BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Jahe Merah

1. Uraian Tanaman Jahe Merah

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. rubrum) adalah salah satu varietas dari tanaman jahe yang dikenal dengan warna rimpangnya yang kemerahan (Rohman, 2020). Tanaman ini memiliki batang semu yang tumbuh dari rimpang di bawah tanah dan dapat mencapai ketinggian hingga 1 meter (Anggita, 2021). Rimpang jahe merah lebih kecil dan lebih keras dibandingkan jahe biasa, dengan kulit berwarna merah dan daging rimpang berwarna merah muda hingga kemerahan (Pranoto *et al*., 2014). Batang jahe merah merupakan batang semu yang terbentuk dari tumpukan pelepah daun, tegak, dan berwarna hijau (Sari *et al*., 2017). Daunnya berbentuk lanset, dengan ujung meruncing dan pangkal membulat, berwarna hijau, dan memiliki panjang sekitar 15-25 cm serta lebar 2-3 cm (Susanti, 2013). Bunga jahe merah berwarna merah muda dengan bentuk seperti tandan dan biasanya muncul dari pangkal tanaman, meskipun bunga ini jarang terlihat karena jahe lebih sering diperbanyak dengan rimpangnya (Wijayanto, 2020).

Jahe merah tumbuh subur di daerah tropis dan subtropis, memerlukan tanah yang gembur, subur, dan drainase yang baik (Rahman, 2020). Curah hujan yang cukup dan sinar matahari yang memadai juga penting untuk pertumbuhan optimal (Kusuma, 2019). Rimpang jahe merah mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti gingerol, shogaol, dan zingerone yang memiliki efek anti-inflamasi, antioksidan, dan antimikroba (Zulkifli, 2021). Oleh karena itu, jahe merah sering digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi masalah pencernaan, meredakan nyeri, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Hidayat, 2018).

Budidaya jahe merah meliputi persiapan lahan, penanaman rimpang, pemeliharaan, dan panen (Santoso, 2016). Lahan yang ideal untuk menanam jahe merah harus dibersihkan dari gulma dan diberi pupuk organik (Lestari *et al*., 2015). Penanaman dilakukan dengan menanam potongan rimpang yang memiliki beberapa mata tunas (Saputra, 2014). Perawatan meliputi penyiraman secara teratur, pemupukan, dan pengendalian hama serta penyakit (Rahayu, 2019).

2. Sistematika Tanaman Jahe Merah

Sistematika tanaman jahe merah menurut Tjitrosupomo (2011) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledoneae
Ordo : Zingiberales
Famili : Zingiberaceae
Genus : Zingiber
Spesies : *Zingiber officinale* var Rubrum

Gambar 1. Jahe Merah (Anonim, 2023)

3. Kandungan Kimia

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. rubrum) mengandung berbagai senyawa kimia yang memiliki manfaat yang berguna bagi kesehatan manusia. Berikut adalah beberapa senyawa kimia utama yang terdapat dalam jahe merah.

3.1 Gingerol. Gingerol adalah komponen aktif utama dalam jahe segar yang memberikan rasa pedas pada jahe. Gingerol memiliki struktur kimia yang mirip dengan capsaicin dan piperine, yang ditemukan dalam cabai dan lada hitam. Senyawa ini dikenal karena sifat anti-inflamasi dan antioksidannya yang kuat (Prasad & Tyagi, 2015).

3.2 Shogaol. Shogaol terbentuk dari gingerol selama proses pengeringan atau pemanasan. Senyawa ini lebih pedas dibandingkan gingerol dan memiliki aktivitas anti-inflamasi, antioksidan, serta antikanker yang kuat. Shogaol juga efektif dalam mengatasi mual dan muntah (Ghasemzadeh *et al*., 2016).

3.3 Zingerone. Zingerone adalah senyawa yang dihasilkan dari dekomposisi gingerol selama pemanasan. Zingerone memiliki rasa yang lebih manis dan tidak sepedas gingerol atau shogaol. Senyawa ini memiliki sifat anti-inflamasi, antimikroba, dan antioksidan (Ali *et al*., 2008).

3.4 Paradol. Paradol merupakan senyawa yang memberikan rasa pedas dan memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan. Senyawa ini juga telah menunjukkan potensi dalam pengobatan kanker melalui mekanisme induksi apoptosis sel kanker (Dugasani *et al*., 2010).

