

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia banyak dikenal sebagai negara dengan kekayaan terbesar kedua. Indonesia memiliki lebih dari 30.000 jenis tanaman, diantaranya terdapat 7.500 jenis tanaman yang memiliki khasiat sebagai obat. Sebanyak 1.800 jenis spesies tumbuhan telah ditemukan di beberapa hutan yang ada di Indonesia, namun dalam pemanfaatannya masih belum optimal hingga saat ini. Sebanyak 1.000 hingga 1.200 jenis dengan sekitar 300 jenis spesies tanaman yang paling umum digunakan pada industri obat. Salah satu tanaman yang masih jarang digunakan dalam pengobatan di masyarakat luas adalah bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* L. Merr.) (Wijayanti, 2018).

Bawang dayak adalah tanaman yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Kalimantan dan tanaman ini berasal dari Kalimantan. Secara empiris, masyarakat Kalimantan sudah lama menggunakan bawang dayak sebagai obat untuk mengatasi berbagai penyakit seperti kanker payudara, penyakit kencing manis, menurunkan kolesterol, dan sebagai obat bisul (Mokoginta *et al*, 2020).

Bawang dayak memiliki bermacam senyawa yang terkandung, berdasarkan temuan dari penelitian yang dilakukan oleh Prayitno dkk. (2018). menyatakan bahwa bawang dayak mempunyai kandungan kimia yaitu: flavonoid, naftokuinon dan beberapa turunannya.

Menurut studi yang dilakukan oleh Sasongko dkk (2017), umbi bawang dayak mengandung senyawa fenolik, terpenoid, dan tannin golongan tersebut diduga banyak digunakan dalam aktifitas farmakologi sebagai antimikroba, antidiabetes dan antioksidan. Senyawa fenolik yang memiliki sifat sebagai antikanker dan antioksidan, banyak ditemukan dalam bahan alam.

Senyawa yang memiliki kemampuan untuk mengikat radikal bebas dikenal sebagai antioksidan, antioksidan dapat mendonorkan satu elektron pada molekul radikal bebas yang tidak berpasangan, sehingga radikal bebas dapat dinetralkan dan

tidak mengganggu aktifitas metabolit dalam tubuh dan menyebabkan kerusakan dalam sel. Antioksidan dapat berasal dari bahan alami pada tanaman yang menghasilkan metabolit sekunder seperti flavonoid, terpenoid, dan tannin (Rahmi, 2017).

Metode untuk mengukur aktivitas antioksidan akan mendeteksi karakteristik antioksidan yang berbeda dari sampel, penggunaan metode-metode yang berbeda akan mengacu dalam pengamatan mekanisme kerja antioksidan yang berbeda pula. Beberapa metode yang dapat dilakukan yaitu *2,2-difenil-1-pikrilhidrazil* (DPPH), CUPRAC, *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) (Maryam *et al*, 2016). Menurut studi yang dilakukan oleh septina dkk (2021), ekstrak etanol umbi bawang dayak yang di ukur kapasitas antioksidannya didapatkan hasil 22,4422 AAE/gram ekstrak.

DPPH adalah metode yang memiliki prinsip mengambil atom hidrogen yang terdapat pada senyawa antioksidan, senyawa antioksidan akan mendonorkan hidrogen pada DPPH yang akan bereaksi dengan antioksidan dan absorpsi DPPH akan berkurang yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna radikal bebas DPPH yang awalnya berwarna ungu menjadi berwarna kuning pucat (Sakka *et al.*, 2023).

Gugus fungsi senyawa kimia adalah gugus fungsi yang menentukan sifat senyawa organik atau senyawa kimia yang ada dalam suatu tanaman (Bayu Setiawan, 2022). Pengujian gugus fungsi senyawa kimia flavonoid yang berada dalam bawang dayak dengan metode FTIR, Penelitian yang dilakukan oleh Sjahfirdi dkk. (2015), Metode *fourier transform infrared* (FTIR) adalah metode yang tidak menggunakan radioaktif, dapat mengukur secara kuantitatif dan kualitatif. Prinsip kerja FTIR adalah untuk mengidentifikasi gugus fungsi suatu senyawa berdasarkan absorbansi inframerah yang dilakukan terhadapnya. Karena pola absorbansi yang diserap setiap senyawa berbeda-beda, senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan.(Sjahfirdi *et al.*, 2015).

Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan gugus fungsi senyawa flavonoid pada

fraksi n-heksana, etil asetat, dan n-butanol bawang dayak dengan metode DPPH dan FTIR.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah kapasitas antioksidan pada fraksi n-heksana, etil asetat, dan n-butanol bawang dayak?
2. Apakah terdapat gugus fungsi flavonoid pada fraksi n-heksana, etil asetat, dan n-butanol bawang dayak?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui kapasitas antioksidan pada fraksi n-heksana, etil asetat, dan n-butanol bawang dayak.
2. Untuk mengetahui adanya gugus fungsi flavonoid fraksi n-heksana, etil asetat, dan n-butanol bawang dayak.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan informasi dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mengenai pemanfaatan senyawa kimia antioksidan pada bawang dayak.

