

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Kandungan Senyawa Pada Bunga Telang

a. Klasifikasi Bunga Telang

Clitoria ternatea, atau yang lebih dikenal sebagai bunga telang, berasal dari wilayah Ternate di Maluku. Tanaman ini banyak tumbuh di daerah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia, dan telah menyebar luas hingga ke berbagai belahan dunia seperti Amerika Utara, Amerika Selatan (termasuk Brazil), Afrika, dan kawasan Pasifik Utara (Angriani, 2019).

Adapun tumbuhan bunga telang seperti pada gambar 2.1



(Gambar 2.1)

Klasifikasi Tanaman Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) :

Bunga Telang memiliki klasifikasi sebagai berikut (Budiasih, 2017) :

Kingdom : Plantea

Divisi

: Magnoliophyta

Kelas

: Magnoliopsida

Ordo

: Fabales

Famili

: Fabaceae

Sub Famili

: Faboldeae

Bangsa : Cicereae
Genus : Clitoria
Spesies : Clitoria Ternatea L

b. Habitat Dan Morfologi Bunga Telang

Bunga telang memiliki kemampuan adaptasi yang baik dan dapat tumbuh pada wilayah dengan ketinggian antara 1 hingga 1800 meter di atas permukaan laut. Tumbuhan ini juga toleran terhadap berbagai jenis tanah, mulai dari tanah berpasir hingga tanah liat merah, dengan kisaran pH tanah antara 5,5 hingga 8,9 (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2020; Heuzé et al., 2016). Untuk mencapai pertumbuhan yang optimal, tanaman ini membutuhkan suhu sekitar 19–28 °C serta curah hujan tahunan mendekati 2000 mm (Cook et al., 2005). Kondisi lingkungan seperti ketinggian tempat tumbuh juga berpengaruh terhadap variasi morfologi tanaman. Beberapa studi menunjukkan bahwa perbedaan elevasi dapat memicu perubahan morfologis pada tanaman, seperti yang terjadi pada tanaman jahe (Widiya et al., 2019), sambiloto (Damayanti, 2010), dan kepel (Sari, 2012), di mana perubahan tersebut dikaitkan dengan perbedaan suhu dan kelembapan di lokasi tumbuh. Sejalan dengan pendapat Evans, (2009) dan Sholekah (2017) yang menyatakan bahwa ketinggian lokasi tanam dapat memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Bunga telang (*Clitoria ternatea L.*), yang lebih dikenal dengan sebutan *butterfly pea*, memiliki ciri khas pada warna kelopakannya yang bervariasi, meliputi biru, ungu, putih, hingga merah muda (Budiasih, 2017). Tanaman ini tergolong ke dalam famili polong-polongan

(Fabaceae), karena mampu menghasilkan buah berbentuk polong berwarna hijau seperti kacang. (Angriani, 2019). Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan tanaman rambat berwarna biru yang termasuk ke dalam kelompok monokotil dan telah lama dimanfaatkan sebagai penghias taman maupun tanaman pembatas lahan. Berasal dari kawasan tropis Asia, spesies dari famili Fabaceae ini banyak ditemukan di berbagai negara beriklim tropis, termasuk Indonesia, karena kemampuannya beradaptasi dengan baik di lingkungan hangat dan lembap. Senyawa delphinidin glikosida, yang termasuk dalam kelompok antosianin, merupakan salah satu pigmen alami yang berperan penting dalam memberikan warna biru khas pada bunga telang (Triyanto, 2016).

Bunga telang merupakan tumbuhan menjalar yang tergolong ke dalam jenis herba dengan struktur batang lunak (herbaceous). Tumbuhan ini tumbuh merambat dengan cara membelit pada tanaman atau objek di sekitarnya menggunakan cabang-cabangnya. Panjang batangnya berkisar antara 0,5 hingga 3 meter dan memiliki bentuk yang ramping. Daunnya tersusun majemuk dengan sirip ganjil, terdiri dari 3 hingga 9 anak daun berbentuk oval, elips, hingga hampir bundar. Permukaan daun bagian atas tampak licin tanpa bulu, sedangkan bagian bawahnya berbulu halus.

