

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.)

Tanaman pucuk merah, juga dikenal sebagai (*Syzygium myrtifolium* Walp.) merupakan tanaman hias yang sangat populer di masyarakat Indonesia. Tanaman ini merupakan jenis tanaman perdu dengan daun yang berwarna hijau dan merah. Indonesia merupakan salah satu tempat terbaik untuk tanaman pucuk merah karena tanaman ini tumbuh dengan baik di iklim tropis bahkan di taman kota, pucuk merah sering ditanam secara merata di depan rumah. Tanaman hias dari famili myrtaceae tumbuh di wilayah timur laut India, Myanmar, Thailand, Semenanjung Malaysia, Singapura, Sumatera, Kalimantan dan Filipina. Tanaman pucuk merah memiliki beberapa nama lain di berbagai negara seperti *Chinese Red Wood* (China), *Pokok Kelat Paya* (Malaysia), *Ubah Laut* (Malaysia Timur), *Wild Cinnamon*, *Red-lip*, *Australian Brush Cherry* dan *Kelat Oil* (Memon *et al.*, 2014).



(a)



(b)



(c)

**Gambar 2. 1 a) Tanaman pucuk merah, b) Daun merah pucuk merah, c)
Daun hijau pucuk merah**
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2.2 Taksonomi Pucuk Merah

Menurut (Salsabila, 2020) daun pucuk merah memiliki taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Class : Dicotyledoneae

Ordo : Myrtales

Famili : Myrtaceae

Genus : Syzygium

Spesies : *Syzygium myrtifolium* Walp.

2.3 Morfologi Pucuk Merah

Pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) famili myrtaceae merupakan tumbuhan berbiji tertutup (angiospermae) berhabitus pohon menahun dengan tajuk semak yang padat, dapat tumbuh hingga 30 meter. Posisi daunnya berhadapan, helaian daun berbentuk elips sampai *lanceolate*, panjangnya sampai 6-7,5 cm dan lebar 2-2,5 cm (Haryanti *et al.*, 2021). Daunnya saat masih pucuk berwarna kuning, orange kemerahan lalu berubah menjadi merah kecokelatan lalu hijau ketika dewasa (Salsabila, 2020). Bunganya mirip tepung berwarna kuning sampai putih, dengan perbungaan bercabang panjangnya sampai 4 cm (Haryanti *et al.*, 2021). Buahnya yang berbentuk bulat hingga elipsoid berwarna ungu tua atau kehitaman, dengan lebar sekitar 9 mm (Nurasyikin *et al.*, 2019).

2.4 Kandungan Daun Pucuk Merah

Daun pucuk merah mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder. Ekstrak total daun pucuk merah mengandung alkaloid, triterpenoid, steroid, saponin, fenolik, dan flavonoid. Fraksi n-heksana dari daun ini juga mengandung alkaloid, triterpenoid, dan steroid. Sementara itu, fraksi etil asetat mengandung alkaloid, triterpenoid, fenolik, dan flavonoid. Fraksi etanol-air mengandung triterpenoid, saponin, dan fenolik (Haryati *et al.*, 2015). Analisis pada ekstrak etanolik daun hijau menunjukkan adanya alkaloid, triterpenoid, fenolik, saponin, flavonoid, dan minyak atsiri. Fraksi etil asetat dari daun hijau juga mengandung alkaloid, triterpenoid, fenolik, dan saponin. Sedangkan fraksi air mengandung senyawa fenolik dan saponin. Penelitian mengenai parameter kimia daun pucuk merah menunjukkan bahwa daun ini juga mengandung tanin, flavonoid, fenol, serta memiliki aktivitas antioksidan (Yuwono & Faustina, 2019).

2.5 Penyeduhan

Penyeduhan merupakan metode ekstraksi konvensional yang bertujuan untuk mengeluarkan senyawa bioaktif yang terkandung dalam simplisia menggunakan air panas. Suhu dan waktu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan beberapa jenis simplisia herbal (Yuliasari *et al.*, 2023).