1.4.2 Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan untuk mengetahui kapasitas antioksidan dan mengidentifikasi gugus fungsi senyawa kimia pada bawang dayak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bawang Dayak

Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia* L. Merr.) merupakan jenis tumbuhan yang banyak ditemukan dari daerah Kalimantan hingga wilayah Malaysia dan telah digunakan secara turun temurun oleh masyarakat Kalimantan (Prayitno *et al*, 2018). Bawang Dayak memiliki nama daerah yang beragam seperti bawang sabrang, bawang hutan, bawang hantu, dan bawang tiwai. Cara membedakan karakteristik bawang dayak dengan jenis lainnya, bawang dayak memiliki ciri yang sangat spesifik yaitu umbi bawangnya bertekstur licin dan warna bawangnya merah menyala. Bawang Dayak memiliki daun bersirip ganda dengan tulang daun sejajar dan tepi daun licin. Memiliki bentuk daun seperti pita (Ekawati, 2020).

Bawang dayak banyak tumbuh di wilayah pegunungan Kalimantan di ketinggian 600 m sampai dengan 1500 m di atas permukaan laut. Tanaman bawang Dayak sangat mudah dalam pembudidayaan karena tanaman ini dapat tumbuh tanpa tergantung pada musim. Dalam pemanenan bawang dayak ini sangat cepat berkisar antara 2-3 bulan setelah masa tanam (Prayitno *et al*, 2018).

2.1.1 Klasifikasi tanaman bawang dayak

Berdasarkan ilmu taksonomi, klasifikasi tanaman bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia* L. Merr.) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Ordo	: Liliales
Famili	: Iridaceae
Genus	: Eleutherine
Spesies	: <i>Eleutherine sp.</i> (Prayitno, Mukti and Lagiono, 2018)



Sumber: (Dokumentasi pribadi)

Gambar 2. 1 Bawang dayak

2.1.2 Morfologi tanaman bawang dayak

Bawang dayak memiliki morfologi tanaman yaitu, tanaman yang memiliki tulang daun tunggal berbentuk seperti pita dan berwarna hijau, memiliki ujung dan pangkal daun yang runcing dan tepi daun yang rata, bawang dayak memiliki bunga majemuk yang memiliki letak diujung (terminalis) dan monochlasial, biseksual, dan aktinomorf, memiliki periantium yang terdiri dari enam kepala berwarna putih yang saling lepas dengan panjang kurang lebih 5 mm yang terletak dalam 2 lingkaran. Bawang dayak memiliki benang sari yang berwarna kepala sari kuning dan berjumlah 2 atau 3 benang sari. Bawang dayak memiliki putik yang berbentuk jarum dan berwarna putih agak kekuningan dan berjumlah 3 dengan panjang kurang lebih 4 mm, memiliki 2 daun kelopak yang berwarna hijau kekuningan, memiliki 3 ruang bakal buah. Bawang dayak memiliki akar serabut yang berwarna coklat muda (Sirhi *et al*, 2017).

2.1.3 Kandungan kimia bawang dayak

Bawang dayak memiliki kandungan kimia yang sangat beragam, dalam penelitian yang dilakukan oleh Prayitno dkk. (2018), tanaman bawang dayak memiliki kandungan metabolit sekunder, seperti golongan flavonoid, naftokuinon dan beberapa turunannya. Terdapat juga senyawa yang terkandung pada umbi bawang dayak yaitu elecanacin, eleuterin (9-metoksi-1 (R), 3 (S)-dimetil-3, 4-dihidro-1H-benzo (g)isokromena-5, 10-dion), eleuterol (4-hidroksi-5-metoksi-3 (R)-metil-3H-nafto (2,3-C) furan-1-on), eleuterinon (8-metoksi-1-metil-1, 3-dihidro-nafto (2,3-C) furan-4, 9-dion). Dalam penelitian yang dilakukan dengan

melakukan beberapa isolasi fraksi kloroform, etil asetat dan air terhadap ekstrak metanol umbi bawang Dayak didapatkan 15 senyawa kimia yaitu, (2S) dihidroeleuterinol-8-O- α -D-glukopiranosida, dihidroeleuterinol, eleuterinol, eleuterinosida A, (-)-hongkonin, eleuterin, isoeleuterin, eleutosida C, eleuterinosida C, eleuterinosida B, (R)-7-asetil-3, 6-dihidroksi-8-metiltetralon, leutosida A, leutosida B, eleuterinosida D.

2.1.4 Khasiat bawang dayak

Tanaman bawang dayak secara tradisional telah digunakan oleh masyarakat Kalimantan sebagai obat untuk mengatasi berbagai jenis penyakit seperti, membantu mengobati kanker payudara, membantu menurunkan tekanan darah, mengatasi penyakit kencing manis, menurunkan kolesterol, mengatasi bisul, mengatasi kanker usus, membantu dalam mencegah stroke, dan juga dapat mengurangi sakit pada perut pasca melahirkan (Kamarudin *et al.*, 2021). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Sirhi *et al.*, 2017) bawang dayak dapat dimanfaatkan dalam mengatasi penyakit-penyakit seperti meredakan nyeri dan menstruasi yang tidak teratur, kerusakan dalam saluran pencernaan, sebagai agen anti bakteri. Bawang dayak juga dapat dijadikan sebagai obat anti diabetes dan juga memiliki kandungan *eleutherinoside*. Ekstrak metanol umbi bawang dayak dapat menghambat enzim alfa-glukosidase (Febrinda *et al.*, 2021).