Struktur reproduksi jantan (benang sari) dan betina (putik) pada tanaman ini tersembunyi di bagian dalam bunga, sehingga tidak terlihat secara langsung dari luar. Putik berbentuk seperti lembaran daun yang pipih. Kelopak bunganya terdiri dari lima bagian yang terangkai dalam

dua lapisan konsentris, sedangkan mahkota bunga terdiri dari tiga bagian yang menyatu membentuk satu lingkaran. Buah tanaman ini berupa polong dengan panjang antara 7 hingga 14 cm, memiliki tangkai pendek, berwarna hijau saat masih muda, dan berubah menjadi cokelat kehitaman ketika telah matang. (Wahyuni et al., 2019).

Bunga telang telah banyak diteliti dan terbukti menunjukkan khasiat yang menjanjikan dalam mendukung kesehatan tubuh. Tanaman ini mengandung polifenol dalam jumlah melimpah, yang dikenal memiliki kemampuan antioksidan kuat untuk membantu melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas (Marpaung, 2020).

c. Manfaat Bunga Telang

Selain dimanfaatkan sebagai pewarna alami dalam makanan dan ramuan tradisional untuk kesehatan mata serta peluruh lendir bagi penderita asma, bunga telang juga menyimpan potensi terapeutik yang luas. Tanaman ini telah diteliti memiliki aktivitas sebagai penangkal radikal bebas (antioksidan), antimikroba, antiradang, antiparasit, antidiabetik, hingga antikanker (Mukherjee et al., 2008; Kusuma, 2019). Komponen aktif yang terdapat dalam bunga telang meliputi flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, fenolik, triterpenoid, serta flobatanin. Di antara senyawa tersebut, flavonoid—yang tergolong dalam metabolit sekunder—berperan penting dalam memberikan efek antioksidan karena kemampuannya menangkal stres oksidatif dalam tubuh. (Budiasih, 2017; Manjula et al., 2013; Ponnusamy et al., 2015).

d. Kandungan Senyawa Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*)

Berbagai senyawa kimia telah teridentifikasi dalam bunga telang berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, di antaranya meliputi flavonoid, tanin, fenol, karbohidrat, glikosida flavonol, antrakuinon, alkaloid, saponin, triterpenoid, steroid, glikosida jantung, minyak atsiri, protein, antosianin, dan stigmast-4-ene-3,6-dione. Beragam senyawa aktif ini diketahui memiliki potensi farmakologis sebagai agen antimikroba, antiparasit (obat cacing dan insektisida), antipiretik dan analgesik (peredam nyeri), antioksidan, antikarsinogen (antikanker), antidiabetik, penurun kolesterol, pelindung lambung (antiulkus), pengobatan penyakit Alzheimer, imunomodulator, antialergi, serta mendukung penyembuhan luka. (Al Sanafi, 2016).

Flavonoid merupakan antioksidan yang sangat efektif dalam hal membersihkan radikal oksigen, aktivitas, antikanker, hipo lipidemik, anti penuaan, anti inflamasi, mengurai radikal alfa tokoferol dan menghambat oksidasi (Isiam et al., 2016).

Antioksidan merupakan senyawa kimia alami yang hadir dalam tubuh manusia dan berfungsi untuk menangkal radikal bebas. Cara kerjanya yakni dengan menyumbangkan atom hidrogen kepada radikal bebas, yang kemudian memutus reaksi berantai serta menstabilkan molekul-molekul reaktif agar tidak merusak sel atau jaringan tubuh (Shandiutami NMD, 2016; Inggrid HM, 2014; Pratiwi RR, 2017).

Terdapat dua jenis antioksidan alami: pertama, yang secara endogen

diproduksi oleh tubuh sebagai sistem pertahanan biologis, misalnya enzim seperti Superoksida Dismutase (SOD), Glutation Peroksidase (GPx), dan Katalase (CAT). Kedua, yang berasal dari konsumsi luar atau eksogen, yaitu senyawa seperti vitamin C (asam askorbat), vitamin E (alfa-tokoferol), glutathion, serta koenzim Q10 (ubiquinon) (Pratiwi RR, 2017; Zalukhu ML, 2016).