3.5 Flavonoid dan Polifenol. Jahe merah juga mengandung flavonoid dan polifenol yang berperan sebagai antioksidan alami. Senyawa-senyawa ini membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif dan berkontribusi pada efek anti-inflamasi jahe merah (Shukla & Singh, 2007).

3.6 Terpenoid. Terpenoid adalah senyawa aromatik yang berkontribusi pada aroma khas jahe. Senyawa ini memiliki berbagai manfaat kesehatan, termasuk sifat antioksidan, anti-inflamasi, dan antimikroba (Rahman, 2020).

3.7 Vitamin dan Mineral. Jahe merah juga mengandung berbagai vitamin seperti vitamin C, B6, dan mineral seperti kalium dan magnesium, yang semuanya penting untuk fungsi tubuh yang sehat (Hidayat, 2018).

3.8 Minyak Atsiri. Jahe merah mengandung minyak atsiri yang terdiri dari berbagai komponen seperti *zingiberene*, β-*bisabolene*, α-*farnesene*, dan β-*sesquiphellandrene*. Minyak atsiri ini memiliki sifat antimikroba, anti-inflamasi, dan analgesik yang berkontribusi pada manfaat kesehatan jahe merah (Mascolo *et al*., 1989).

Tabel 1. Kandungan jahe tiap 28 gram (Kurniawati, 2010)

Nutrisi	Kandungan (tiap 28 g)
Kalori	22
Natrium	4 mg
Karbohidrat	5 g
Vitamin C	1,4 mg
Vitamin E (alfa tokoferol)	0,1 mg
Niasin	0,2 mg
Folat	3,1 µg
Kolin	8,1 mg
Magnesium	12 mg
Kalium	116 mg
Tembaga	0,1 mg
Mangan	0,1 mg

4. Manfaat Jahe Merah

Jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) memiliki berbagai manfaat kesehatan yang sudah lama dikenal dan digunakan dalam pengobatan tradisional. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari jahe merah.

4.1 Anti-inflamasi. Jahe merah memiliki sifat anti-inflamasi yang kuat, berkat kandungan gingerol dan shogaol. Senyawa ini membantu mengurangi peradangan dalam tubuh, yang bermanfaat dalam pengobatan penyakit inflamasi seperti arthritis (Rahman, 2020).

4.2 Antioksidan. Kandungan senyawa seperti gingerol, shogaol, dan zingerone dalam jahe merah memiliki sifat antioksidan yang tinggi, yang membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas (Zulkifli, 2021).

4.3 Anti-kanker. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jahe merah memiliki potensi anti-kanker, khususnya dalam menghambat pertumbuhan sel kanker dan menginduksi apoptosis (kematian sel terprogram) pada sel-sel kanker tertentu (Hapsari, 2018).

4.4 Anti-mikroba. Jahe merah menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap berbagai patogen, termasuk bakteri dan jamur, yang menjadikannya efektif dalam mengobati infeksi mikroba dan meningkatkan kesehatan usus (Pranoto *et al*., 2014).

4.5 Meningkatkan Pencernaan. Jahe merah sering digunakan untuk mengatasi masalah pencernaan seperti mual, kembung, dan dispepsia. Senyawa aktifnya merangsang produksi enzim pencernaan dan meningkatkan motilitas gastrointestinal (Hidayat, 2018).

4.6 Meredakan Nyeri. Jahe merah dapat membantu meredakan nyeri otot dan nyeri akibat menstruasi. Sifat analgesiknya berasal dari kemampuannya menghambat prostaglandin, yang merupakan mediator nyeri dalam tubuh (Kusuma, 2019).

4.7 Meningkatkan Sistem Kekebalan Tubuh. Konsumsi jahe merah dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh, membantu melawan infeksi dan penyakit. Kandungan antioksidan dan antimikrobanya berperan penting dalam memperkuat pertahanan tubuh (Lestari, 2015).

4.8 Mengontrol Gula Darah. Jahe merah juga diketahui memiliki efek hipoglikemik yang membantu mengontrol kadar gula darah, menjadikannya bermanfaat bagi penderita diabetes (Santoso, 2016).