2.2 Radikal Bebas

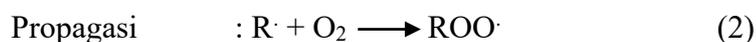
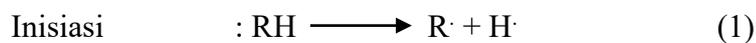
Radikal bebas merupakan molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak memiliki pasangan elektron pada orbit terluarnya, sangat reaktif dan labil sehingga menyebabkan gangguan pada DNA, lipid, protein, dan karbohidrat. Kerusakan-kerusakan tersebut dapat menimbulkan penyakit pada tubuh seperti, diabetes militus, kanker, dan aterosklerosis. Konsentrasi radikal bebas dengan antioksidan yang tidak seimbang dapat menyebabkan stress oksidatif pada tubuh dan dapat mengakibatkan kerusakan sel dan munculnya penyakit yang bersifat degeneratif (Minarti *et al.*, 2021).

2.3 Antioksidan dan Senyawa Fenol

Molekul yang dikenal sebagai antioksidan memiliki kemampuan untuk mencegah atau memperlambat oksidasi makromolekul. Antioksidan memiliki peran untuk mengurangi atau menghentikan reaksi berantai ini dengan mengeluarkan radikal bebas atau menghentikan reaksi oksidasi lainnya dengan cara dioksidasi sendiri (Elsayed Azab *et al.*, 2019). kelompok senyawa terbesar yang berfungsi sebagai antioksidan alami pada tumbuhan dikenal sebagai senyawa fenolik. Senyawa fenolik yang memiliki satu (fenol) atau lebih (polifenol) cincin fenol, yaitu gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatis, memiliki sifat mudah teroksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Karena memiliki kemampuan untuk membentuk radikal fenolik yang stabil pada reaksi oksidasi, senyawa fenolik memiliki kapasitas yang besar sebagai antioksidan. Senyawa eter, ester, atau glikosida yang antara lain flavonoid, tannin, tokoferol, kumarin, lignin, turunan asam sinamat, dan asam organik polifungsional merupakan senyawa fenolik alami yang banyak ditemukan pada tanaman (Dhurhania dan Novianto, 2019).

2.3.1 Cara kerja antioksidan

Antioksidan telah melindungi tubuh dari berbagai radikal bebas. Pertahanan antioksidan endogen terhadap spesies oksigen reaktif diperkuat oleh antioksidan alami yang memperkuat dan mengembalikan keseimbangan optimal dengan menetralkan ROS. Mekanisme pertahanan antioksidan adalah: memblokir produksi radikal bebas, *oxidants scavenging*, mengubah radikal bebas yang awalnya toksik menjadi zat yang lebih aman, menghentikan pembentukan metabolit toksik sekunder dan mediator inflamasi, menghentikan penyebaran rantai oksidasi sekunder, memperbaiki molekul yang rusak, dan pembentuk serta meningkatkan sistem pertahanan antioksidan endogen. Melindungi tubuh dari stres oksidatif melalui kombinasi dari sistem ini. Antioksidan enzimatik dan non-enzimatik yang kuat membentuk sistem antioksidan pada tubuh manusia (Elsayed Azab *et al.*, 2019).



(Sumber: (Ulyah, 2019))

Gambar 2. 2 Mekanisme reaksi antioksidan menghambat radikal bebas

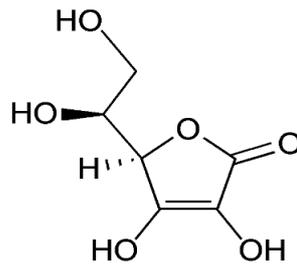
2.3.2 Kapasitas antioksidan

Beberapa teknik digunakan dalam menilai kapasitas antioksidan, seperti spektrofotometer Uv-Vis, spektroskopi fluoresensi, resonansi, paramagnetik elektron, uji katalis enzim dan uji kultur sel. Terdapat juga beberapa teknik elektrokimia yang pada umumnya diterapkan, termasuk teknik potensial terkontrol, sensor elektrokimia, dan biosensor. Teknik yang paling banyak digunakan dalam mengevaluasi kemampuan antioksidan misalnya, ABTS, DPPH, kapasitas reduksi antioksidan total misalnya, TEAC, ORAC, dan FRAP termasuk dalam teknik spektrometri. Metode ini telah banyak digunakan untuk menentukan kapasitas antioksidan dari banyak ekstrak tumbuhan, makanan, dan suplemen makanan (Flieger *et al.*, 2021).

2.3.3 Klasifikasi antioksidan

a) Antioksidan alami

Antioksidan alami biasanya berasal dari sumber alami, terutama berasal dari tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan. Dalam uji aktifitas antioksidan, vitamin A, vitamin C atau asam askorbat, vitamin E, antosianin, isoflavon, selenium, kerotenoid adalah contoh senyawa antioksidan alami. Vitamin C memiliki rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, dan titik lelehnya adalah 190-192°C. Vitamin C memiliki berat molekul 178 g/mol, bersifat larut dalam air, sedikit larut dalam aseton atau alkohol dan sukar larut dalam kloroform, eter, dan benzene (Adquisiciones *et al.*, 2019).