Sementara itu, antioksidan sintetis adalah antioksidan buatan yang diperoleh melalui sintesis kimia, seperti BHA (Butylated Hydroxyanisole), BHT (Butylated Hydroxytoluene), TBHQ (Tert-butylhydroquinone), dan propil galat. Cara kerja antioksidan meliputi berbagai mekanisme, antara lain menangkal radikal bebas, memblokir inisiasi reaksi berantai, menghentikan pembentukan peroksida, mencegah lanjutan reaksi abstraksi hidrogen, mereduksi senyawa oksidatif, serta mengkelat logam-logam transisi yang bersifat prooksidan (Sanger G, 2018; (Chen et al., 2018).

e. Pemrofilan Metabolit (*Metabolite Profiling*) Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.)

Metabolit sekunder adalah zat kimia yang disintesis oleh tumbuhan dan sifatnya bervariasi antar spesies. Produksi senyawa ini biasanya berkaitan erat dengan sistem pertahanan alami tanaman terhadap stres lingkungan maupun gangguan dari organisme lain (Li Yanqun, et al, 2020). Diperkirakan terdapat lebih dari 200.000 jenis metabolit sekunder, sehingga untuk memudahkan klasifikasinya, diperlukan pengelompokan

berdasarkan struktur kimia, jalur biosintesis, serta asal muasal senyawanya (Kusbiantoro; Purwaningrum, 2018).

Keberadaan metabolit sekunder dalam tanaman memiliki berbagai peranan penting, di antaranya: (1) sebagai pelindung terhadap serangan mikroba seperti bakteri, virus, serta jamur, juga melindungi dari kompetitor sesama tumbuhan dan gangguan herbivora; (2) sebagai penarik perhatian hewan penyerbuk atau penyebar biji melalui warna, aroma, maupun rasa; serta (3) untuk perlindungan dari paparan sinar UV dan sebagai cadangan nutrisi (Divekar, et al., 2022). Salah satu contoh metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antijamur adalah tanin. Senyawa ini bekerja dengan menghambat produksi ergosterol senyawa sterol utama yang menjadi komponen penting dalam struktur membran sel jamur. Tanpa ergosterol, integritas membran jamur terganggu sehingga pertumbuhannya terhambat (Hong, et al., 2011).

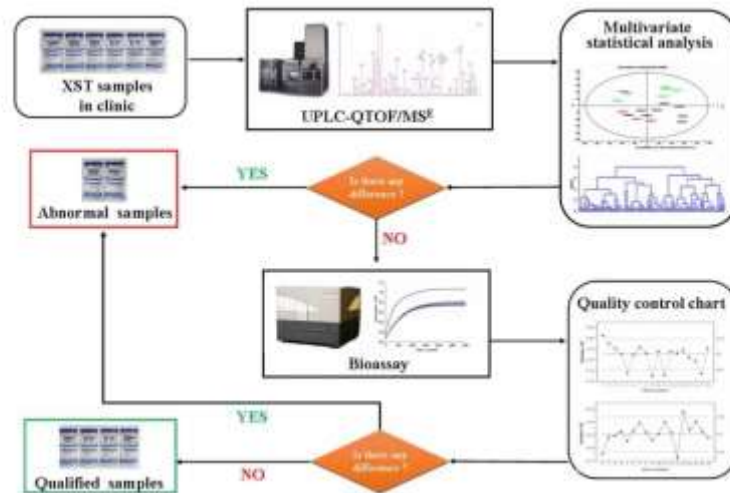
Salah satu analisis yang menggunakan pendekatan metabolomik disebut pemprofilan metabolit. Metabolomik merujuk pada keseluruhan profil metabolit—yakni molekul-molekul kecil non-peptida—yang terdapat dalam suatu organisme atau zat, dan berperan penting dalam menunjang proses pertumbuhan serta fungsi biologisnya. Kedua, metabolit merupakan molekul kecil yang berperan dalam transisi kehidupan dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan (Nurmaida et al., 2018).

Faktor genetik, penambah bahan pendukung pertumbuhan,

lingkungan tempat tumbuh, waktu panen, dan penanganan pasca panen semuanya mempengaruhi kadar metabolit. Analisis kelompok metabolit tertentu dikenal sebagai pemprofilan metabolit. Proses ini menghasilkan informasi yang didasarkan pada jejak metabolit yang diperoleh sel, dan dapat diaplikasikan untuk berbagai jenis sampel. Sebagai contoh, salah satu teknik yang dipakai adalah analisis gerombol (Nurmaida et al., 2018).