B. Minuman Herbal Instan

Minuman herbal telah digunakan selama ribuan tahun dalam berbagai tradisi pengobatan di seluruh dunia, termasuk dalam pengobatan Tiongkok, Ayurveda di India, dan pengobatan tradisional di Indonesia. Dalam pengobatan Tiongkok, penggunaan herbal dipandang sebagai bagian dari keseimbangan tubuh dan pikiran, dengan berbagai ramuan yang diracik sesuai dengan kondisi kesehatan individu. Ayurveda juga menekankan pentingnya menggunakan tanaman dan rempah untuk menjaga keseimbangan dosha dalam tubuh, yang merupakan konsep kunci dalam sistem pengobatan tersebut (Kadir, 2021). Berbagai tanaman dan rempah telah digunakan untuk membuat ramuan yang dipercaya dapat meningkatkan kesehatan dan mengatasi berbagai penyakit.

Praktik penggunaan herbal dalam pengobatan tradisional merupakan warisan budaya yang kaya, di mana pengetahuan tentang manfaat tanaman diwariskan dari generasi ke generasi. Misalnya, di Indonesia, tradisi jamu sebagai minuman herbal telah menjadi bagian dari budaya sehari-hari, dengan berbagai resep yang bervariasi di setiap daerah. Jamu biasanya terbuat dari bahan-bahan alami seperti jahe, kunyit, dan berbagai rempah lainnya yang diyakini memiliki khasiat penyembuhan (Sari, 2022). Meskipun praktik ini masih relevan hingga saat ini, kini minuman herbal lebih sering disajikan dalam bentuk instan yang lebih praktis, sehingga dapat diakses oleh masyarakat yang lebih luas.

Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa berbagai jenis herbal mengandung senyawa bioaktif yang memiliki manfaat kesehatan signifikan. Jahe (*Zingiber officinale*), misalnya, dikenal memiliki sifat anti-inflamasi dan dapat membantu meredakan masalah pencernaan serta mual (Sari, 2022). Selain itu, chamomile (*Matricaria chamomilla*) telah terbukti memiliki efek menenangkan yang dapat membantu mengurangi kecemasan dan meningkatkan kualitas tidur, menjadikannya pilihan populer bagi mereka yang mengalami stres. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi chamomile secara rutin dapat memberikan efek positif pada gangguan tidur (Wijaya, 2023).

Kunyit (*Curcuma longa*), yang mengandung kurkumin, juga memiliki potensi sebagai agen antioksidan yang dapat melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Selain itu, beberapa studi menunjukkan bahwa kurkumin memiliki efek anti-inflamasi yang kuat,

yang dapat bermanfaat dalam mengatasi berbagai penyakit kronis seperti arthritis dan penyakit jantung (Kadir, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa minuman herbal tidak hanya menyegarkan, tetapi juga dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kesehatan secara keseluruhan.

Minuman herbal instan umumnya terdiri dari kombinasi berbagai herbal, gula, dan bahan tambahan lainnya. Dalam proses produksinya, ekstraksi senyawa aktif dari bahan herbal menjadi kunci untuk mempertahankan manfaat kesehatan. Proses ini melibatkan penggunaan teknik ekstraksi yang modern untuk memastikan bahwa khasiat herbal tetap terjaga dalam produk akhir (Sari, 2022). Formulasi minuman herbal instan dapat bervariasi, mulai dari teh herbal yang sederhana hingga ramuan rempah yang lebih kompleks. Hal ini memungkinkan konsumen untuk memilih produk sesuai dengan kebutuhan dan preferensi rasa mereka.

Penggunaan pemanis alami seperti madu atau stevia semakin populer dalam formulasi minuman herbal instan untuk meningkatkan rasa tanpa menambah kalori secara berlebihan. Penambahan bahan-bahan seperti vitamin dan mineral juga menjadi tren, di mana produsen berusaha untuk menciptakan produk yang tidak hanya enak tetapi juga memberikan nilai tambah nutrisi bagi konsumen (Wijaya, 2023). Dengan inovasi dalam teknologi ekstraksi dan pengolahan, produsen dapat menghasilkan produk yang tidak hanya praktis, tetapi juga kaya akan nutrisi, memenuhi tuntutan konsumen modern yang semakin sadar kesehatan.