Sumber: (Adquisiciones et al., 2019)

Gambar 2. 3 Struktur vitamin C

b) Antioksidan sintetik

Antioksidan sintetik seperti senyawa fenolik, seperti BHA (*butylated hydroxy anisole*), BHT (*butylated hydroxy toluene*) TBHQ (*tersier butylhydroquinone*), dan ester asam galat, seperti *propil gallate* (PG), adalah beberapa antioksidan sintetik yang telah banyak digunakan. Batas dalam penggunaan antioksidan sintetik adalah 0,2% dari kandungan lemak atau minyak. Terdapat beberapa syarat dalam penggunaan antioksidan sintetik yaitu, aman bagi kesehatan, tidak menimbulkan warna yang tidak diinginkan, bekerja efektif dalam konsentrasi rendah, mudah didapat, dan harga yang terjangkau (Adquisiciones et al., 2019).

2.4 Simplisia

Simplisia adalah bahan yang berasal dari alam yang sudah dikeringkan dan digunakan sebagai obat untuk meningkatkan kesehatan, belum diproses kecuali dinyatakan secara lain. Terdapat tiga kategori simplisia: simplisia nabati, simplisia hawani, dan simplisia mineral atau pelikan. Simplisia nabati merupakan simplisia yang berupa tanaman utuh (akar, umbi, batang, daun, buah, bunga, dan biji), atau eksudat (gom, tragakan, lateks). Eksudat tanaman merupakan sel yang secara spontan keluar dari tanaman atau isi sel yang dikeluarkan dari intinya. Simplisia nabati ini lebih dikenal sebagai tanaman obat. Simplisia hewani merupakan bagian hewan utuh atau bagian tertentu dari hewan atau zat-zat yang bermanfaat dan berupa zat kimia yang belum murni. Simplisia mineral, juga dikenal sebagai

pelikan adalah simplisia yang terdiri dari bahan pelikan yang belum diolah dan bukan zat kimia murni (Lutfiah, 2022).

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan kandungan senyawa kimia yang terdapat pada jaringan tumbuhan maupun hewan dengan menggunakan pelarut tertentu sesuai dengan tingkat kepolarannya. Menurut Farmakope Indonesia Edisi IV, ekstrak adalah sediaan pekat yang dibuat dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia dengan pelarut yang sesuai. Semua pelarut yang digunakan dilakukan proses penguapan dan dihasilkan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan dengan cara mempengaruhi baku yang telah ditetapkan.

2.5.1 Maserasi

Metode perendaman serbuk simplisia menggunakan pelarut organik atau penyari yang sesuai merupakan metode yang paling sederhana dan banyak dilakukan, dilakukan pada temperatur ruang atau dengan pemanasan. Pemilihan pelarut dalam maserasi perlu dipertimbangkan berdasarkan kelarutan dan polaritas senyawa aktif yang ada dalam bahan alam agar dapat melarutkan beberapa komponen kimia yang terkandung dalam sampel yang bersifat polar maupun non-polar dalam jumlah yang maksimum. Maserasi bekerja dengan cara kemampuan larutan penyari dalam menembus dinding sel sampel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung berbagai macam komponen-komponen aktif. Zat aktif dalam sampel akan terlarut atau terbawa bersama dengan larutan pelarut. Pelarut yang digunakan memiliki konsentrasi yang berbeda menghasilkan berbagai macam bahan aktif baik di dalam sel dan di luar sel dipaksa untuk keluar sehingga mencapai titik kesetimbangan. Peristiwa ini dapat terjadi secara berulang-ulang hingga mencapai kesetimbangan konsentrasi antar larutan yang terletak baik di dalam maupun di luar sel (Handoyo, 2020).

Maserasi merupakan suatu metode ekstraksi yang menguntungkan bagi bahan alam atau simplisia yang tidak tahan dalam proses pemanasan agar menghindari rusak atau terurainya beberapa komponen aktif. Namun, dibalik keuntungan tersebut terdapat juga beberapa kelemahan pada metode maserasi berupa,

membutuhkan waktu lama, cukup banyaknya pelarut yang digunakan dalam proses maserasi, dan memiliki kemungkinan resiko beberapa senyawa aktif akan hilang karena beberapa senyawa sukar untuk di ekstraksi pada suhu kamar (Badaring *et al.*, 2020). Dari beberapa kekurangan tersebut, untuk mengoptimalkan kelarutan zat aktif yang akan di ekstrak dapat dilakukan beberapa modifikasi pada suhu pada proses maserasi dengan menggunakan metode maserasi digesti. Maserasi digesti adalah proses maserasi dengan menggunakan suhu yang lebih tinggi dari suhu kamar, sekitar 40-50°C. Meningkatnya suhu dapat meningkatkan kelarutan zat aktif yang di ekstrak, tetapi perlu diperhatikan dalam proses ekstraksi karena suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan aktif (Saepudin *et al.*, 2020). Senyawa yang sering digunakan pada proses maserasi adalah etanol. Etanol merupakan senyawa yang sering digunakan dalam melarutkan suatu senyawa baik senyawa yang kurang polar hingga senyawa polar, ini menjadi alasan kenapa etanol banyak digunakan dalam ekstraksi maserasi (Suhendra *et al.*, 2019).