Analisis metabolit secara umum terdiri atas tiga tahap utama, yaitu persiapan sampel, akuisisi data, dan tahap akhir berupa pemrosesan data. Untuk mengidentifikasi senyawa kimia dalam jaringan tumbuhan yang secara alami mengandung puluhan bahkan ratusan metabolit diperlukan pendekatan teknologi yang cermat. Sejumlah teknik canggih seperti Ultra Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (UPLC-MS), Capillary Electrophoresis-Mass Spectrometry (CE-MS), Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS), serta Nuclear Magnetic Resonance (NMR) sering kali digunakan dalam proses ini. Alat-alat ini berperan sebagai kunci dalam mengungkap profil kimiawi dari sampel tumbuhan yang kompleks, memungkinkan identifikasi senyawa-senyawa spesifik secara lebih efisien dan akurat.

f. UPLC-QTOF-MS/MS



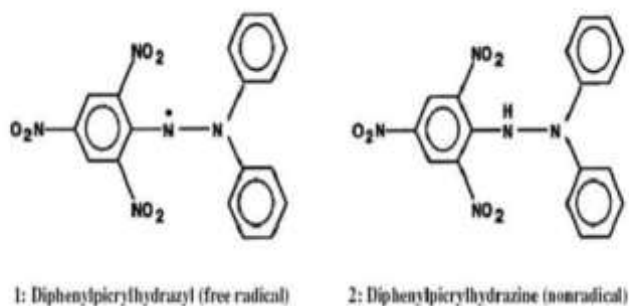
(Gambar 2.2 (Yang et al., 2018))

Ultra Performance Liquid Chromatography–Quadrupole Time of Flight–Mass Spectrometry (UPLC-QTOF-MS/MS), atau dikenal sebagai UPLC-MS, merupakan teknologi gabungan antara kromatografi cair ultra-presisi dan spektrometri massa berbasis quadrupole time-of-flight. Alat ini dipilih dalam penelitian karena menawarkan keunggulan seperti sensitivitas tinggi, kemampuan seleksi yang tajam, kecepatan kerja optimal, serta akurasi dan ketahanan hasil yang andal (Chawla & Ranjan, 2016).

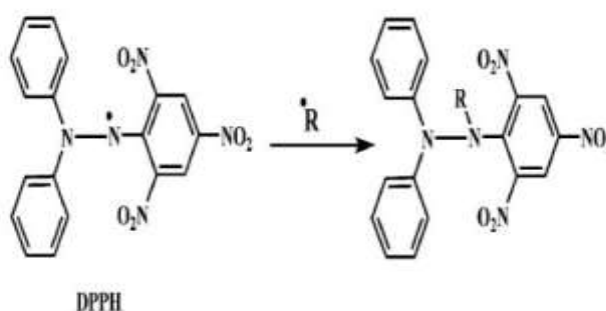
Teknik UPLC sendiri merupakan varian kromatografi cair modern yang mampu memisahkan molekul-molekul kecil dari ekstrak tanaman, dengan kemampuan kerja di bawah tekanan tinggi hingga sekitar 6000 psi. Berbeda dari HPLC konvensional, UPLC menggunakan partikel dengan ukuran dua mikron atau lebih kecil sebagai media pemisahan. Hal ini memungkinkan efisiensi yang jauh lebih tinggi, penggunaan fase

gerak yang lebih hemat hingga 80%, dan waktu analisis yang singkat, yakni sekitar 1,5 menit. (Chawla & Ranjan, 2016).

g. Metode Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH)



(Gambar 2.3 Struktur molekul DPPH (Isnaeni, 2020))



(Gambar 2.4 Skema reaksi radikal DPPH dengan senyawa radikal lain (Isnaeni, 2020))

Dalam uji aktivitas antioksidan secara *in vitro*, metode yang paling sering digunakan di laboratorium adalah metode peredaman radikal bebas DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). DPPH dikenal sebagai radikal bebas yang stabil karena memiliki elektron tidak berpasangan pada atom nitrogen jembatan, sehingga menjadikannya reaktif terhadap senyawa antioksidan. Ketika berinteraksi dengan senyawa antioksidan, elektron dari DPPH terdelokalisasi sehingga memicu perubahan warna larutan —

dari ungu pekat menjadi kuning, tergantung pada tingkat aktivitas peredaman radikal. Popularitas metode ini tidak lepas dari kemudahannya dalam aplikasi, fleksibilitas terhadap berbagai jenis senyawa, serta kemampuannya menghasilkan data yang konsisten dan tinggi (Islam et al., 2016; Purwanto et al., 2017; Wigati et al., 2018; Yuniarti et al., 2018).