Pasar minuman herbal instan menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Menurut laporan yang diterbitkan oleh Wijaya (2023), permintaan akan minuman sehat, termasuk herbal, meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran konsumen terhadap gaya hidup sehat. Perubahan pola konsumsi ini mendorong produsen untuk menciptakan varian baru yang menarik, dengan penekanan pada manfaat kesehatan dan kemudahan penyajian. Selain itu, pemasaran digital dan media sosial memainkan peran penting dalam mempromosikan produk ini kepada audiens yang lebih luas, terutama di kalangan generasi muda yang lebih sadar akan kesehatan.

Banyak perusahaan yang mulai mengadopsi strategi pemasaran yang lebih inovatif untuk menjangkau konsumen. Mereka menggunakan influencer dan platform media sosial untuk mempromosikan produk

mereka, sehingga mampu menarik perhatian generasi muda yang aktif di dunia digital. Penelitian menunjukkan bahwa rekomendasi dari influencer dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk dan mendorong mereka untuk melakukan pembelian (Sari, 2022). Dengan semakin berkembangnya pasar ini, produsen harus terus beradaptasi dan berinovasi untuk memenuhi ekspektasi konsumen yang terus berubah.

Minuman herbal instan memiliki banyak manfaat, namun pasar ini juga menghadirkan tantangan. Salah satunya adalah masalah konsistensi kualitas dan keamanan produk. Konsumen kini semakin kritis terhadap bahan yang digunakan dan proses produksi. Oleh karena itu, perusahaan perlu memastikan bahwa produk mereka memenuhi standar kualitas dan keamanan yang ditetapkan (Sari, 2022). Selain itu, regulasi yang ketat mengenai labelisasi dan klaim kesehatan juga menjadi tantangan bagi produsen dalam memasarkan produk mereka.

Di sisi lain, meningkatnya minat terhadap produk alami memberikan peluang besar bagi inovasi dan pengembangan produk baru untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang terus meningkat. Penekanan pada keberlanjutan dan ramah lingkungan juga menjadi tren yang semakin mendominasi pasar, di mana konsumen lebih memilih produk yang tidak hanya baik untuk kesehatan mereka tetapi juga berdampak positif bagi lingkungan (Wijaya, 2023). Dengan memahami tantangan dan peluang ini, produsen dapat merumuskan strategi yang tepat untuk bersaing dalam pasar minuman herbal instan yang terus berkembang.

C. Pembanding Asam Askorbat (Vitamin C)

Dalam uji aktivitas antioksidan jahe merah, vitamin C (asam askorbat) telah menjadi pilihan utama sebagai standar pembanding, dan pilihan ini didukung oleh sejumlah argumen ilmiah yang meyakinkan. Menurut Padayatty dkk. (2003), vitamin C adalah antioksidan yang kuat dan stabil dengan kapasitas yang luar biasa untuk menetralkan berbagai jenis radikal bebas. Sebuah mekanisme penting dalam aktivitas antioksidan, donasi elektron yang mudah dimungkinkan oleh struktur molekulnya yang khusus. Seperti yang disebutkan oleh Carr dan Frei (1999), ketersediaan vitamin C dalam bentuk murni dan komersial dengan tingkat kemurnian yang tinggi menjamin akurasi dan konsistensi dalam pengujian laboratorium.

Menurut penelitian Ghasemzadeh dkk. (2010), mekanisme antioksidan vitamin C sebanding dengan mekanisme antioksidan yang terdapat pada jahe merah, terutama senyawa fenolik seperti gingerol dan shogaol. Karena kemiripan ini, vitamin C merupakan tolok ukur yang berguna. Selain itu, Huang dkk. (2005) melaporkan bahwa rentang aktivitas antioksidan vitamin C sesuai untuk dibandingkan dengan ekstrak tanaman, seperti jahe merah, sehingga cocok sebagai standar pembanding dalam berbagai metode pengujian antioksidan terstandarisasi, seperti metode DPPH dan ABTS (Re dkk., 1999).

Halliwell (1996) menekankan pentingnya vitamin C sebagai antioksidan yang krusial bagi tubuh manusia, yang memberikan dasar yang berharga untuk memahami potensi manfaat kesehatan dari adanya aktivitas antioksidan dalam jahe merah. Menurut Alam dkk. (2013), menggunakan vitamin C sebagai standar juga memudahkan untuk membandingkan hasil dari berbagai penelitian, sehingga memungkinkan para peneliti untuk membandingkan aktivitas antioksidan dari berbagai sumber dalam pengaturan yang lebih komprehensif.

