 2016).

Biji kelor, yang kaya akan minyak nabati, memiliki banyak manfaat kesehatan. Biji ini dapat digunakan sebagai obat penurun kolesterol, mengurangi risiko penyakit jantung koroner, bahan tambahan kosmetik, serta sebagai minyak makan dan biodiesel (Salman *et al.*, 2023). Secara farmakologis, kelor

memiliki sejumlah efek yang bermanfaat, diantaranya sebagai antiinflamasi, antipiretik, dan antiskorbut (Ma'ruf *et al.*, 2016).

2.2 Tanaman Sirih Cina (*Peperomia pellucida* L.)



Gambar 2. 2 Tanaman Sirih Cina (Phuoc Minh, 2019)

2.2.1 Klasifikasi Tanaman Sirih Cina

Menurut (Sarjani *et al.*, 2017), klasifikasi tanaman sirih cina (*Peperomia pellucida* L. Kunth) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Magnoliidae
Ordo	: Piperales
Famili	: Piperaceae
Genus	: Peperomia
Spesies	: <i>Peperomia pellucida</i> L. Kunth

2.2.2 Morfologi Tanaman Sirih Cina

Tanaman sirih cina (*Peperomia pellucida* L. Kunth) merupakan tumbuhan liar jenis herbaceous yang termasuk dalam keluarga Piperaceae. Tanaman ini mudah dikenali dengan tinggi berkisar antara 10 hingga 15 cm dan dapat mencapai hingga 30 cm. Batangnya bersifat lunak, berair, serta mengkilap. Pada bagian ujung batang, biasanya tumbuh bunga majemuk yang menyerupai bunga pada tanaman sirih. Berdasarkan klasifikasinya, tanaman ini termasuk dalam kelompok tumbuhan dikotil dan tergolong ke dalam jenis kamaefit (*chamaephyte*), yaitu semak kecil dengan cabang-cabang yang bertahan pada ketinggian kurang dari 25 cm di atas permukaan tanah (Sarjani *et al.*, 2017).

Daun tanaman suruhan berbentuk seperti jantung dengan tiga tulang daun utama dan berwarna hijau muda. Ujung daunnya meruncing, sementara pangkalnya bertoreh. Bunga tanaman ini berbentuk bulir yang tersusun dalam rangkaian berwarna hijau dan biasanya muncul di bagian ujung batang atau ketiak daun. Proses perkembangbiakan tanaman suruhan dilakukan melalui biji (Sarjani *et al.*, 2017).

2.2.3 Kandungan Tanaman Sirih Cina

Tanaman sirih cina diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder seperti alkaloid, tanin, resin, flavonoid,

steroid, fenol, dan glikosida (Mulyani *et al.*, 2018). Beragam senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, senyawa fenolik, dan terpenoid diketahui memiliki potensi yang signifikan untuk dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan alami (Purwanto *et al.*, 2017). Selain itu, berdasarkan analisis, tanaman sirih cina juga diketahui mengandung zat proksimat, karbohidrat, kalsium, dan besi (Puluhulawa *et al.*, 2021).

2.2.4 Manfaat Tanaman Sirih Cina

Tumbuhan sirih cina (*Peperomia pellucida L.*) secara tradisional telah digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, seperti abses, bisul, jerawat, radang kulit, penyakit ginjal, asam urat, dan sakit perut. Selain itu, beragam penelitian telah dilakukan yang menunjukkan bahwa sirih cina memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk sebagai analgesik, antipiretik, antiinflamasi, hipoglikemik, antijamur, antimikroba, antikanker, hipoglikemik, antioksidan, antihipertensi, antidiabetik, dan antibakteri (Khair Ahsan *et al.*, 2024).

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan yang didasarkan pada perbedaan kemampuan larut komponen-komponen dalam suatu campuran (Aji *et al.*, 2017). Teknik ini merupakan metode pemisahan kimia yang digunakan untuk mengambil satu atau lebih senyawa dari sampel menggunakan pelarut yang sesuai. Umumnya, proses ekstraksi

akan lebih efektif jika permukaan serbuk simplisia yang kontak dengan pelarut lebih luas. Oleh karena itu, semakin halus ukuran serbuk simplisia, semakin baik proses ekstraksinya (Febriana & Oktavia, 2019).