Proses ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini yaitu penyeduhan yang disesuaikan dengan bagian tanaman. Menurut Fannia *et al.*, (2024) teknik menyeduh herbal sangat bervariasi di seluruh dunia, berdasarkan tradisi dan manfaat kesehatan dikenal 3 metode teknik penyeduhan yaitu infusa, rebusan,

dan maserasi. Penyeduhan dengan metode infusa merupakan teknik penyeduhan untuk mendapatkan ekstrak simplisia dengan dengan cara menuang air mendidih pada herbal dalam suatu wadah dan membiarkan selama 5-15 menit kemudian disaring (Jain et al., 2011). Teknik penyeduhan ini sesuai untuk penyeduhan herbal dari bagian daun, bunga, dan bagian lembut lainnya. Teknik penyeduhan dengan rebusan merupakan teknik menyeduh minuman dengan menuangkan air dingin di atas zat, lalu didihkan selama 15-30 menit. Teknik penyeduhan dengan metode maserasi merupakan teknik perendaman zat selama 30 menit dalam air pada temperatur kamar. Rebusan dan maserasi teknik yang cocok untuk menyeduh akar, rimpang, dan kulit kayu (Kementerian Kesehatan, 2021).

2.6 Radikal Bebas

Radikal bebas (*free radical*) berasal dari atom atau molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan pada lapisan terluarnya. Karakteristik dari radikal bebas yaitu sifatnya yang sangat reaktif. Karena sifatnya yang sangat reaktif, radikal bebas cenderung bereaksi dengan cepat dengan molekul-molekul di sekitarnya untuk mencuri elektron (Rudiana et al., 2021).

Radikal bebas dapat bersifat positif atau negatif tergantung pada keseimbangan jumlah antioksidan dalam tubuh. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan stres oksidatif, yang mengganggu fungsi organ dan berpotensi menyebabkan penyakit (Irianti et al., 2021). Dalam kimia, radikal bebas merupakan atom atau molekul dengan elektron tak berpasangan yang cenderung menarik elektron dari molekul lain. Meskipun tidak semua oksidan merupakan

radikal bebas, radikal bebas memiliki efek berbahaya yang lebih besar dibandingkan oksidan non-radikal (Nurkhasanah et al., 2023).

Tingginya kadar radikal bebas dapat merusak jaringan tubuh yang sehat. Jika jumlahnya berlebihan, radikal bebas dapat mengganggu sintesis DNA, merusak pembuluh darah, menghancurkan lapisan lipid sel, mempengaruhi produksi prostaglandin, serta merusak sel dan mengurangi kemampuan adaptasi sel terhadap lingkungan (Werdhawati, 2014). Dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas jauh lebih besar dibandingkan oksidan non-radikal. Karena sangat reaktif dan tidak stabil, radikal bebas memiliki umur yang pendek, sehingga sulit dideteksi secara langsung. Meskipun sebagian besar radikal bebas bersifat reaktif tinggi dan memiliki masa hidup singkat, ada beberapa jenis yang lebih stabil. Radikal bebas dapat menarik elektron dan mengubah molekul lain menjadi radikal melalui reaksi berantai (Nurkhasanah et al., 2023).

Radikal bebas yang dihasilkan oleh tubuh sendiri merupakan senyawa yang sebenarnya berasal dari proses biologis normal atau fisiologis, tetapi dalam kondisi tertentu senyawa-senyawa tersebut hadir dalam jumlah yang besar (Nurkhasanah et al., 2023). Proses fisiologis tertentu dalam tubuh memerlukan keberadaan radikal bebas, terutama untuk membantu dalam transportasi elektron. Pada kadar normal, radikal bebas diperlukan untuk memfasilitasi pertumbuhan sel dan membantu sel darah putih untuk memerangi benda asing, seperti kuman, dengan cara menghancurkannya (fagositosis) (Reiter et al., 2018).

Radikal bebas berasal dari sumber eksternal dan internal. Sumber eksternal meliputi paparan sinar matahari, polusi udara, merokok, obat-obatan, pestisida, makanan tidak sehat, dan radiasi. Meskipun kita mungkin tidak terpapar sumber eksternal saat di rumah, tubuh kita sendiri juga memproduksi radikal bebas melalui proses pembakaran sel dan oksidasi saat bernapas, serta terjadi sebagai bagian dari metabolisme. Aktivitas fisik yang berlebihan dan peradangan juga dapat meningkatkan produksi radikal bebas. Oleh karena itu, tubuh kita pasti terpapar radikal bebas dalam berbagai kondisi. (Nurkhasanah *et al.*, 2023).

2.7 Antioksidan

Senyawa fitokimia merupakan zat alami yang terdapat dalam tanaman yang memberikan cita rasa, aroma dan warna yang khas pada tanaman tersebut. Beberapa khasiat senyawa fitokimia tersebut berfungsi sebagai antioksidan, meningkatkan sistem kekebalan, mengatur tekanan darah, menurunkan kolesterol, serta mengatur kadar gula darah (Mahral Effendi, 2020).