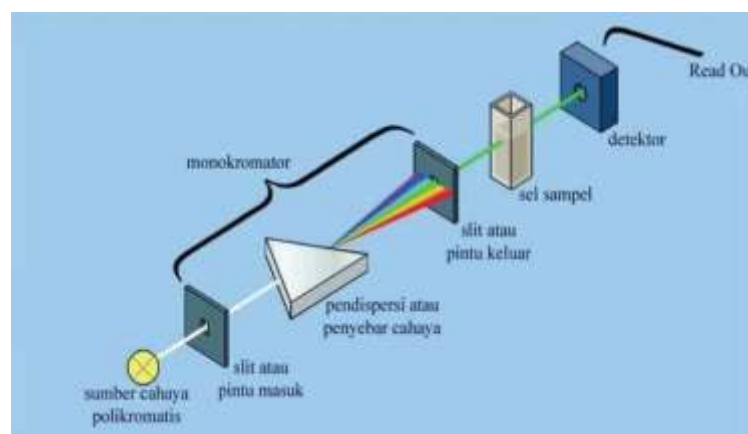
Analisis kelompok metabolit tertentu dikenal sebagai pemprofilan metabolit. Proses ini menghasilkan informasi yang didasarkan pada jejak metabolit yang diperoleh sel, dan dapat diaplikasikan untuk berbagai jenis sampel. Sebagai contoh, salah satu teknik yang dipakai adalah analisis gerombol.

DPPH merupakan radikal bebas sintetis yang bersifat larut dalam pelarut polar, seperti metanol maupun etanol (Malik et al., 2013; Susilo et al., 2012). Metode DPPH merupakan cara pengujian antioksidan yang paling gampang, sigap, dan irit biaya. Keunggulannya, metode ini bisa diaplikasikan di laboratorium sederhana dan sangat responsif saat dipakai untuk mengukur aktivitas antioksidan (Purwanti, 2019). Metode DPPH dikenal sebagai teknik yang sederhana, cepat, dan praktis untuk menyaring berbagai sampel yang memiliki aktivitas sebagai peredam radikal bebas, tanpa bergantung pada polaritas sampel. Keunggulan metode ini terletak pada fleksibilitasnya, karena reaksi antara senyawa antioksidan dan DPPH dapat dilakukan baik dalam pelarut metanol

maupun larutan berair, sehingga memudahkan proses ekstraksi senyawa aktif dari sampel (Prakash, 2001).

Keistimewaan lain dari metode ini adalah kemampuannya untuk bereaksi secara menyeluruh dengan berbagai jenis sampel, bahkan dengan antioksidan yang relatif lemah, asalkan diberi waktu reaksi yang cukup. Selain itu, DPPH dapat larut dalam pelarut nonpolar maupun berair, sehingga memungkinkan penggunaannya dalam pengujian antioksidan yang bersifat hidrofilik maupun lipofilik (Prior et al., 2005). Metode DPPH merupakan pendekatan yang valid, akurat, ekonomis, dan mudah diterapkan untuk mengevaluasi aktivitas penangkal radikal bebas karena menggunakan senyawa radikal yang stabil tanpa perlu generasi radikal baru. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan partisi antioksidan pada sistem emulsi. Oleh karena itu, metode DPPH tidak cocok digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan dalam plasma, sebab kandungan protein dapat mengendap ketika berada dalam medium pelarut alkohol.