Hal lain yang mendukung kesesuaian vitamin C sebagai standar dalam berbagai kondisi eksperimental adalah kinetika reaksinya yang cepat dengan radikal bebas (Buettner dan Jurkiewicz, 1996) dan stabilitasnya dalam berbagai kondisi pH, seperti yang dilaporkan oleh Davey dkk. (2000). Selain itu, penemuan Packer dkk. (1979) bahwa vitamin C dapat meregenerasi antioksidan lain, seperti vitamin E, menambah pengetahuan kita tentang fungsi kompleks antioksidan dalam sistem biologis.

Hasilnya, selain kualitas antioksidannya yang kuat, vitamin C digunakan sebagai standar pembanding dalam uji aktivitas antioksidan minuman instan jahe merah karena aksesibilitasnya, signifikansi fisiologis, dan kapasitasnya untuk mendukung perbandingan studi silang. Karena kualitas ini, vitamin C adalah standar emas dalam studi tentang aktivitas antioksidan, menawarkan dasar yang kuat untuk menilai dan menafsirkan kapasitas antioksidan dari sumber alami seperti jahe merah.

D. Uji Aktivitas Antioksidan

1. Aktivitas Antioksidan

1.1 Aktivitas Antioksidan Secara Umum. Antioksidan adalah senyawa yang dapat mencegah atau memperlambat kerusakan sel akibat radikal bebas, yaitu molekul reaktif yang dapat merusak DNA, protein,

dan lipid. Radikal bebas dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk paparan sinar ultraviolet, polusi, serta proses metabolisme normal dalam tubuh (Halliwell & Gutteridge, 2015). Ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan dapat menyebabkan stres oksidatif, yang berkontribusi pada berbagai penyakit degeneratif, seperti kanker, penyakit jantung, dan penyakit neurodegeneratif (Pérez-Jiménez & Neves, 2012). Oleh karena itu, penting untuk mengonsumsi makanan yang kaya akan antioksidan, yang dapat menetralkan radikal bebas dan memperbaiki kerusakan sel.

Sumber utama antioksidan dapat ditemukan dalam makanan nabati, di mana beberapa kelompok senyawa, seperti vitamin C, vitamin E, flavonoid, polifenol, dan karotenoid, memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan. Vitamin C, yang larut dalam air, berfungsi melindungi sel dari stres oksidatif dan membantu regenerasi vitamin E, sedangkan vitamin E melindungi membran sel dari kerusakan lipid peroksidasi (Carr & Frei, 1999; Thompson et al., 2019). Flavonoid dan polifenol, yang banyak ditemukan dalam teh, buah-buahan, dan sayuran, tidak hanya memiliki sifat antioksidan, tetapi juga memiliki efek antiinflamasi dan kardioprotektif (He & Liu, 2019). Karotenoid, senyawa pigmen yang memberikan warna pada banyak buah dan sayuran, juga dikaitkan dengan pengurangan risiko kanker (Giovannucci, 1999).

Mekanisme kerja antioksidan melibatkan dua proses utama: pencegahan dan perbaikan. Antioksidan melakukan pencegahan dengan menginaktivasi radikal bebas sebelum dapat menyebabkan kerusakan, biasanya melalui donasi elektron (Pérez-Jiménez & Neves, 2012). Di sisi lain, antioksidan juga berperan dalam perbaikan kerusakan sel dengan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen, seperti superoksida dismutase (SOD) dan glutation peroksidase (GPx), yang berfungsi mengeliminasi spesies oksigen reaktif (Zhang et al., 2016). Dengan demikian, antioksidan tidak hanya melindungi sel dari kerusakan, tetapi juga membantu memperbaiki kerusakan yang telah terjadi.

Penelitian telah menunjukkan potensi tinggi dari berbagai makanan nabati sebagai sumber antioksidan. Misalnya, buah-buahan dan sayuran yang kaya akan polifenol memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan dan berkontribusi pada kesehatan secara keseluruhan (Prior et al., 2005). Suplementasi antioksidan juga dapat membantu mengurangi peradangan dan meningkatkan kesehatan jantung pada individu yang berisiko (Wu et al., 2019). Selain itu, kombinasi berbagai sumber

antioksidan dapat menghasilkan efek sinergis, meningkatkan efektivitas dalam menangkal radikal bebas (Kumar et al., 2018). Dengan demikian, pola makan yang bervariasi dan kaya akan senyawa antioksidan sangat penting untuk kesehatan dan pencegahan penyakit.

1.2 Aktivitas Antioksidan pada Jahe Merah. Mekanisme antioksidan pada jahe merah (Zingiber officinale var. rubrum) melibatkan berbagai proses biokimia yang kompleks yang berkontribusi pada perlindungan sel terhadap kerusakan akibat radikal bebas. Salah satu cara utama jahe merah melawan radikal bebas adalah melalui donasi elektron, di mana senyawa aktif seperti gingerol dan shogaol mendonorkan elektron kepada radikal bebas untuk menetralkannya, sehingga mengurangi potensi kerusakan pada sel (Kumar & Sharma, 2017). Selain itu, jahe merah juga berperan dalam menghambat proses oksidasi lipid, melindungi membran sel dari kerusakan yang disebabkan oleh peroksidasi lipid, yang merupakan salah satu penyebab utama kerusakan sel (Surya et al., 2020). Senyawa bioaktif dalam jahe merah juga dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen, seperti superoksida dismutase (SOD) dan glutation peroksidase (GPx), yang membantu mengeliminasi spesies oksigen reaktif (SOR) di dalam tubuh, sehingga menjaga keseimbangan redoks (Zhang et al., 2016). Selain itu, jahe merah memiliki sifat anti-inflamasi yang turut berkontribusi pada mekanisme antioksidannya, dengan mengurangi peradangan yang sering kali berhubungan dengan produksi radikal bebas lebih lanjut (He & Liu, 2019). Peningkatan kadar glutathione, antioksidan penting dalam sel, juga dapat terjadi melalui konsumsi jahe merah, yang mendukung detoksifikasi dan perlindungan sel dari kerusakan (Miller et al., 2019). Dengan kombinasi dari berbagai mekanisme ini, jahe merah menjadi sumber yang efektif dalam melawan stres oksidatif dan menjaga kesehatan sel.

2. Uji Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk menangkal radikal bebas dan menghambat proses oksidasi dalam tubuh. Penelitian terkini menunjukkan bahwa antioksidan memiliki peran penting dalam pencegahan berbagai penyakit degeneratif dan penuaan dini (Sharifi-Rad *et al*., 2020). Uji aktivitas antioksidan menjadi fokus penelitian yang signifikan dalam bidang farmasi, pangan, dan kesehatan.

Ada berbagai metode yang digunakan dalam uji antioksidan, di antaranya:

2.1 Uji DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). Uji ini menggunakan radikal bebas DPPH untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan suatu senyawa. DPPH adalah radikal bebas stabil yang akan berubah warna dari ungu menjadi kuning ketika direduksi oleh antioksidan. Penurunan intensitas warna ungu diukur secara spektrofotometri untuk menentukan kapasitas antioksidan (Blois, 1958).

2.2 Uji ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid). Metode ini mirip dengan uji DPPH, tetapi menggunakan radikal bebas ABTS yang menghasilkan warna biru-hijau ketika teroksidasi. Aktivitas antioksidan diukur berdasarkan penurunan intensitas warna biru-hijau yang diamati secara spektrofotometri (Re, 1999).

2.3 Uji FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). Uji ini mengukur kemampuan suatu senyawa untuk mereduksi ion besi (Fe^3+) menjadi ion besi (Fe^2+). Reaksi ini menghasilkan perubahan warna yang dapat diukur secara spektrofotometri. Semakin tinggi nilai FRAP, semakin besar kapasitas antioksidan dari sampel yang diuji (Benzie & Strain, 1996).

2.4 Uji ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Uji ORAC mengukur kapasitas antioksidan suatu senyawa dalam menangkal radikal peroksil. Metode ini menggunakan fluoresensi untuk memantau degradasi fluorescein akibat radikal bebas, dan aktivitas antioksidan dihitung berdasarkan kemampuan senyawa untuk melindungi fluorescein dari degradasi (Cao *et al*., 1993).

2.5 Uji TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity). Metode ini mengukur kemampuan antioksidan dalam mengurangi radikal bebas ABTS. Hasilnya dibandingkan dengan Trolox, senyawa standar antioksidan, untuk menentukan aktivitas antioksidan relatif dari sampel (Miller *et al*., 1993).