Secara kimia, antioksidan yaitu senyawa yang berfungsi sebagai donor elektron. Secara biologi, antioksidan mengurangi dampak negatif oksidan dengan mendonorkan satu elektronnya, sehingga menghambat aktivitas oksidan tersebut. Antioksidan penting bagi tubuh untuk melindungi dari radikal bebas dan dapat menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi dalam jumlah tertentu (Denny. *et al.*, 2022).

Senyawa fenolik memiliki berbagai efek biologis, terutama sebagai antioksidan. Antioksidan bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti berfungsi sebagai pereduksi, penangkap radikal bebas, pengkhelat logam,

penghambat pembentukan singlet oksigen, dan donor elektron (Sayuti & Yenrina, 2015). Flavonoid juga merupakan bagian dari kelompok senyawa ini dan memiliki manfaat kesehatan serupa salah satu dari kelompok senyawa fenolik yang ditemukan dalam buah dan sayur. Beberapa tahun belakangan ini, telah dibuktikan bahwa flavonoid memiliki potensi yang besar melawan penyakit yang disebabkan oleh penangkap radikal (Redha, 2021).

Antioksidan merupakan senyawa yang terdapat secara alami dalam bahan pangan. Senyawa ini berfungsi untuk melindungi bahan pangan dari kerusakan yang disebabkan terjadinya reaksi oksidasi lemak atau minyak yang sehingga bahan pangan yang berasa dan beraroma tengik (A. G. S. Putri et al., 2014). Menurut Sayuti & Yenrina, (2015) antioksidan merupakan agen yang dapat membatasi efek dari reaksi oksidasi dalam tubuh. Secara langsung efek yang diberikan oleh antioksidan dalam tubuh, yaitu dengan mereduksi radikal bebas dalam tubuh, dan secara tidak langsung, yaitu dengan mencegah terjadinya pembentukan radikal (Karta, 2020).

Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kandungan lipid, konsentrasi antioksidan, suhu, tekanan oksigen, dan komponen kimia dari makanan secara umum seperti protein dan air (Munteanu & Apetrei, 2021). Proses penghambatan antioksidan berbeda-beda tergantung dari struktur kimia dan variasi mekanisme. Dalam mekanisme ini yang paling penting yaitu reaksi dengan radikal bebas lipid, yang membentuk produk non-aktif (Fadiyah et al., 2019).

Senyawa yang memberikan aktivitas antioksidan utama yaitu senyawa fenol dan flavonoid, yang dapat larut dalam pelarut polar dan semi polar seperti etanol, etil asetat, dan air. Aktivitas antioksidan senyawa ini dipengaruhi oleh struktur kimia, jumlah, dan posisi gugus hidroksi. Semakin banyak gugus hidroksi dalam molekul, semakin kuat kemampuannya menangkap radikal bebas, karena semakin banyak atom hidrogen yang dapat didonorkan (Hidayah & Anggarani, 2022). Senyawa fenolik dan flavonoid berfungsi sebagai antioksidan karena gugus hidroksilnya dapat dengan mudah mendonorkan atom hidrogen ke radikal bebas. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan senyawa flavonoid dan fenolik dalam suatu tumbuhan, semakin besar pula aktivitas antioksidannya (Asih et al., 2022).

1. Manfaat Antioksidan

Antioksidan memiliki peran penting dalam menjaga kualitas produk pangan serta kesehatan dan kecantikan. Dalam bidang kesehatan dan kecantikan, antioksidan berfungsi untuk mencegah penyakit kanker dan tumor, penyempitan pembuluh darah, penuaan dini, dan berbagai masalah lainnya (Suyatmi et al., 2019). Antioksidan juga mampu menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif sehingga kerusakan sel dapat dicegah. Reaksi oksidasi dengan radikal bebas sering terjadi pada molekul protein, asam nukleat, lipid dan polisakarida (Sayuti & Yenrina, 2015).

Dalam industri pangan, antioksidan berguna untuk mencegah proses oksidasi yang dapat menyebabkan kerusakan, seperti ketengikan, perubahan

warna dan aroma, serta kerusakan fisik lainnya. Antioksidan sangat penting sebagai inhibitor peroksidasi lipid, sehingga mereka dapat digunakan untuk mencegah peroksidasi lipid pada bahan pangan (Fauzi et al., 2016).