2.3.1 Metode Ekstraksi

Metode ekstraksi dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu ekstraksi tanpa pemanasan dan ekstraksi dengan pemanasan (Safitri *et al.*, 2018). Ekstraksi tanpa pemanasan bertujuan untuk menghindari kerusakan senyawa aktif selama proses berlangsung, sementara ekstraksi dengan pemanasan bertujuan untuk mempercepat proses ekstraksi dengan menggunakan suhu tinggi (Rahayu, 2017). Contoh metode ekstraksi dengan pemanasan meliputi refluks, soxhlet, digesti, infusa, dan dekoktasi, sedangkan metode tanpa pemanasan meliputi maserasi dan perkolasi (Depkes RI, 2000).

a. Ekstraksi tanpa pemanasan:

1) Maserasi

Maserasi adalah metode ekstraksi di mana simplisia direndam dalam pelarut dengan pengadukan atau pengocokan pada suhu ruang. Maserasi dapat dilakukan secara berulang (remaserasi) dengan menambahkan pelarut baru setelah proses penyaringan awal (Depkes RI, 2000).

2) Perkolasi

Perkolasi adalah metode di mana pelarut baru terus ditambahkan secara bertahap pada suhu ruang hingga ekstraksi selesai. Proses ini melalui beberapa tahapan, yaitu pengembangan bahan, maserasi awal, dan perkolasi hingga diperoleh ekstrak sempurna (Depkes RI, 2000).

b. Ekstraksi dengan pemanasan:

1) Refluks

Refluks merupakan metode ekstraksi di mana simplisia diekstrak menggunakan pelarut pada suhu titik didih dalam waktu tertentu. Proses ini biasanya diulang beberapa kali untuk memastikan ekstraksi sempurna (Depkes RI, 2000).

2) Soxhlet

Soxhlet adalah metode ekstraksi kontinu di mana pelarut segar secara terus-menerus mengalir melalui simplisia. Metode ini menggunakan alat khusus dan mempertahankan volume pelarut yang tetap (Depkes RI, 2000).

3) Infusa

Infusa adalah metode ekstraksi yang menggunakan air sebagai pelarut pada suhu 96-98°C selama 15-20 menit. Metode ini memiliki keunggulan berupa alat yang

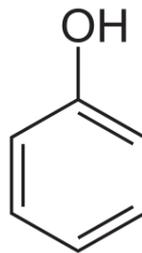
sederhana dan biaya operasional rendah (A. B. Dewi *et al.*, 2022).

4) Dekokta

Dekokta adalah metode ekstraksi dengan cara merebus simplisia dalam air pada suhu 90-95°C selama lebih dari 30 menit. Dekoktasi sering digunakan untuk bahan yang membutuhkan waktu ekstraksi lebih lama dibandingkan infusa (A. B. Dewi *et al.*, 2022).

2.4 Senyawa Fenolik

Senyawa polifenol merupakan kelompok metabolit sekunder terbesar yang ditemukan pada tanaman. Senyawa fenol tersusun dari cincin aromatik yang dilengkapi dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Struktur senyawa fenol dapat bervariasi, mulai dari bentuk sederhana hingga struktur yang lebih kompleks seperti tanin dan lignin (R. Nugrahani *et al.*, 2016). Senyawa fenolik (C_6H_5OH) diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan dan termasuk dalam kelompok fitokimia utama pada tumbuhan. Kemampuan senyawa ini untuk meregenerasi oksigen aktif berasal dari cincin aromatik yang mengandung gugus hidroksil yang berfungsi sebagai donor elektron (Indra *et al.*, 2019).



Gambar 2. 3 Struktur Fenol (Eka & Wayan, 2022)

Struktur molekul senyawa fenolik berkisar dari molekul sederhana hingga polimer kompleks dengan massa molekul yang relatif besar. Senyawa ini memiliki peran penting dalam fisiologi dan morfologi tanaman termasuk sebagai fitoaleksin, agen pematik serangga, regulator pigmentasi, serta agen antioksidan dan pelindung dari sinar ultraviolet (M. Sari *et al.*, 2021).