2.5.2 Fraksinasi

Fraksinasi merupakan teknik pemisahan yang sering digunakan karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan zat yang akan dipisahkan. Teknik ini memerlukan pemilihan pelarut yang sesuai dengan senyawa-senyawa yang sesuai agar dapat terlarut dalam pelarut sesuai dengan tingkat kepolarannya (Candra *et al.*, 2017).

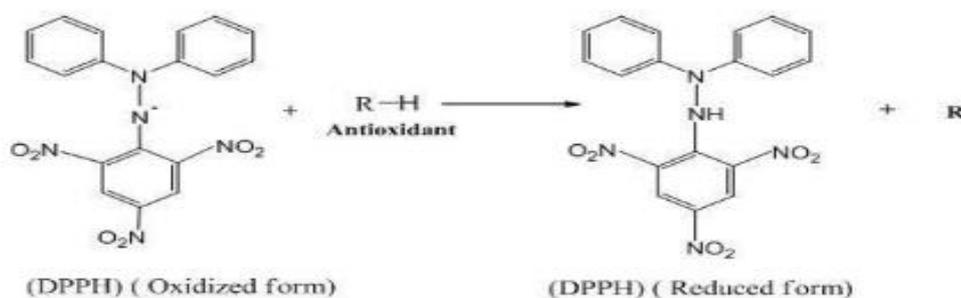
Prinsip kerja dari fraksinasi dengan ekstrak cair-cair dilakukan dengan cara hasil ekstrak dari proses maserasi yang di dapatkan selanjutnya dilarutkan dengan menggunakan aquadest, kemudiah hasil pelarutan tersebut dimasukkan ke dalam corong pemisah dan dicampurkan dengan *n-heksana* kemudian dikocok dan didiamkan sampai terbentuk lapisan air dan lapisan *n-heksana* (organik). Setelah terbentuk lapisan tersebut, kemudian dikumpulkan dan lapisan *n-heksana* tersebut dipekatkan. Lapisan air yang telah di dapat kemudian dipartisi kembali dengan etil asetat dan di dapat hasil fraksi etil asetat dan air. Hasil dari fraksi yang di dapatkan di uapkan dengan *rotary evaporator* sehingga didapatkan ekstrak etil asetat (Saputra *et al.*, 2018).

2.6 Asam Askorbat

Asam askorbat adalah senyawa yang secara signifikan dapat memberikan efek penurunan radikal bebas pada tubuh yang berakibat pada kerusakan anggota dan munculnya berbagai penyakit. Asam askorbat merupakan senyawa antioksidan yang sangat kuat memiliki nilai IC_{50} sebesar 10,208 ppm, aktifitas antioksidan yang besar ditunjukkan dengan semakin kecilnya nilai IC_{50} . Vitamin C juga banyak digunakan sebagai senyawa pembanding karena mudah didapat, lebih murah, serta aktifitas antioksidan yang lebih baik daripada vitamin A, dan vitamin E. Asam askorbat memiliki polaritas yang lebih tinggi dan memiliki gugus hidroksil yang lebih banyak (Lung *et. al*, 2018).

2.7 Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhidazil)

Pengujian aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhidazil). Senyawa yang memiliki aktifitas antioksidan ditunjukkan menurunnya absorben pada panjang gelombang 517 nm, gelombang yang memiliki serapan kuat DPPH dengan ditunjukkannya warna violet. Penurunan absorban disebabkan oleh berkurangnya jumlah elektron bebas dan meningkatnya jumlah elektron antioksidan yang terikat (Lung *et al*, 2018).



Sumber: (Tristantini *et al.*, 2016)

Gambar 2. 4 Reaksi DPPH dengan senyawa antioksidan

2.8 Spektrofotometri Uv-Vis

Spektrofotometri Uv-Vis merupakan metode pengukuran serapan cahaya oleh suatu senyawa di dalam ultraviolet dari sinar tampak (*Visible*). Panjang gelombang dari sinar tampak, radiasinya berkisar antara 400-700 nm. Panjang gelombang diantaranya memberikan warna biru, hijau, kuning, oranye. Radiasi UV tidak terlihat oleh mata dengan panjang gelombang 100-400nm. Apabila suatu senyawa mengabsorpsi sinar UV atau sinar tampak akan menghasilkan elektron bergerak dari keadaan energi terendah ke keadaan energi tinggi (Ngibad *et al.*, 2019). Keuntungan menggunakan metode spektrofotometer, metode ini merupakan cara yang sederhana untuk mendapatkan jumlah zat yang sangat kecil. Hasil yang dihasilkan detektor sangat akurat karena angka yang dihasilkan dicatat dan langsung dibaca dalam bentuk angka digital atau grafik yang sudah diregresikan (Eka Putri *et al.*, 2017).

Menurut hukum Lambert-Beer, intensitas yang diteruskan oleh larutan zat penyerap pembanding konsisten dengan tebal dan konsentrasi larutan. Dalam hukum Lambert-Beer terdapat beberapa pembatasan yaitu:

1. Sinar yang digunakan diperkirakan monokromatis.
2. Penyerapan terjadi pada volume dengan penampang luas yang sama.
3. Senyawa yang menyerap dalam larutan tidak bergantung pada senyawa lain dalam larutan.
4. Tidak ada peristiwa fluoresensi atau fosforensi (Ahriani *et al.*, 2021).