Peroksidasi lipid merupakan reaksi kimia yang sering terjadi pada bahan pangan yang memproduksi asam, aroma tak sedap dan toksik selama proses pengolahan dan penyimpanan sehingga mempengaruhi mutu dan keamanan produk pangan (Heo et al., 2010). Risiko terkena penyakit degeneratif, seperti kardiovaskuler, kanker, aterosklerosis, osteoporosis, dan penyakit degeneratif lainnya, dapat dikurangi dengan mengonsumsi antioksidan dalam jumlah yang memadai. Mengonsumsi makanan yang kaya akan antioksidan dapat meningkatkan status imunologis dan menghambat munculnya penyakit degeneratif yang disebabkan oleh penuaan. Kecukupan antioksidan yang optimal diperlukan oleh semua kelompok usia (Hambali, 2019).

2. Mekanisme Kerja Antioksidan

Mekanisme antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai pada radikal bebas dari lemak yang teroksidasi, menurut Puspitasari et al., (2015) dapat disebabkan oleh 4 (empat) macam mekanisme reaksi yaitu pelepasan hidrogen dari antioksidan, pelepasan elektron dari antioksidan, adisi asam lemak ke cincin aromatik pada antioksidan, pembentuk senyawa kompleks antara lemak dan cincin aromatik dari antioksidan.

3. Golongan Antioksidan

Ada beberapa penggolongan antioksidan menurut Sayuti & Yenrina, (2015), yaitu antioksidan enzimatis dan non enzimatis. Antioksidan enzimatis misalnya enzim peroksida dismutase (SOD), katalase dan glutathion peroksidase. Antioksidan non enzimatis, dibagi dalam 2 kelompok lagi yaitu antioksidan larut lemak, seperti tokoferol, karotenoid, flavonoid, quinon, dan bilirubin. antioksidan larut air, seperti asam askorbat, protein pengikat logam.

a. Antioksidan berdasarkan fungsi dan mekanisme

1) Antioksidan Primer

Antioksidan primer merupakan jenis antioksidan yang berfungsi sebagai pemutus reaksi berantai (*chain-breaking antioxidant*), yang dapat bereaksi dengan radikal lipid dan mengubahnya menjadi produk yang lebih stabil (Kurniawati & Sutoyo, 2021).

Antioksidan primer berfungsi untuk mencegah pembentukan senyawa radikal baru dengan mengubah radikal bebas yang ada menjadi molekul yang dampak negatifnya lebih rendah sebelum mereka bereaksi. Antioksidan primer melakukan pemutusan rantai reaksi radikal dengan cepat mendonorkan atom hidrogen kepada lipid yang bersifat radikal, sehingga produk yang dihasilkan menjadi lebih stabil dibandingkan produk awal (Purba & Martosupono, 2009).

Contoh antioksidan primer yaitu *Superoksida Dismutase* (SOD), *Glutation Peroksidase* (GPx), katalase dan protein pengikat logam. *Superoksida Dismutase* (SOD), GPx disebut juga dengan antioksidan enzimatis yaitu antioksidan endogenus yang melindungi jaringan dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas oksigen seperti anion superoksida (O_2^-), radikal hidroksil (OH), dan hidrogen peroksida (H_2O_2) (Korczowska-Lącka et al., 2023).

2) Antioksidan Sekunder

Antioksidan sekunder bekerja dengan cara mengkelat logam yang bertindak sebagai pro-oksidan, menangkap radikal dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Antioksidan sekunder berperan sebagai pengikat ion-ion logam, penangkap oksigen, pengurai hidropersida menjadi senyawa non radikal, penyerap radiasi UV atau deaktivasi singlet oksigen (Sayuti & Yenrina, 2015).

3) Antioksidan Tersier

Antioksidan tersier berfungsi untuk memperbaiki kerusakan biomolekul yang disebabkan oleh radikal bebas. Contoh antioksidan tersier termasuk enzim yang memperbaiki DNA dan metionin sulfida reduktase. Berdasarkan sumbernya, antioksidan dibagi menjadi dua kategori yaitu antioksidan sintetis yang dihasilkan dari reaksi kimia, dan antioksidan alami yang diperoleh melalui ekstraksi bahan alami. Beberapa contoh antioksidan sintetis yang diizinkan untuk digunakan secara luas dalam makanan di seluruh dunia yaitu *Butylated*