Metode pengujian aktivitas antioksidan telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Liang dan Kitts (2014) menjelaskan bahwa metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) masih menjadi salah satu metode yang paling umum digunakan karena kesederhanaan dan kecepatannya. Namun, Apak *et al*. (2016) menekankan pentingnya penggunaan metode pengujian yang beragam untuk mendapatkan

gambaran yang lebih komprehensif tentang aktivitas antioksidan suatu senyawa.

Dalam konteks sumber antioksidan alami, penelitian terkini menunjukkan potensi yang besar dari tanaman obat dan rempah-rempah. Gulcin (2020) melakukan tinjauan komprehensif tentang aktivitas antioksidan berbagai ekstrak tanaman dan senyawa fitokimia, menyoroti potensi mereka sebagai alternatif antioksidan sintetis. Lebih lanjut, Shahidi dan Ambigaipalan (2015) mengeksplorasi potensi antioksidan dari produk samping pertanian dan industri pangan, menunjukkan peluang untuk pengembangan antioksidan berkelanjutan.

3. Spektrofotometri UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*)

Spektrofotometri UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*) adalah teknik analisis yang digunakan untuk mengukur absorbansi atau transmisi cahaya oleh suatu sampel dalam rentang panjang gelombang ultraviolet (200-400 nm) dan visible (400-700 nm) (Skoog *et al*., 2014). Teknik ini sering digunakan dalam berbagai bidang seperti kimia, biokimia, farmasi, dan lingkungan untuk menganalisis konsentrasi senyawa, mengidentifikasi zat, dan mempelajari reaksi kimia.

Spektrofotometri UV-Vis didasarkan pada prinsip bahwa molekul atau ion dalam suatu sampel dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, yang menyebabkan transisi elektron dari tingkat energi dasar ke tingkat energi tereksitasi (Harris, 2016). JumLah cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang tertentu berbanding lurus dengan konsentrasi zat dalam sampel sesuai dengan hukum Lambert-Beer.

E. Landasan Teori

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) merupakan salah satu varietas jahe yang banyak digunakan dalam industri obat tradisional dan pangan di Indonesia (Agustina, 2018). Jahe merah dikenal memiliki kandungan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan dengan jahe putih, seperti gingerol, shogaol, dan paradol, yang memberikan efek farmakologis termasuk antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba (Wahyuni *et al*., 2019). Selain itu, jahe merah memiliki aroma yang lebih tajam dan rasa yang lebih pedas, yang disebabkan oleh kandungan minyak atsiri yang lebih tinggi (Puspasari, 2020).

Antioksidan adalah senyawa yang mampu menghambat oksidasi molekul lain dengan mencegah pembentukan radikal bebas, yang dapat

merusak sel-sel tubuh (Winarsi, 2007). Jahe merah mengandung berbagai senyawa antioksidan seperti gingerol, shogaol, dan zingerone yang telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan (Rahmawati *et al*., 2018). Penelitian menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah dapat mengurangi stres oksidatif pada sel, sehingga dapat mencegah berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes, dan penyakit kardiovaskular (Nugraha *et al*., 2017).

Spektrofotometri UV-Vis adalah teknik analisis yang digunakan untuk mengukur absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh suatu sampel, yang berhubungan dengan konsentrasi senyawa dalam sampel tersebut (Skoog *et al*., 2014). Metode ini sering digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan dalam berbagai sampel karena cepat, sederhana, dan akurat (Widyaningrum *et al*., 2020). Dalam analisis antioksidan, senyawa yang mengandung gugus kromofor akan menyerap cahaya UV-Vis pada panjang gelombang tertentu, yang kemudian diukur absorbansinya untuk menentukan konsentrasi senyawa tersebut (Harborne, 1987).

Perbandingan aktivitas antioksidan dalam berbagai produk minuman instan jahe merah penting untuk menentukan kualitas dan potensi kesehatan produk yang beredar di pasar (Susanti *et al*., 2019). Dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis, aktivitas antioksidan dapat diukur dan dibandingkan antar produk untuk memastikan konsistensi dan kualitas produk yang dijual (Kusuma *et al*., 2021). Penelitian semacam ini juga penting untuk memberikan informasi yang akurat kepada konsumen mengenai manfaat kesehatan dari produk yang mereka konsumsi (Putri *et al*., 2022).

F. Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil dari rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sediaan minuman instan jahe merah merek A, B, dan C memiliki aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam aktivitas antioksidan antara merek-merek minuman instan jahe merah.