Senyawa fenolik alami biasanya ada dalam bentuk polifenol, membentuk eter. Ester atau antara lain flavonoidlignin, tanin, tokofenol, kumarin, turunan asam, asam organik sinamat dan polifungsional (Luringunusa *et al.*, 2023). Secara kimia, senyawa fenolik terdiri dari cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil (OH-) yang menjadikannya bagian dari kelompok turunan fungsional. Sifatnya yang cenderung larut dalam air membuat senyawa ini sering kali terikat dengan gula sebagai glikosida dan tersimpan di vakuola sel. Namun, terdapat pula senyawa fenol tertentu yang bersifat lipofilik (Mahardani & Yuanita, 2021).

2.5 Antioksidan

2.5.1 Definisi Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang berfungsi untuk menyerap atau menetralkan radikal bebas sehingga mampu mencegah terjadinya berbagai penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskular, karsinogenesis, dan gangguan lainnya. Senyawa antioksidan diperlukan oleh tubuh untuk menetralkan radikal bebas dan melindungi sel-sel normal, protein, serta lemak dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas. Senyawa ini memiliki struktur molekul yang memungkinkan untuk menyumbangkan elektron kepada molekul radikal bebas tanpa mengganggu fungsinya, sehingga mampu memutus reaksi berantai yang dihasilkan oleh radikal bebas (Pratiwi *et al.*, 2023).

Antioksidan dapat berupa molekul kompleks seperti superoksida dismutase, katalase, dan peroksiredoksin, maupun senyawa sederhana seperti glutathion, vitamin (A, C, E, dan β -karoten), serta senyawa lain seperti flavonoid, albumin, bilirubin, dan seruplasmin (Pratiwi *et al.*, 2023). Selain antioksidan enzimatis, terdapat pula antioksidan non-enzimatis yang dapat berupa senyawa nutrisi maupun non-nutrisi. Antioksidan non-enzimatis ini umumnya ditemukan dalam sayuran, buah-buahan, biji-bijian, dan kacang-kacangan. Beberapa senyawa kimia yang termasuk dalam kelompok antioksidan dan ditemukan pada

tanaman di antaranya adalah polifenol, bioflavonoid, asam askorbat, vitamin E, betakaroten, katekin, dan lainnya (Iga *et al.*, 2021).

2.5.2 Sumber Antioksidan

a. Eksogen

Antioksidan eksogen merupakan senyawa antioksidan yang diperoleh dari luar tubuh. Senyawa ini berperan dalam membantu memulihkan keseimbangan sistem pertahanan terhadap oksidan. Sumber utama antioksidan eksogen meliputi rempah-rempah seperti jahe, temulawak, dan kunyit yang kaya akan senyawa aktif seperti kurkumin dan *zingiberene*, serta buah-buahan dan sayuran berwarna yang mengandung antosianin dan karotenoid (Nurkhasanah *et al.*, 2023).

b. Endogen

Antioksidan endogen adalah jenis antioksidan yang secara alami diproduksi di dalam tubuh. Senyawa ini meliputi enzim-enzim seperti superoksida dismutase (SOD), *glutathione peroxidase* (GPx), dan katalase (CAT), serta senyawa non-enzimatik berupa *glutathion*. Berdasarkan beberapa penelitian, peningkatan kadar oksigen reaktif mendorong enzim-enzim tersebut bekerja lebih intensif untuk

menetralisir radikal bebas yang berpotensi merusak sel tubuh (Nurkhasanah *et al.*, 2023).

2.5.3 Jenis-Jenis Antioksidan

Berdasarkan mekanisme kerja dan fungsinya, antioksidan dibedakan menjadi tiga, yaitu :

a. Antioksidan Primer

Antioksidan primer berfungsi sebagai pemutus reaksi berantai dengan mengubah radikal bebas lipid menjadi senyawa yang lebih stabil. Mekanismenya melibatkan pemberian atom hidrogen secara cepat pada radikal lipid, sehingga mencegah pembentukan radikal baru dan mengurangi dampak negatifnya. Contoh antioksidan primer adalah *Superoksida Dismutase* (SOD), *Glutation Peroksidase* (GPx), katalase dan protein pengikat logam (Sayuti & Yenrina, 2015).

b. Antioksidan Sekunder

Antioksidan sekunder berperan menghambat reaksi berantai dengan mengkelat logam pro-oksidan, menangkap radikal bebas, dan mencegah pembentukan radikal baru. Fungsinya meliputi pengikatan ion logam, penangkap oksigen, penguraian hidroperoksida menjadi senyawa non-radikal, penyerap radiasi *UV*, serta deaktivasi singlet oksigen. Contoh antioksidan sekunder adalah vitamin E,

vitamin C, β -caroten, isoflavon, bilirubin dan albumin (Sayuti & Yenrina, 2015).