Hidroxyanisol (BHA), *Butylated Hidroxytoluene* (BHT), *Tert-Butylated Hidroxyquinone* (TBHQ), dan tokoferol. Antioksidan ini merupakan produk yang diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersial (Sayuti & Yenrina, 2015).

b. Antioksidan Alami

Antioksidan ini dapat diperoleh dari berbagai bagian tumbuhan seperti daun, batang, akar, kayu, buah, biji, bunga, bahkan kulit kayu serta serbuk sari (Saefudin et al., 2013). Bagian tumbuhan dianggap sebagai sumber antioksidan alami karena mengandung bahan alam dengan aktivitas antioksidan. Senyawa seperti vitamin A, vitamin C, vitamin E, karotenoid, senyawa fenolik, dan polifenolik termasuk flavonoid, turunan asam sinamat (seperti asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan lainnya), tokoferol, koumarin, serta asam organik polifungsional merupakan contoh antioksidan alami yang dikenal luas. Selain itu, flavon, isoflavon, flavonol, katekin, dan kalkon merupakan contoh dari golongan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan (Nurkhasanah et al., 2023).

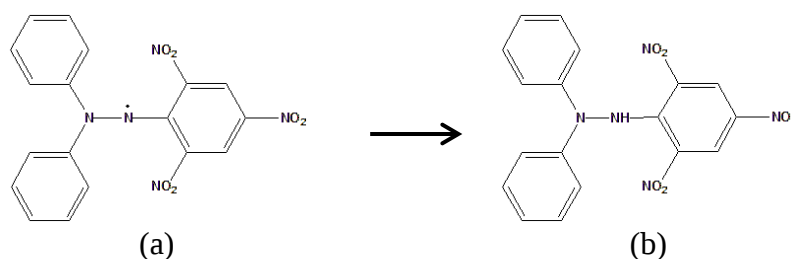
c. Antioksidan Sintetik

Jenis antioksidan ini sering digunakan dalam pengolahan produk pangan. Antioksidan sintetis berfungsi sebagai bahan tambahan (zat aditif) untuk mencegah oksidasi pada produk pangan, sehingga dapat memperpanjang umur simpan berbagai makanan dan minuman. Kandungan lemak dalam makanan merupakan komponen yang sangat

rentan terhadap oksidasi, yang dapat menyebabkan ketengikan (Sayuti & Yenrina, 2015). Namun, penggunaan antioksidan sintetis dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan efek samping, termasuk risiko karsinogenesis, serta dapat menyebabkan peradangan dan kerusakan hati (Nurkhasanah *et al.*, 2023).

2.8 Metode DPPH (2,2 *diphenyl-1-picryl-hydrazyl*)

DPPH merupakan radikal bebas yang mampu menerima elektron atau atom hidrogen dari senyawa lain, membentuk senyawa yang lebih stabil dan tetap stabil dalam larutan berair (Musdalifah, 2016). Metode DPPH sering digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan. Dalam pengujian ini, larutan *diphenylpicrylhydrazil* (radikal bebas) akan bereaksi dengan senyawa antioksidan, mengubah *diphenylpicrylhydrazil* atau DPPH menjadi bentuk *diphenylpicrylhydrazine* yang tidak bersifat radikal. Proses ini ditandai dengan perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning pucat, yang menunjukkan peningkatan jumlah *diphenylpicrylhydrazine* yang terkandung (Taylor & Todd, 1995). Berikut ini struktur senyawa *diphenylpicrylhydrazyl* dan *diphenylpicrylhydrazine* bisa dilihat pada gambar 2. 2.



**Gambar 2. 2 a) Struktur *Diphenylpicrylhydrazil*
b) Struktur *Diphenylpicrylhydrazine***

Prinsip kerja metode DPPH yaitu interaksi antara DPPH dan antioksidan secara radikal hidrogen atau transfer elektron pada DPPH akan

menstabilkan karakter radikal bebas. Apabila seluruh DPPH dan elektron radikal bebas berpasangan, akan membentuk warna larutan menjadi kuning terang dari ungu tua (Jami'ah et al., 2018). Transfer proton menghasilkan DPPH menjadi senyawa non-radikal. Jika elektron tidak berdampingan pada radikal DPPH, maka radikal DPPH akan berdampingan dengan atom hidrogen membentuk DPPH-H tereduksi (N. Sari & Abidin, 2024). Absorbansi antioksidan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm (Sulistyani et al., 2024).