h. Metode Spektrofotometri UV-Vis



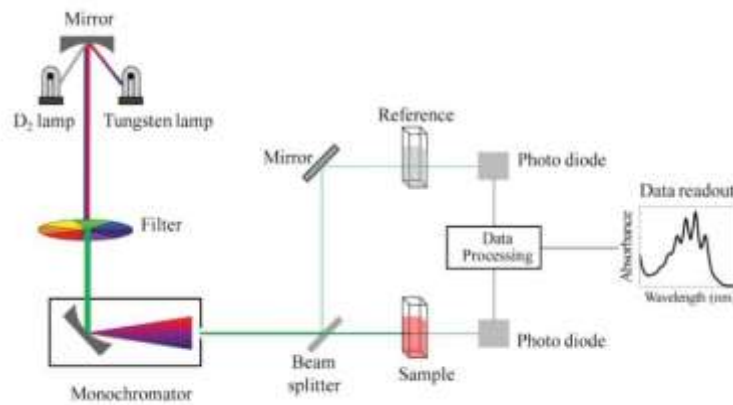
(gambar 2.5 Diagram alat spektrometer UV-Vis (Suhartanti, 2019))

Spektrofotometri merupakan teknik analisis yang memanfaatkan prinsip interaksi antara cahaya elektromagnetik dan zat, khususnya senyawa organik, untuk mengukur nilai absorbansi sampel secara kualitatif maupun kuantitatif. Proses ini dilakukan menggunakan alat yang disebut spektrofotometer, yang mampu mendeteksi spektrum cahaya seperti ultraviolet (UV), cahaya tampak (vis), hingga inframerah, tergantung pada karakteristik senyawa yang dianalisis (Tulandi, Sudewi, & Lolo, 2015).

Dalam aplikasi analisis kualitatif dan kuantitatif, teknik ini bergantung pada interaksi antara materi dengan radiasi elektromagnetik. Spektrofotometri ultraviolet–tampak (UV-Vis) memanfaatkan bagian spektrum elektromagnetik berupa sinar UV dan tampak, di mana interaksi antara radiasi dan analit dapat menyebabkan perpindahan elektron dari keadaan dasar ke tingkat energi tereksitasi (Rai, 2020). Spektrum elektromagnetik sendiri diklasifikasikan berdasarkan energi foton dan panjang gelombangnya. Jika diurutkan dari energi yang paling rendah ke paling tinggi, urutannya dimulai dari gelombang radio, gelombang mikro, inframerah, cahaya tampak, hingga ultraviolet.

Spektroskopi UV-Vis adalah salah satu teknik pengukuran yang memanfaatkan radiasi elektromagnetik dari sinar tampak dan UV, dengan spektrofotometer UV-Vis sebagai instrumen utamanya. Prinsip kerja utama dari metode ini adalah penyerapan cahaya oleh molekul,

yang kemudian menyebabkan eksitasi elektron dari keadaan energi yang lebih rendah ke keadaan energi yang lebih tinggi (Rai, 2020).



(Gambar 2.6 Skema spektrofotometer UV-Vis (Suhartanti, 2019))

Metode spektrofotometri UV-Vis adalah pendekatan analitik kuantitatif yang dikenal karena kemudahan penggunaannya, biaya yang relatif terjangkau, kepekaan tinggi, serta ketepatannya dalam mendeteksi senyawa yang mengandung gugus kromofor dan aoksokrom. Penguasaan teknik ini menjadi kompetensi esensial bagi lulusan farmasi. Meski demikian, metode ini tetap memiliki hambatan, terutama saat diterapkan pada campuran kompleks, sebab tidak semua molekul mampu menyerap radiasi UV-Vis secara selektif. Selain itu, spektrum serapan antar senyawa dalam campuran kerap saling menumpuk, yang membuat analisis menjadi kurang akurat dan membingungkan (Darmawati, Soebahagiono, & Purwanto, 2016).

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur serapan pada daerah ultraviolet dengan rentang panjang gelombang antara 100–200 nm, serta pada daerah sinar tampak dengan rentang 200–700 nm (Ismail

& Kanitha, 2020). Jika dibandingkan dengan metode HPLC yang memerlukan instrumen lebih kompleks dan mahal, spektrofotometri UV-Vis memiliki keunggulan dalam hal kecepatan analisis, kesederhanaan, efisiensi biaya, dan sensitivitas yang memadai (Darmawati, Soebahagiono, & Purwanto, 2016).

i. Metode inhibition concentration (IC₅₀)

Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH, yang hasilnya dinyatakan dalam nilai IC₅₀ dengan satuan µg/mL. IC₅₀ ini merepresentasikan konsentrasi sampel (ppm) yang menunjukkan kapabilitas untuk menghambat proses oksidasi hingga 50% (Susanti et al., 2020; Yuniarti et al., 2018).