c. Antioksidan Tersier

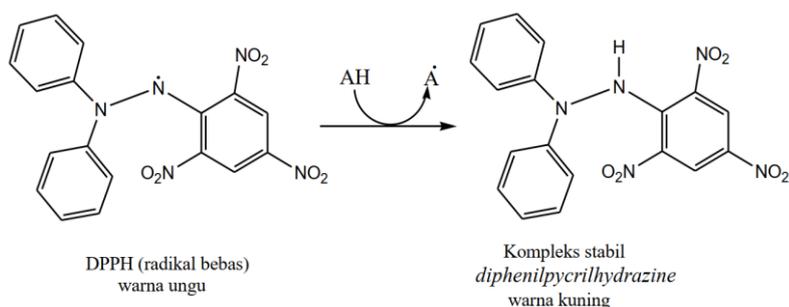
Antioksidan tersier berperan dalam memperbaiki biomolekul yang telah mengalami kerusakan akibat paparan radikal bebas. Mekanisme kerjanya bertujuan untuk memulihkan fungsi biomolekul yang terganggu, sehingga dapat mengurangi dampak negatif dari kerusakan oksidatif pada tubuh. Contoh antioksidan tersier adalah enzim-enzim yang memperbaiki DNA dan *metionin sulfida reduktase* (Sayuti & Yenrina, 2015).

2.6 DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil)

Metode DPPH adalah teknik yang digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan dalam suatu sampel dengan mengevaluasi kemampuannya menangkal radikal bebas DPPH. Metode DPPH memiliki sejumlah keunggulan, antara lain analisis yang sederhana, cepat, mudah, dan sensitif, bahkan untuk sampel dengan konsentrasi kecil. Namun, metode ini memiliki keterbatasan, yaitu DPPH hanya dapat larut dalam pelarut organik. Hal ini menyulitkan analisis terhadap senyawa yang bersifat hidrofilik (Wulansari, 2018).

Prinsip utama metode DPPH adalah interaksi antara senyawa uji dengan radikal bebas DPPH melalui donasi atom hidrogen (H^+). Proses ini menghasilkan senyawa non-radikal berupa difenil pikril hidrazin.

Reaksi tersebut menyebabkan perubahan warna larutan yang merupakan indikator terjadinya netralisasi radikal bebas (Muflihunna & Muhammad Sarif, 2015).



Gambar 2. 4 Reaksi Senyawa Antioksidan dan DPPH (S. R. Dewi *et al.*, 2018)

Perubahan warna yang terjadi dari ungu menjadi kuning mencerminkan aktivitas antioksidan dalam sampel. Semakin besar intensitas perubahan warna, semakin tinggi kemampuan antioksidan dalam meredam radikal bebas. Dengan karakteristik ini, metode DPPH menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam penelitian antioksidan (Muflihunna & Muhammad Sarif, 2015).

Menurut (Purwanto *et al.*, 2017), kekuatan aktivitas antioksidan ditentukan berdasarkan klasifikasi nilai IC_{50} sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Kekuatan Antioksidan dilihat dari Nilai IC_{50}

No	Nilai IC_{50}	Kategori
1	<50 ppm	Sangat kuat
2	50-100 ppm	Kuat
3	101-150 ppm	Sedang
4	151-200 ppm	Lemah

2.7 Spektrofotometri *UV-Vis*

Spektrofotometri *UV-Vis* adalah metode analisis yang memanfaatkan panjang gelombang *ultraviolet (UV)* dan cahaya tampak

(*Visible*) sebagai daerah serapan untuk mendeteksi keberadaan senyawa. Secara umum, senyawa yang dapat dianalisis menggunakan metode ini adalah senyawa yang memiliki gugus kromofor dan auksokrom. Penggunaan spektrofotometri *UV-Vis* tergolong sederhana dan efisien jika dibandingkan dengan metode analisis lainnya (Handoyo Sahumena *et al.*, 2020). Secara umum, spektrofotometer *UV-Vis* terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

a. Sumber Cahaya

Menghasilkan cahaya polikromatik yang berasal dari lampu Tungsten atau Wolfram untuk wilayah *Visible* (400-800 nm) dan lampu Deuterium untuk wilayah Ultraviolet (0-400 nm) (Angraini & Yanti, 2021).

b. Monokromator

Berfungsi untuk menyeleksi panjang gelombang yang akan digunakan dalam analisis (Angraini & Yanti, 2021).

c. Kuvet/Sel Sampel

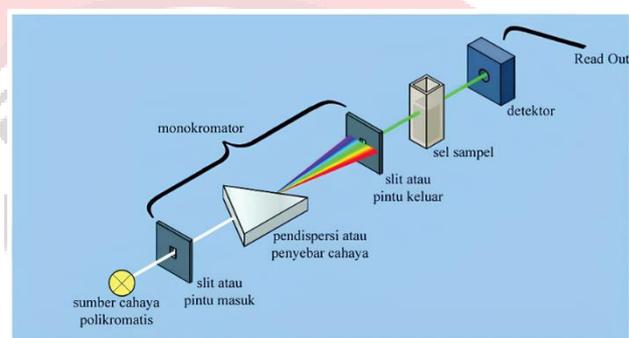
Tempat meletakkan sampel, biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm, memiliki permukaan yang lurus dan sejajar secara optis, transparan, tidak reaktif terhadap bahan kimia, tahan lama, dan dirancang sederhana namun kokoh (Angraini & Yanti, 2021).

d. Detektor

Berfungsi menangkap sinar yang telah melewati sampel (Angraini & Yanti, 2021).

e. Read Out

Sistem yang mengubah sinyal listrik dari detektor menjadi angka transmittansi atau absorbansi yang ditampilkan pada layar alat (Angraini & Yanti, 2021).



Gambar 2. 5 Mekanisme Alat Spektrofotometer UV-Vis (Suhartati, 2017)

Spektrofotometer terdiri dari beberapa komponen penting termasuk sumber cahaya seperti lampu *Tungsten*, *Deuterium*, atau *Wolfram*. Kolimator yang berfungsi mengarahkan dan memfokuskan sinar untuk menghindari penyebaran, serta prisma atau *grating* (kisi) yang digunakan untuk menyeleksi spektrum cahaya. Kuvet berperan sebagai wadah sampel, sementara blanko digunakan sebagai pembanding. Detektor cahaya berupa fotometer, bertugas menangkap cahaya yang ditransmisikan oleh sampel. Cahaya yang telah diseleksi oleh prisma atau *grating* diarahkan melalui sampel dan blanko, kemudian ditangkap oleh fotometer dalam bentuk intensitas cahaya. Perbandingan intensitas cahaya yang melewati sampel dan blanko

dikenal sebagai transmitansi cahaya, sesuai dengan prinsip yang dijelaskan dalam hukum *Lambert-Beer* (Afandi & Purwanto, 2018).

2.8 Landasan Teori

Moringa oleifera L. atau dikenal sebagai tanaman kelor, merupakan salah satu jenis tanaman yang mudah ditemukan di Indonesia. Tanaman ini tumbuh dengan baik di wilayah beriklim tropis maupun subtropis, serta dapat beradaptasi dengan berbagai jenis tanah. Kelor juga mampu bertahan hidup selama musim kemarau hingga enam bulan. Tanaman ini kaya akan senyawa antioksidan seperti asam askorbat, flavonoid, fenolat, dan karotenoid, sehingga memiliki potensi besar sebagai sumber antioksidan alami (Krisridwany *et al.*, 2022). Selain kelor, tanaman lain yang banyak ditemukan di Indonesia adalah *Peperomia pellucida L.* atau dikenal sebagai tanaman sirih cina. Secara tradisional, sirih cina sering digunakan untuk mengobati berbagai macam penyakit. Tanaman ini tumbuh liar di tempat yang lembab dan memiliki daun kecil berbentuk hati dengan ujung yang runcing (Putu *et al.*, 2023). Tanaman ini mengandung berbagai senyawa penting, seperti alkaloid, tanin, resin, flavonoid, steroid, fenol, dan glikosida (Mulyani *et al.*, 2018).

Senyawa fenolik merupakan metabolit sekunder pada tumbuhan yang terbentuk dari kombinasi mono dan polisakarida yang terikat dengan satu atau lebih gugus fenolik, atau berupa turunan ester maupun metil ester. Senyawa ini memiliki struktur aromatik yang berasal dari

benzena, ditandai dengan keberadaan cincin aromatik dan satu atau lebih gugus hidroksil (OH) (Mahardani & Yuanita, 2021). Komponen fenolik dalam bahan alam memiliki kemampuan antioksidan yang efektif dalam menetralkan radikal bebas. Efek ini dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil yang terdapat dalam struktur molekulnya (Yusniawati *et al.*, 2024). Antioksidan yang berasal dari tanaman dinilai memiliki keunggulan dibandingkan antioksidan sintetis karena sifat alaminya yang lebih aman (Indra *et al.*, 2019). Antioksidan sendiri merupakan senyawa kimia yang secara alami terdapat dalam tubuh manusia dan berfungsi mendonorkan atom hidrogen kepada radikal bebas. Proses ini membantu menghentikan reaksi berantai yang ditimbulkan oleh radikal bebas serta mengubahnya menjadi bentuk yang lebih stabil (Kamoda *et al.*, 2021).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rudiana *et al.* (2020), ekstrak etanol dari daun kelor mengandung total fenolik sebesar 17,12 mg GAE/g. Sementara itu, Ulmiyah Ramadhan *et al.* (2024) melaporkan bahwa kandungan fenolik total dalam ekstrak etanol daun kelor lebih tinggi, mencapai $19,513 \pm 0,019$ mg GAE/g jika dibandingkan dengan ekstrak etanol dari kulit batang kelor yang hanya mempunyai $4,835 \pm 0,008$ mg GAE/g. Sedangkan penelitian tentang ekstrak sirih cina oleh Yusuf *et al.* (2017) menunjukkan bahwa ekstrak etanol 70% dari tumbuhan sirih cina memiliki kandungan fenolik total sebesar $21,53 \pm 0,20$ mg GAE/g. Selanjutnya, Moh & Kyi (2020)

melaporkan kandungan fenolik total dalam ekstrak etanol sirih cina sebesar $37,18 \pm 0,01$ mg GAE/g. Penelitian terbaru oleh Sa'ad *et al.* (2023) juga memberikan hasil kandungan fenolik total pada ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi sirih cina masing-masing sebesar $16,520 \pm 0,1304$ mg GAE/g dan $16,653 \pm 0,2159$ mg GAE/g.

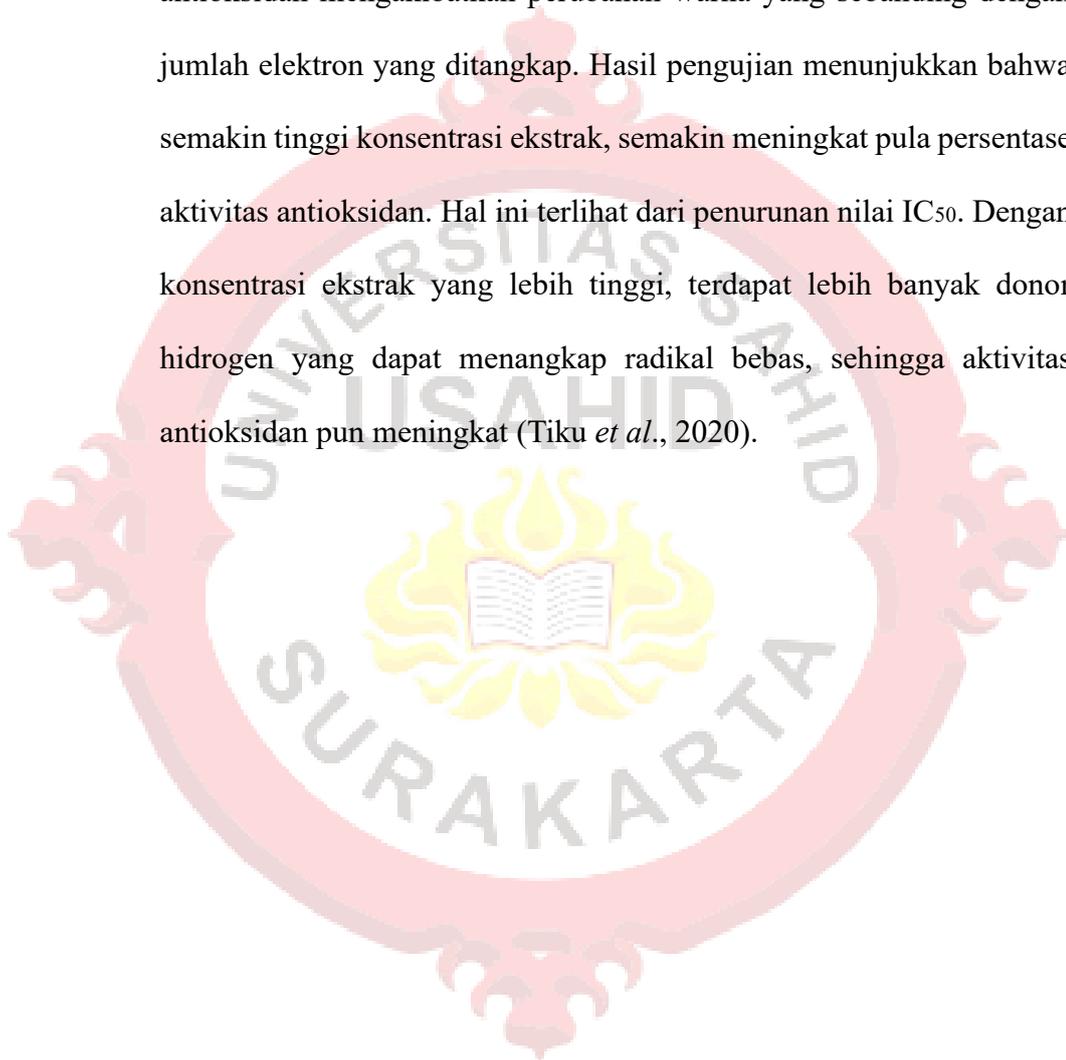
Penelitian mengenai potensi antioksidan dari *Moringa oleifera* L. telah banyak dilakukan untuk menunjukkan manfaatnya sebagai sumber antioksidan alami. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Susanty *et al.* (2019), ekstrak etanol dari daun kelor memiliki nilai IC_{50} sebesar 4,289 ppm. Sementara itu, Asisi *et al.* (2021) melaporkan bahwa ekstrak kloroform, etanol, dan metanol dari daun kelor masing-masing memiliki nilai IC_{50} sebesar 47,481 $\mu\text{g/mL}$, 68,321 $\mu\text{g/mL}$, dan 62,09 $\mu\text{g/mL}$. Krisridwany *et al.* (2022) menyatakan bahwa fraksi etil asetat dari biji kelor juga menunjukkan aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 134,34 ppm. Penelitian lain oleh R. A. Nugrahani & Ayuwardani (2023) mengungkapkan bahwa ekstrak etanol dari akar dan kulit batang kelor memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 2,743 $\mu\text{g/mL}$ dan 2,803 $\mu\text{g/mL}$.

Pengujian aktivitas antioksidan pada *Peperomia pellucida* L. atau yang dikenal sebagai sirih cina juga telah banyak dilakukan. Penelitian oleh Yunarto *et al.* (2018) menyatakan bahwa nilai IC_{50} dari ekstrak etanol daun sirih cina adalah 32,94 mg/mL. Selain itu, Alam *et al.* (2020) melaporkan aktivitas antioksidan yang sangat tinggi untuk