Absorbansi diukur setelah proses inkubasi selama 30 menit, hal tersebut bertujuan agar larutan bereaksi dengan sempurna (N. Hasanah et al., 2023). Antioksidan yang bereaksi dengan DPPH akan membentuk radikal antioksidan dan tereduksi DPPH. Hasil metode DPPH secara umum diperlihatkan dalam parameter EC_{50} (*Efficient Concentration*) atau IC_{50} (*Inhibition Concentration*). IC_{50} merupakan konsentrasi yang dapat menyebabkan larutan atau sampel tereduksi aktivitas DPPH sebesar 50%. Jika, persentase EC_{50} atau IC_{50} lebih besar maka semakin rendah aktivitas antioksidan, begitu sebaliknya (Karundeng et al., 2019).

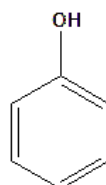
Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan pelarut metanol karena bersifat universal (dapat menarik senyawa yang bersifat polar maupun non polar) seperti senyawa fenol, flavonoid, tanin, terpenoid dan saponin (Nuryani et al., 2018). Berikut merupakan penggolongan nilai IC_{50} dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Antioksidan Berdasarkan Nilai IC₅₀ (Tristantini *et al.*, 2016)

Nilai IC ₅₀	Keterangan
>200	Sangat lemah
150 ppm – 200 ppm	Lemah
100 ppm – 150 ppm	Sedang
50 ppm – 100 ppm	Kuat
< 50 ppm	Sangat kuat

2.9 Senyawa Fenol

Senyawa fenol merupakan senyawa yang menempel pada cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Gugus fenol lebih dari satu disebut dengan senyawa polifenol (Baihakki *et al.*, 2011). Rumus kimia fenol yaitu C₆H₅OH. Fenol memiliki tetapan ionisasi asam yaitu 1×10^{-10} . Struktur kimia fenol dapat dilihat pada Gambar 2. 3 (Cahyani *et al.*, 2015).

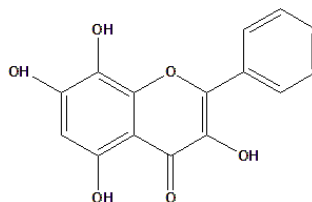
**Gambar 2. 3 Struktur Fenol** (Cahyani *et al.*, 2015)

Senyawa fenol berperan penting dalam aktivitas antioksidan, sehingga kadar fenol berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan (semakin besar kadar fenol maka semakin besar aktivitas antioksidannya) (Muhammad Fauzan *et al.*, 2022).

Uji polifenol menggunakan campuran NaCl 10% dan FeCl₃ jika menghasilkan larutan berwarna biru hitam menandakan adanya tanin terhidrolisis, sedangkan jika menghasilkan warna hijau kecokelatan menandakan adanya tanin terkondensasi (Putria *et al.*, 2022). Karena tanin atau fenol akan bereaksi dengan ion Fe³⁺ membentuk senyawa yang lebih kompleks (Asra *et al.*, 2019).

2.10 Senyawa Flavonoid

Flavonoid merupakan sekelompok besar senyawa polifenol tanaman yang tersebar luas dalam berbagai bahan makanan dan dalam berbagai konsentrasi. Kandungan senyawa flavonoid dalam tanaman sangat rendah, sekitar 0,25% (Rahmiyani, 2018). Komponen tersebut umumnya ditemukan dalam bentuk terikat atau terkonjugasi dengan senyawa gula. Golongan flavonoid dapat dijelaskan sebagai rangkaian senyawa C6-C3-C6, yang berarti bahwa kerangka karbonnya terdiri dari dua gugus C6 (cincin benzena yang tersubstitusi) yang dihubungkan oleh rantai alifatik yang terdiri dari tiga atom karbon seperti pada Gambar 2. 4 (Arifin & Ibrahim, 2018).



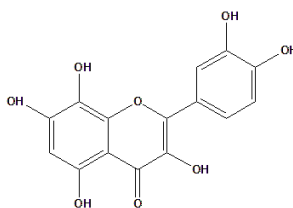
Gambar 2. 4 Struktur Flavonoid (Arifin & Ibrahim, 2018)

Dalam tumbuhan flavonoid terikat pada gula sebagai glikosida dan aglikon flavonoid yang mungkin terdapat dalam satu tumbuhan dalam bentuk kombinasi glikosida. Aglikonflavonoid (flavonoid tanpa gula terikat) terdapat dalam berbagai bentuk struktur (Khoerunniyssa et al., 2024). Flavonoid memiliki sifat antioksidan. Senyawa ini berperan sebagai penangkap radikal bebas karena mengandung gugus hidroksil. Karena bersifat sebagai reduktor, flavonoid dapat bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas. Senyawa flavonoid seperti quersetin, morin, mirisetin, kaempferol, asam tanat, dan asam elagat merupakan antioksidan kuat yang dapat melindungi makanan dari kerusakan oksidatif (Qonitah et al., 2023).