IC₅₀ (inhibition concentration) Artinya konsentrasi atau kadar yang dimiliki oleh larutan sampel dengan kemampuan menekan 50% radikal bebas. Makin kecil harganya IC₅₀ menunjukkan kapasitas antioksidan yang lebih kuat untuk melawan radikal bebas dan dinyatakan memiliki aktivitas antioksidan yang semakin kuat (Maryam, S., 2015).

Nilai IC₅₀ dapat ditentukan menggunakan persamaan regresi linier yang didapatkan berdasarkan grafik regresi linier yang menggambarkan korelasi yang melibatkan konsentrasi dengan % penghambatan. Dengan memasukkan nilai konsentrasi ke dalam rumus ini, nilai IC₅₀ dapat dihitung. Penting untuk dicatat bahwa makin rendah nilai % penghambatan berarti makin besar tingkat aktivitas antioksidan, seperti yang dinyatakan oleh (Hani dan Milanda, 2016).

Adapun nilai konsentrasi inhibisi (%)

$$= \frac{(\text{nilai absorbansi kontrol} - \text{nilai absorbansi sampel}) \times 100\%}{\text{nilai absorbansi kontrol}}$$

(sumber : (Jannah, 2022))

Semakin rendah nilai IC_{50} suatu zat, maka semakin tinggi pula potensi aktivitas antioksidannya. Berdasarkan kategori tingkat efektivitas, suatu senyawa digolongkan sebagai antioksidan sangat kuat apabila memiliki nilai IC_{50} di bawah 50 ppm. Jika berada di kisaran 50–100 ppm, senyawa tersebut tergolong kuat, sementara nilai antara 100–250 ppm menunjukkan aktivitas sedang. Nilai IC_{50} antara 250–500 ppm diklasifikasikan sebagai antioksidan lemah, dan bila melebihi 500 ppm, maka senyawa tersebut dianggap tidak aktif sebagai antioksidan. (Susanti et al., 2020; Yuniarti et al., 2018).

B. Kerangka Berfikir

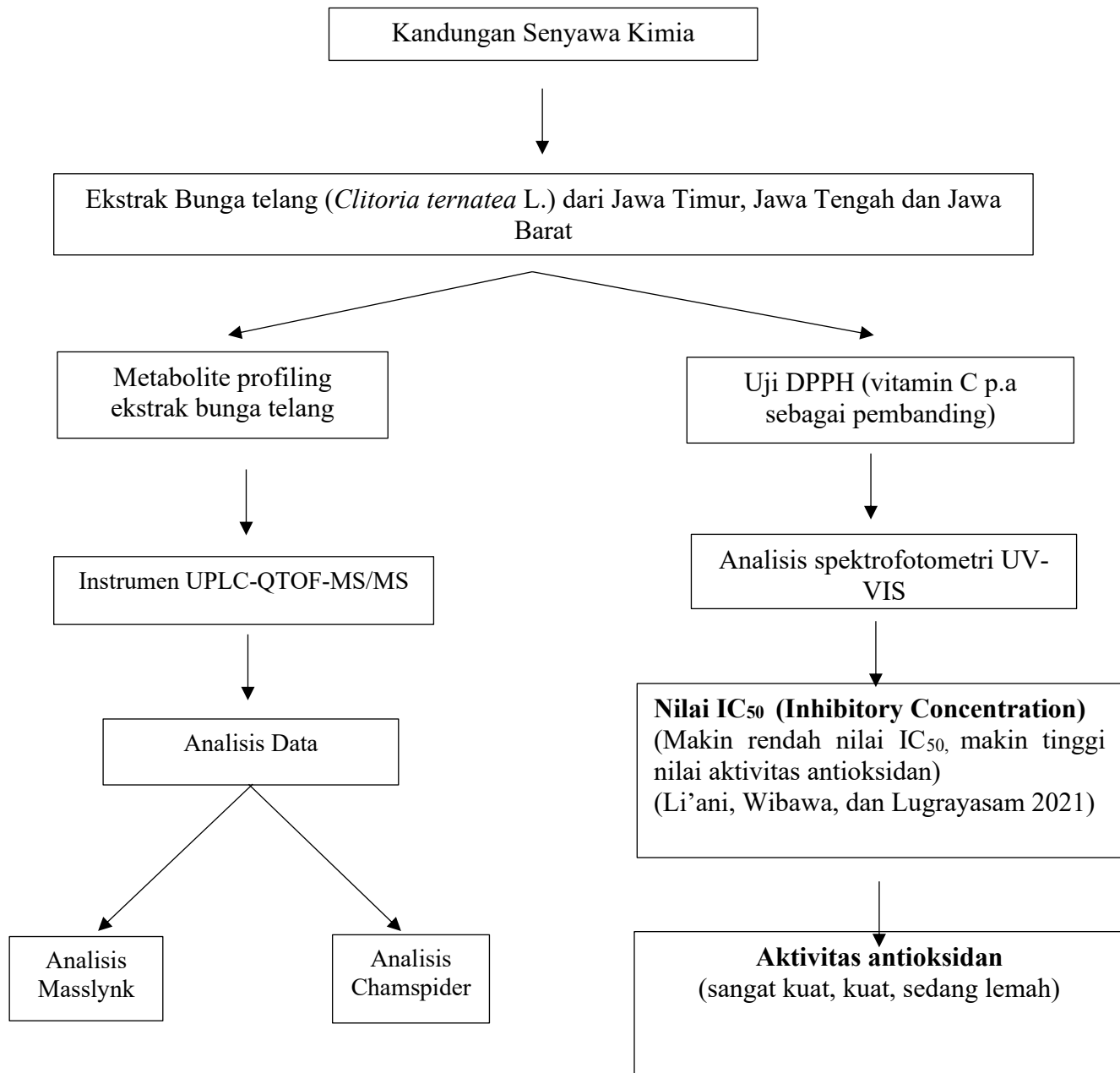
Kerangka berfikir ialah sebuah uraian atau pernyataan mengenai kerangka konsep pemecahan masalah yang telah diidentifikasi atau dirumuskan. Kerangka berfikir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Penelitian ini diawali dengan fokus pada eksplorasi kandungan senyawa kimia yang terdapat pada bunga telang (*Clitoria ternatea L.*). Tujuan utamanya adalah mengetahui jenis senyawa metabolit yang terkandung di dalamnya serta potensinya. Bahan baku yang digunakan berupa bunga telang diperoleh dari tiga wilayah berbeda yaitu : Jawa Timur (Jatim), Jawa Tengah. (Jateng), dan Jawa Barat (Jabar). Perbedaan lokasi geografis ini

bertujuan untuk mengetahui pengaruh lingkungan terhadap kandungan kimia bunga telang. Bunga telang dari masing-masing wilayah diekstraksi untuk menghasilkan larutan yang mengandung senyawa aktif. *Metabolite Profiling* ekstrak bunga telang Tahapan ini dilakukan untuk mempelajari profil metabolit atau kandungan senyawa kimia yang ada dalam ekstrak bunga telang. Profil metabolit digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan konsentrasi senyawa dalam ekstrak. Proses ini menggunakan instrumen UPLC (Ultra Performance Liquid Chromatography) yang mampu menganalisis senyawa dengan akurasi tinggi dan dalam waktu singkat. Data yang diperoleh dari instrumen UPLC akan dianalisis menggunakan perangkat lunak untuk mendalami karakteristik senyawa kimia:

1. MassLynx: Digunakan untuk pengolahan data hasil spektrometri massa guna mendeteksi dan mengidentifikasi senyawa kimia berdasarkan massa molekulnya.
2. Chemspider: Software ini digunakan untuk menggambarkan dan memvisualisasikan struktur kimia dari senyawa yang ditemukan.

Berikut adalah format kerangka berfikir dari penelitian ini :



(Tabel 2.7 kerangka berfikir)

C. Hipotesis

1. Terdapat perbedaan profil metabolit sekunder pada bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) yang berasal dari tiga wilayah di Indonesia, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat.
2. Ditemukan adanya senyawa mayor yang terkandung dalam ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dari ketiga daerah tersebut, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat.
3. Ditemukan adanya senyawa penanda (marker compounds) spesifik dalam bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dari tiga daerah berbeda di Indonesia, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat.
4. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam aktivitas antioksidan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dari tiga daerah di Indonesia berdasarkan hasil uji perbandingan.