2.9 *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Untuk mengidentifikasi karakteristik kelompok gugus fungsional dalam suatu ekstrak menggunakan metode FTIR. Pengujian menggunakan FTIR ini dapat memberikan data mengenai struktur molekul yang didapat melalui spektrum penyerapannya (Jain *et al.*, 2016). Pengujian menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) memiliki beberapa keunggulan, pengujian yang dilakukan memiliki rentang waktu yang singkat, pengujian yang dilakukan tidak merusak sampel dan memerlukan sampel kecil berukuran <1 mg. metode ini bekerja dengan

mendeteksi penyerapan energi sampel pada frekuensi tertentu, dalam penyerapan puncaknya diidentifikasi dan diikat pada ikatan kimia yang akan mengidentifikasi suatu senyawa dalam sistem yang sangat kompleks (Swann *et al*, 2011).

Pengujian menggunakan metode FTIR ini akan memeriksa suatu senyawa dengan cepat dan aman untuk ekstrak atau bubuk herbal. FTIR adalah alat identifikasi senyawa dengan resolusi tinggi yang dapat mendeteksi kandungan kimia suatu senyawa dan dapat mengurai senyawa-senyawa struktural. Metode FTIR mengacu pada perubahan vibrasi molekul saat terpapar sinar inframerah (Altemimi *et al.*, 2017). Gelombang yang paling terlihat dari ikatan kimia pada spektrum beranotasi adalah gelombang cahaya yang diserap dalam metode FTIR ini. Ikatan kimia suatu senyawa dapat diidentifikasi dengan menggunakan tafssiran yang menyerap sinar inframerah. Sampel ekstrak yang di uji dengan metode FTIR memiliki rentang 400-4000 cm^{-1} dan resolusi 4 cm^{-1} (M., B. dan V., 2018).

Bilangan gelombang (cm^{-1}) adalah jumlah panjang gelombang per cm dan dapat dikatakan bahwa bilangan gelombang berbanding terbalik dengan panjang gelombang yang di terima detektor (Kristianingrum, 2016). Hal tersebut dapat di amati pada persamaan berikut:

$$\acute{u} = \frac{1}{\lambda}$$

Keterangan:

\acute{u} = Bilangan gelombang (cm^{-1})

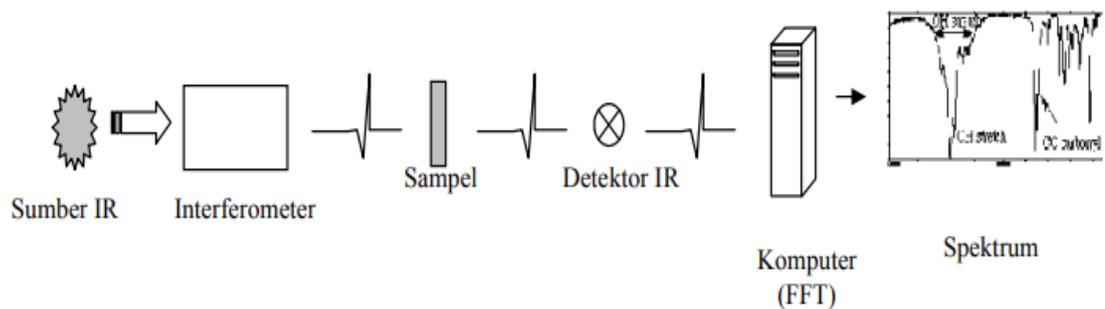
λ = Panjang gelombang (μm)

disamping itu, panjang gelombang radiasi inframerah terdiri dari tiga bagian (Kristianingrum, 2016), yang dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut

Tabel 2. 1 Pembagian Panjang Gelombang Pada Radiasi Inframerah

Daerah	Panjang gelombang (μm)	Bilangan gelombang (cm^{-1})
<i>near</i> (dekat)	0,78-2,5	12800-4000
<i>middle</i> (menengah)	2,5-50	4000-200
<i>far</i> (jauh)	50-500	200-10

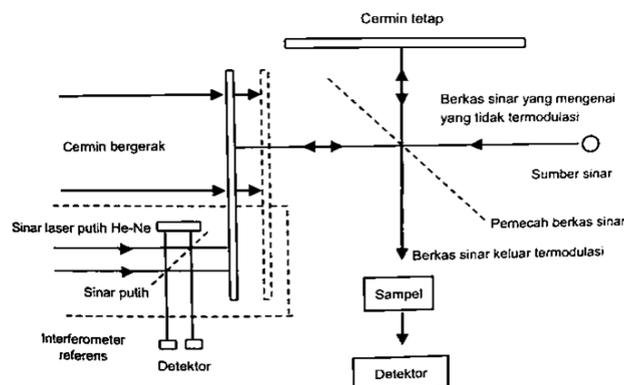
Gambar 2.5 menunjukkan prinsip kerja FTIR. Interferometer dapat mengubah cahaya inframerah polikromatik menjadi beberapa berkas cahaya yang menghasilkan sinyal interferogram. Gambaran spektrum sampel yang diuji dihasilkan dari gelombang yang dilewatkan dan ditangkap oleh detektor yang terhubung langsung ke komputer (Rohman, 2014).



Sumber: (Rohman, 2014)

Gambar 2. 5 Prinsip Kerja FTIR

seperti yang terlihat pada gambar 2.6, prinsip kerja Interferometer Michelson digunakan untuk sistem optik spektrofotometer FTIR. Cermin tetap dan cermin bergerak masing-masing menerima sebagian cahaya dari pemecah berkas sinar (*beam splitter*). Kedua berkas tersebut digabungkan kembali ke dalam pemecah berkas sinar (*beam splitter*) kemudian, berkas tersebut dipancarkan ke sampel dan diterima oleh detektor (Rohman, 2014).



Sumber: (Rohman, 2014)

Gambar 2. 6 Sistem Optik Spektrofotometer FTIR

Tabel 2. 2 Dasar teori *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

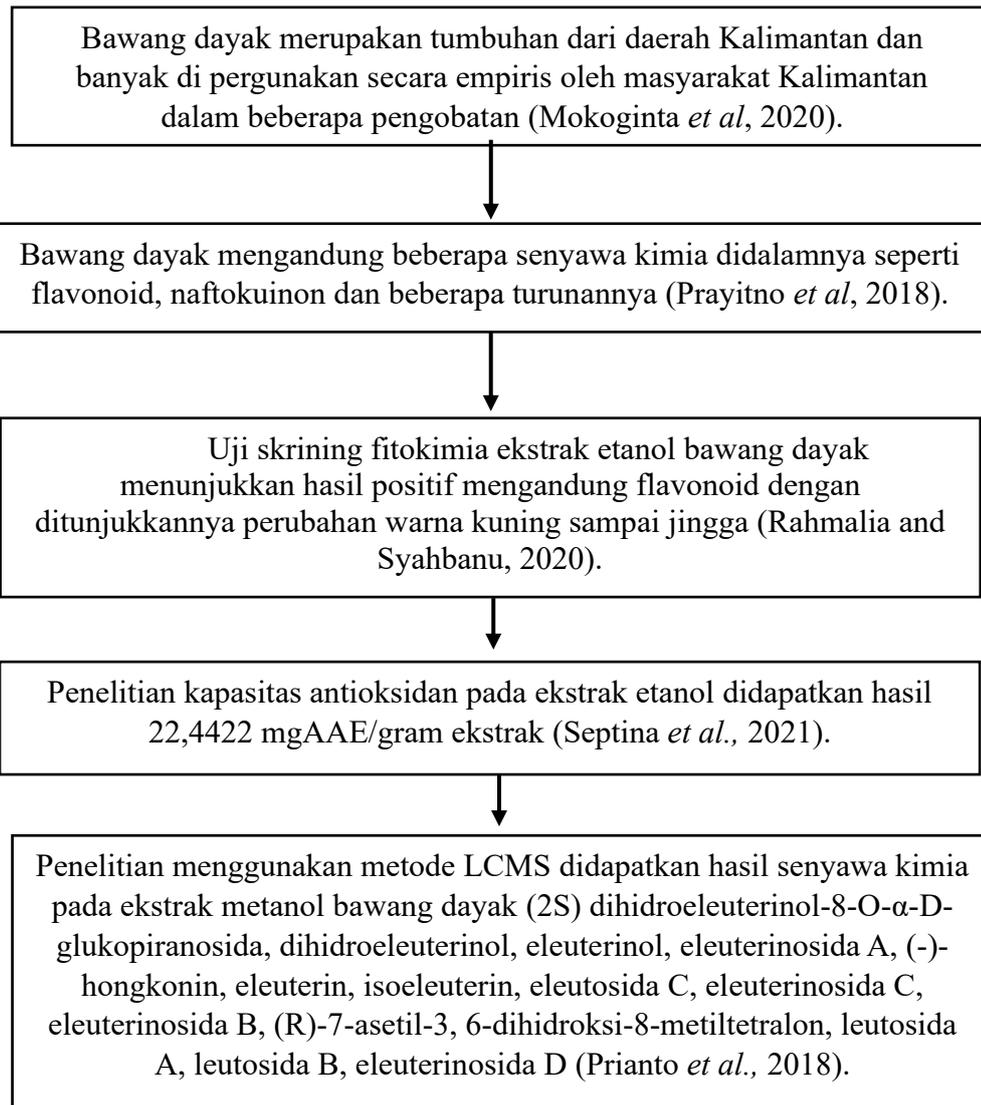
Gugus	Senyawa	Frekuensi (cm ⁻¹)	Lingkungan spektral cm ⁻¹ (μ)	Nama lingkungannya
OH	Alkohol	3580-3650	3333-3704	
	Asam	2500-2700	(2,7-3,0 μ)	
NH	Amina primer dan sekunder	3310-3500		
	Amina	3140-3320	2857-3333 (3,0-3,5 μ)	Lingkungan vibrasi ulur hidrogen
CH	Alkana	3300		
	Alkena	3010-3095		
	Aromatik	-3030		
	Alkana	2853-2962		
	Aldehida	2700-2900	2500-2857 (4,0-4,5 μ)	
SH	Sulfur	2500-2700		
C≡C	Alkana	2190-2260		
C≡N	Alkilnitril	2240-2260	2222-2500 (4,5-5,0 μ)	Lingkungan ikatan ganda
	Iosianat	2240-2275		
	Ariknitril	2220-2240		
-N=C=N	Diimida	2130-2155	2000-2222 (5,0-5,5 μ)	
-N ₃	Azida	2120-2160		
>CO	Aldehid	1720-1740	(1818-2000) (5,5-6,0 μ)	
	Keton	1675-1725		
	Asam karboksilat	1700-1725		
	Ester	2000-2300		
	Asilhalida	1755-1850	1667-1818 (6,0-6,5 μ)	Lingkungan ikatan ganda dua
	Amida	1670-1700		
CN	Oksim	1640-1690		
CO	β-diketon	1540-1640		
C=O	Ester	1650		
C=C	Alkena	1620-1680		
N-H(b)	Amina	1575-1650	1538-1667	
-N=N-	Azo	1575-1630	(6,5-7,5 μ)	Daerah sidik jari
-C-NO ₂	Nitro	1550-1570	1538-1667	
-C-NO ₂	Nitro aromatik	1300-1570		
C-O-C	Eter	1230-1270	1053-1333 (7,5-9,5 μ)	

-(CH ₂) _n	Senyawaan lain	-772	666-900 (11-15,0 μ)	
----------------------------------	----------------	------	------------------------	--

Sumber: (Kristianingrum, 2016)

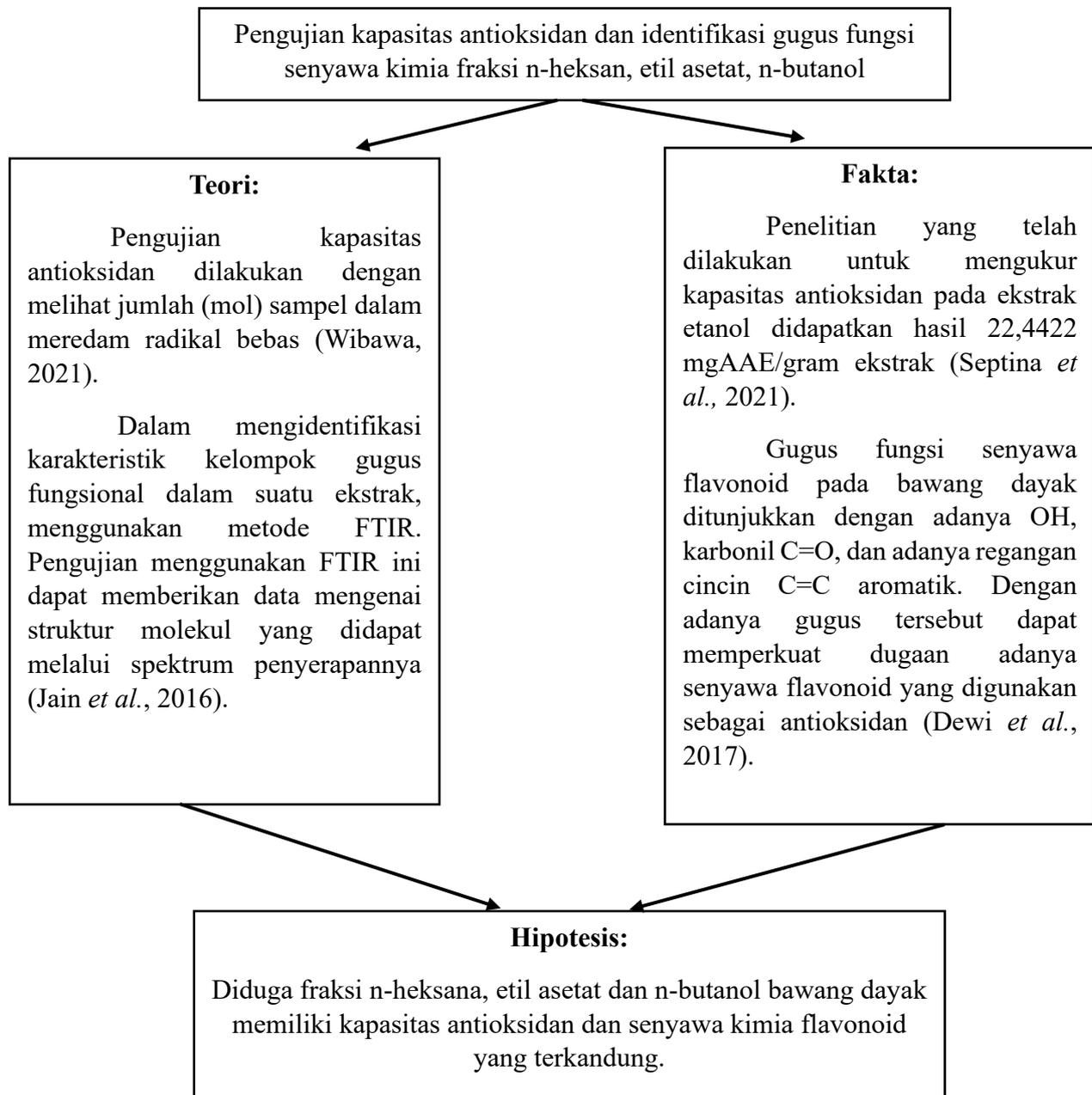
2.10 Kerangka Konseptual

2.10.1 Kerangka Teori



Gambar 2. 7 Kerangka Teori

2.10.2 Kerangka Konsep



Gambar 2. 8 Kerangka Konsep

2.11 Hipotesis

Diduga senyawa flavonoid pada fraksi n-heksana, etil asetat dan n-butanol bawang dayak memiliki kemampuan sebagai antioksidan.