Sebagai antioksidan, flavonoid dapat menghambat penggumpalan keping-keping sel darah, merangsang pembentukan nitrit oksida yang dapat melebarkan (relaksasi) pembuluh darah, dan juga menghambat sel kanker (Angela & Sumbayak, 2017). Selain berfungsi sebagai antioksidan dan penangkap radikal bebas, flavonoid juga memiliki sifat sebagai hepatoprotektif, antitrombotik, anti inflamasi, dan antivirus (Suharyanto & Hayati, 2021). Efek flavonoid pada berbagai jenis organisme sangat beragam, yang menjelaskan mengapa tumbuhan yang mengandung flavonoid digunakan dalam pengobatan tradisional. Aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh flavonoid mungkin menjelaskan mengapa beberapa flavonoid tertentu menjadi komponen aktif dalam tumbuhan yang secara tradisional digunakan untuk mengobati gangguan fungsi hati (Husna et al., 2022).

Salah satu senyawa flavonoid yaitu kuersetin, kuersetin merupakan suatu senyawa flavonoid dalam sayuran atau buah-buahan yang juga berpotensi sebagai antioksidan (Widyasari et al., 2019). Potensi tersebut ditunjukkan oleh posisi gugus hidroksilnya yang mampu langsung menangkap radikal bebas. Kuersetin memiliki sifat anti radikal paling kuat terhadap radikal hidroksil, peroksil, dan anion superoksida (Lee et al., 2013).

Kuersetin memiliki aktivitas antioksidan yang kuat karena memiliki tiga ciri pada strukturnya, yaitu 3',4'-dihidroksi pada cincin B; 2,3 ikatan rangkap pada cincin C dan sebuah gugus 5-hidroksil pada cincin A seperti pada Gambar 2. 5 (Fajri et al., 2022).



Gambar 2. 5 Struktur Kuersetin (Fajri et al., 2022)

Dilihat dari struktur kimianya, kuersetin memiliki aktivitas kuat sebagai pemberi hidrogen (*hydrogen-donating*) karena kandungan hidroksilasi yang cukup, yakni 5 gugus OH dan lokasi gugus hidroksilnya terdapat pada sisi aktif (C3, C5, C3' dan C4') (Lohita Sari et al., 2022).

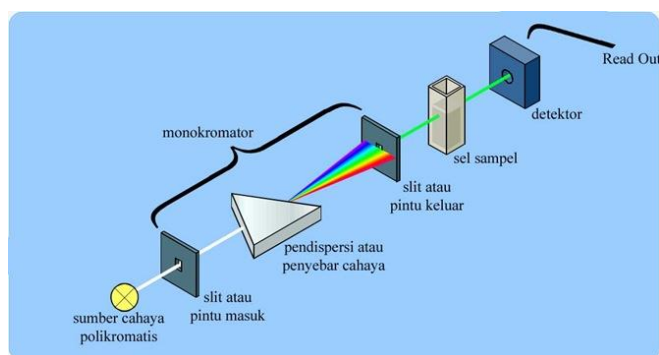
2.11 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu alat untuk mengidentifikasi kadar suatu senyawa (Sulistyani et al., 2023). Spektrofotometer UV-Vis dapat menghasilkan sinar monokromatis dalam panjang gelombang 200-800 nm (Afandi & Purwanto, 2018). Spektrofotometer UV-Vis merupakan kombinasi antara spektrofotometer ultraviolet dan spektrofotometer cahaya tampak yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif, ketika energi tersebut dipantulkan (ditransmisikan) sebagai fungsi dari panjang gelombang (Gusnedi, 2013).

Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur penyerapan cahaya oleh sampel dan blanko, menggunakan spektrum cahaya tampak dan monokromator. Ketika cahaya UV-Vis diarahkan ke senyawa, sebagian cahaya diserap oleh molekul, sementara sebagian lainnya dipantulkan. (Rahmayani et al., 2020). Ada tiga proses utama dalam spektrofotometri, yaitu absorbansi, transmisi, dan pembiasan atau pemantulan. Proses absorbansi memerlukan energi yang sesuai dengan kebutuhan molekul

atau atom, yang kemudian menyebabkan perubahan energi di dalamnya. Hanya panjang gelombang tertentu yang akan diserap oleh molekul, tergantung pada energi yang diperlukan (Tukadi, 2016).