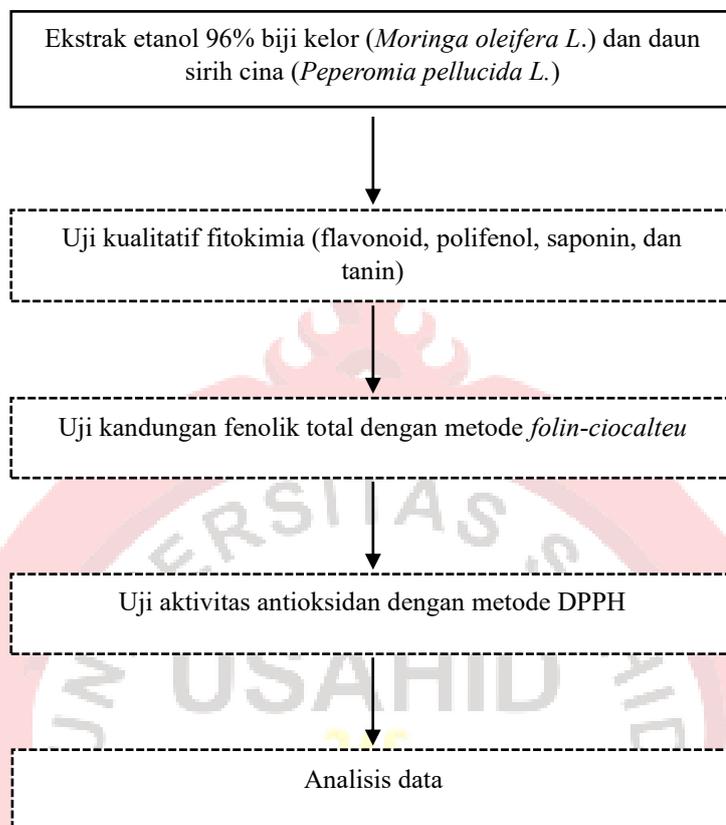
ekstrak metanol daun sirih cina, dengan nilai IC_{50} mencapai 7 $\mu\text{g/mL}$. Penelitian oleh Tiku *et al.* (2020) juga mendapati bahwa ekstrak etanol sirih cina mampu menghambat radikal bebas, dengan nilai IC_{50} sebesar 93,886 $\mu\text{g/mL}$. Hasil serupa terlihat dalam penelitian Pratiwi *et al.* (2021), yang mengungkapkan nilai IC_{50} ekstrak etanol daun sirih cina sebesar 132,85 $\mu\text{g/mL}$. Penelitian lain yang dilakukan oleh Putu *et al.* (2023) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol sirih cina dengan konsentrasi etanol 70% menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 24,50981 ppm, sedangkan pada konsentrasi 80% menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 30,49915 ppm.

Berdasarkan informasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan ekstrak etanol biji kelor dan daun sirih cina menggunakan metode DPPH (*2,2-difenil-1-pikrilhidrazil*). Metode DPPH dipilih karena prosedurnya sederhana, cepat, sensitif, dan hanya membutuhkan sedikit sampel (Kang & Pramita, 2017). Kedua ekstrak ini dapat diuji menggunakan metode DPPH karena keduanya mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, polifenol, dan tanin yang memiliki kemampuan untuk mendonorkan elektron atau atom hidrogen (F. Sari *et al.*, 2023). DPPH memiliki serapan maksimum pada panjang gelombang 517 nm dengan warna ungu gelap. Prinsip dasar pengujian antioksidan menggunakan metode DPPH terletak pada reaksi kimia antara senyawa antioksidan dan radikal bebas DPPH. Dalam proses ini, senyawa antioksidan memberikan kontribusi atom hidrogen kepada

radikal bebas, yang menyebabkan perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning, atau dari ungu tua menjadi ungu pudar. Perubahan warna ini selanjutnya mengindikasikan penurunan nilai penyerapan sampel (Ngibad & Lestari, 2020). Penangkapan radikal bebas oleh antioksidan mengakibatkan perubahan warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang ditangkap. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin meningkat pula persentase aktivitas antioksidan. Hal ini terlihat dari penurunan nilai IC₅₀. Dengan konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi, terdapat lebih banyak donor hidrogen yang dapat menangkap radikal bebas, sehingga aktivitas antioksidan pun meningkat (Tiku *et al.*, 2020).



2.9 Kerangka Konsep



Gambar 2. 6 Kerangka Konsep Penelitian

- : Variabel Bebas
 : Variabel Terikat

2.10 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka yang telah dijelaskan, maka dapat diambil dugaan sementara :

- a. H₀ : Ekstrak etanol biji kelor (*Moringa oleifera L.*) dan daun sirih cina (*Peperomia pellucida L.*) tidak memiliki kandungan fenolik total

H1 : Ekstrak etanol biji kelor (*Moringa oleifera* L.) dan daun sirih cina (*Peperomia pellucida* L.) memiliki kandungan fenolik total

b. H0 : Ekstrak etanol biji kelor (*Moringa oleifera* L.) dan daun sirih cina (*Peperomia pellucida* L.) tidak memiliki aktivitas antioksidan dengan metode DPPH

H1 : Ekstrak etanol biji kelor (*Moringa oleifera* L.) dan daun sirih cina (*Peperomia pellucida* L.) memiliki aktivitas antioksidan dengan metode DPPH