Spektrofotometri yang sesuai untuk pengukuran di daerah spektrum ultraviolet dan sinar tampak terdiri atas suatu sistem optik dengan kemampuan menghasilkan sinar monokromatis dalam jangkauan panjang gelombang 200-800 nm. Suatu diagram sederhana spektrofotometer UV-Vis ditunjukkan oleh gambar dengan komponen-komponennya seperti pada Gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2. 6 Instrumen Spektrofotometer UV-Vis (Angraini & Yanti, 2021)

Spektrofotometer UV-Vis menggunakan interaksi absorpsi. Menurut Angraini & Yanti (2021) secara sederhana, spektrofotometer Uv-Vis terdiri dari sumber cahaya, monokromator, kuvet atau sel, detektor, dan read out :

1. Sumber cahaya, berupa cahaya polikromatis dari lampu *tungsten* atau *wolfram* pada daerah *visible* (400-800 nm) dan lampu *deuterium* pada daerah ultraviolet (0-400 nm).
2. Monokromator untuk menyeleksi untuk menyeleksi panjang gelombang.
3. Kuvet atau sel sampel sebagai tempat sampel. Berbentuk persegi panjang lebar 1 cm, memiliki permukaan lurus dan sejajar secara optis, transparan,

tidak bereaksi terhadap bahan kimia, tidak mudah rapuh, dan memiliki bentuk yang sederhana namun solid.

4. Detektor untuk menangkap sinar yang melewati sampel.
5. *Read out* yaitu suatu sistem yang menangkap isyarat listrik yang berasal dari detektor dan mengeluarkannya dalam bentuk angka transmittan atau absorbansi yang ditampilkan pada display alat.

2.12 Landasan Teori

Penelitian yang dilakukan oleh Wenas et al (2020) telah menyatakan bahwa pengukuran kadar antioksidan menggunakan metode DPPH dan menyatakan bahwa ekstrak kental infusa daun berwarna merah dan daun berwarna hijau tanaman pucuk merah memiliki tingkat kekuatan antioksidan yang sangat kuat, dengan nilai IC_{50} sebesar 31,68 ppm dan 30,56 ppm. Ekstrak kental infusa daun berwarna merah dan daun berwarna hijau berpotensi bagus sebagai produk antioksidan yang berguna di bidang kesehatan dan farmasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Sugihartini & Maryati (2022) telah menyatakan bahwa uji aktivitas antioksidan yang dilakukan dengan metode DPPH, sedangkan penetapan kadar fenol total dilakukan dengan metode *folin-ciocalteu*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun merah pucuk merah memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 2,195 ppm. Aktivitas antioksidan ekstrak tersebut sangat kuat karena adanya beberapa kandungan senyawa, salah satunya fenol yang dapat meredam radikal DPPH. Hasil penetapan kadar fenol total ekstrak etanol daun merah pucuk merah yaitu $371,833 \pm 1,818$ mg GAE/g ekstrak.

Penelitian yang dilakukan oleh I. P. Sari et al (2024) menyatakan bahwa menurut hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% daun pucuk merah dengan metode ABTS diperoleh nilai IC_{50} sebesar $3,5987 \pm 0,077$ $\mu\text{g/mL}$ yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat namun aktivitas pembanding asam askorbat diperoleh nilai IC_{50} yang lebih rendah yaitu sebesar $1,4136 \pm 0,196$ $\mu\text{g/mL}$. Kemampuan aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% daun pucuk merah 0,39 kali dari aktivitas antioksidan asam askorbat.

Penelitian yang dilakukan oleh Melani et al (2023) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak buah, bunga dan daun pucuk merah (*Syzygium paniculatum* Gearth) dengan metode DPPH. Hasil aktivitas antioksidan didapatkan nilai IC_{50} dari ekstrak buah yaitu 7318 ppm, ekstrak daun sebesar 337 ppm, ekstrak bunga sebesar 513 ppm sedangkan pada vitamin C sebesar 4,72 ppm.

2.13 Hipotesis

Seduhan tanaman pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) dari daun merah dan hijau mempunyai perbedaan kadar fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan yang dapat diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis.