

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Teh

Teh (*Camellia sinensis*) merupakan tanaman dengan khasiat penyembuhan herbal. Teh yang paling banyak diproduksi di Indonesia adalah teh hitam. Indonesia merupakan eksportir teh terbesar kelima di dunia. Teh merupakan salah satu produk perkebunan yang penting bagi perekonomian Indonesia dan menempati urutan kedua dalam perekonomian Indonesia. Teh merupakan salah satu sumber pendapatan luar negeri terbesar setelah minyak dan gas, terbukti dengan produksi teh Indonesia yang tinggi dan perkebunan teh yang luas (Ginanjari et al., 2019).

2.1.2 Kombucha

Kombucha merupakan minuman fermentasi yang terbuat dari teh, gula, dan kultur mikroorganisme simbiosis yang terdiri dari bakteri dan ragi (SCOBY). Proses fermentasi ini menghasilkan berbagai senyawa bioaktif, termasuk asam organik, vitamin, dan polifenol yang memberikan manfaat kesehatan. Kombucha dikenal dengan kemampuannya dalam meningkatkan sistem imun, mendukung kesehatan pencernaan, dan memberikan perlindungan terhadap stres oksidatif. Proses fermentasi pada kombucha berlangsung antara 7 hingga 14 hari, dengan waktu fermentasi yang memengaruhi kandungan senyawa bioaktifnya (Rodhiyah et al., 2024).

Beberapa penelitian untuk mengembangkan potensi kombucha telah dilakukan dengan substitusi substrat yaitu kacang-kacangan, limbah buah kering, kulit buah, sari buah, kulit pisang dan lainnya. Kombucha dianggap memiliki manfaat kesehatan, seperti meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mengurangi gejala sindrom iritasi usus besar, membantu penurunan berat badan, dan

menurunkan tekanan darah, yang menjadikannya semakin populer (Kapp & Sumner, 2019).

2.1.3 Fermentasi Kombucha

Fermentasi kombucha biasanya berlangsung selama sekitar 7-14 hari, tetapi ada beberapa contoh dimana fermentasi berlangsung hingga 60 hari. Namun pada fermentasi dengan waktu 60 hari konsentrasi asam asetat yang bertanggung jawab sebagai aroma asam dan rasa seperti cuka pada kombucha menurun, penurunan ini disebabkan karena asam asetat sebagai sumber karbon sudah habis (Leal et al., 2018). Banyak penelitian telah dilakukan tentang bagaimana waktu fermentasi mempengaruhi minuman kombucha. Hasilnya menunjukkan bahwa sifat bioaktif, sensoris, dan mikrobiologis produk sangat dipengaruhi oleh waktu fermentasi. Selama 7 hari pertama fermentasi, minuman kombucha memiliki tingkat antioksidan yang lebih tinggi (Vohra et al., 2019)

Suhu fermentasi kombucha bervariasi dalam berbagai penelitian, tetapi umumnya berlangsung dalam rentang 20°C hingga 30°C. Hal ini wajar karena suhu berperan besar dalam memengaruhi reaksi biokimia selama proses fermentasi. Penelitian menunjukkan bahwa suhu memiliki dampak lebih signifikan terhadap kinetika fermentasi dibandingkan dengan konsentrasi mikroorganisme yang dikulturkan. Selain itu, aktivitas metabolisme ragi berperan penting dalam menyediakan substrat bagi Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Bakteri Asam Asetat (BAA) selama fermentasi kombucha. Oleh karena itu, fermentasi perlu dilakukan pada suhu yang optimal untuk mendukung pertumbuhan ragi (Filippis et al., 2018).

2.1.4 Proses Fermentasi Kombucha

Proses fermentasi kombucha melibatkan dua tahap utama yang dikendalikan oleh mikroorganisme dalam SCOBY. Pada tahap pertama, ragi mengubah gula menjadi alkohol dan karbon dioksida. Pada tahap kedua, bakteri asam asetat

mengubah alkohol menjadi asam asetat dan senyawa organik lainnya. Selama fermentasi, kombucha juga menghasilkan sejumlah senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi, yang berguna dalam menangkal radikal bebas (Kitwetcharoen et al., 2023).

2.1.5 SCOBY (*Symbiotic Culture Of Bacteria And Yeast*)

SCOBY merupakan hasil dari fermentasi yang melibatkan campuran bakteri dan jamur, yang membentuk lapisan gel. Mikroba dalam SCOBY berfungsi mengubah larutan teh yang mengandung gula menjadi berbagai asam organik, vitamin, mikro-nutrisi, dan molekul kompleks. Selama proses fermentasi, SCOBY juga menghasilkan zat-zat seperti asam glukoronat, asam kondroitin sulfat, asam hyaluronik, serta vitamin B1, B6, B12, dan beberapa enzim yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Kombucha dianggap layak untuk diminum ketika pH-nya berada di kisaran 2,5 hingga 3,5, yang tercapai setelah fermentasi berlangsung antara 8 hingga 12 hari. (Rahmadani et al., 2021)

2.1.6 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Berdasarkan jurnal Riadi et al., (2022) bakteri asam laktat (BAL) adalah kelompok mikroorganisme gram-positif yang sering digunakan dalam proses fermentasi makanan dan minuman. BAL dikenal karena kemampuannya untuk menghasilkan asam laktat sebagai produk utama metabolisme karbohidrat. Mikroorganisme ini memiliki bentuk sel bervariasi, seperti batang (basil) atau bulat (kokus), serta bersifat katalase negatif. Habitat BAL sering ditemukan pada makanan fermentasi, seperti kimchi, kombucha, yogurt, dan keju. Kemampuan utama BAL terletak pada produksi senyawa metabolit yang bersifat antimikroba, termasuk asam laktat, asam asetat, dan bakteriosin. Senyawa-senyawa ini mampu menurunkan pH lingkungan, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, serta meningkatkan kualitas dan keamanan produk fermentasi. Asam laktat, misalnya, menciptakan kondisi

lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan mikroorganisme merugikan, sementara bakteriosin berperan sebagai protein antimikroba yang membunuh bakteri lain. Dalam penelitian Riadi dkk., (2022), isolasi BAL dari fermentasi teh kombucha dan kimchi menunjukkan berbagai karakteristik isolat yang berbeda, baik dari segi morfologi maupun fisiologi. BAL juga menunjukkan potensi besar dalam menghambat bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella typhii*, dan *Shigella dysentriae*. Hal ini mempertegas manfaat BAL dalam aplikasi pangan, baik sebagai probiotik maupun agen pengawet alami. Secara keseluruhan, BAL berperan penting dalam fermentasi, meningkatkan nilai gizi, dan memberikan manfaat kesehatan melalui sifat probiotiknya. Dengan kemampuan ini, BAL tidak hanya membantu memperpanjang umur simpan makanan tetapi juga mendukung kesehatan manusia melalui peningkatan fungsi saluran pencernaan dan kekebalan tubuh (Riadi et al., 2022).

2.1.7 Bakteri Asam Asetat (BAA)

Bakteri asam asetat adalah bakteri penghasil asam asetat yang merupakan salah satu kelompok bakteri yang penting dalam fermentasi makanan. Bakteri ini tumbuh dengan baik pada pH dibawah 5,0, bersifat Gram negatif, asam toleran, aerob obligat dan berbentuk batang motil. Melalui proses oksidasi etanol, bakteri asam asetat memperoleh energi. Berikut reaksi oksidasi etanol menjadi asam asetat (Kusnadi, 2018). Genus *Acetobacter* ini masuk dalam family *Acetobacteriaceae* dari *Alphaproteobacteria*. Genus – genus dari family ini antara lain, *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Kozakia*, *Swaminathania*, *Saccharibacter*, *Neoasaia*, *Granulibacter*, *Frateuria*, *Ameyamaea* dan *Tanticharoenia* (Hidayat, Nur., dkk, 2018).

Bakteri ini terdapat di buah maupun organi tanaman dari hasil etanol yang dihasilkan dari fermentasi karbohidrat oleh khamir. Asetat dapat dioksidasi oleh

Acetobacter menjadi karbon dioksida dan air dalam proses overoksidasi. Namun, proses tersebut tidak dialami pada *Gluconobacter*. Kegiatan utama bakteri asam asetat ialah untuk menghasilkan cuka (Kusnadi, 2018).

Bakteri negatif yang mampu mengoksidasi etanol menjadi asam asetat. Bakteri asam asetat biasa digunakan untuk memproduksi cuka dari bahan dasar yang mengandung glukosa seperti buah-buahan (Nugrahani et al., 2021).

2.1.8 Faktor Faktor Pengaruh Fermentasi

Menurut Villarreal-Soto et al., (2019) faktor yang mempengaruhi fermentasi meliputi:

1. pH

pH optimum untuk proses fermentasi antara 4,5-5, pada pH 3 proses fermentasi akan berkurang kecepatannya. Hal tersebut dikarenakan pH mempengaruhi efektivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme dalam membentuk kompleks enzim substrat. (Villarreal-Soto et al., 2019).

2. Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam proses fermentasi karena menjaga suhu yang tepat akan mendukung pertumbuhan mikroorganisme serta meningkatkan aktivitas enzim. Dengan begitu, fermentasi dapat berlangsung lebih optimal dan memberikan hasil yang lebih baik. Biasanya, suhu fermentasi kombucha berkisar antara 22°C sampai 30°C. Jika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah dari rentang ideal tersebut, sel-sel mikroorganisme dapat mati dan pertumbuhannya akan terhenti. (Villarreal-Soto et al., 2019).

3. Jumlah Oksigen

Fermentasi adalah proses aerobik yang memerlukan oksigen, dan jumlah oksigen sangat memengaruhi jalannya fermentasi. Untuk mengoksidasi 180 gram glukosa secara lengkap, dibutuhkan sekitar 192 gram oksigen.

Sebelum reaksi terjadi, kedua bahan tersebut harus larut dalam medium mikroba. Namun, oksigen yang larut dalam air jauh lebih sedikit—sekitar enam ribu kali lebih sedikit dibandingkan glukosa—sehingga kultur mikroba tidak selalu mendapatkan oksigen yang cukup untuk menyelesaikan oksidasi glukosa atau sumber karbon lainnya. (Villarreal-Soto et al., 2019).

4. Waktu Fermentasi

Fermentasi teh kombucha biasanya berlangsung 7 hingga 10 hari, selama itu aktivitas biologis meningkat. Meskipun antioksidan bertambah seiring waktu, lama fermentasi dipilih berdasarkan rasa dan warna. Fermentasi lebih dari 10 hari tidak dianjurkan karena penumpukan asam organik yang dapat merusak dan membuat kombucha tidak layak dikonsumsi. (Villarreal-Soto et al., 2019).

2.1.9 Salak

Berdasarkan (Zubaidah et al., 2018) salak (*Salacca zalacca*) (Gaertner) Voss merupakan buah tropis yang salah satu ada di wilayah Indonesia. Buah-buahan populer karena rasa yang manis dan renyah, serta bisa dimakan sebagai buah yang segar atau diolah sebagai manisan. Dibanding dengan jenis salak lainnya, salak bangkalan memiliki ciri khusus yang tersendiri yaitu memiliki kadar air yang lebih tinggi. Salak mempunyai beberapa senyawa kimia antara lain *polifenol*, *flavanol*, *flavonoid*, asam askorbat dan tanin. *polifenol* memiliki aktivitas sebagai antioksidan.

2.1.10 Klasifikasi Tanaman Salak

Adapun klasifikasi tanaman salak sebagai berikut yang dikutip dalam penelitian (Darmawati, 2019):

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio	: Angiospermae
Classis	: Monocotyledoneae
Ordo	: Principes
Familia	: Palmae
Genus	: Salacca
Spesies	: Salacca zalacca

2.1.11 Morfologi

Menurut (Christie & Lestari, 2020) yang dikutip pada artikel (Zuliatin & Faizah, 2021) pada tanaman salak memiliki daun majemuk dengan bentuk menyirip dan panjang kira-kira 3-7 m, tangkai daun pelepah serta anak daun berduri panjang, tipis dan banyak, duri tanaman salak berwarna kelabu sampai kehitaman. Anak daun bentuknya lanset dengan ujung meruncing berukuran sekitar 8 x 85 cm, sisi bawah keputihan oleh lapisan lilin. Tanaman salak memiliki akar yang serabut dengan sistem perakaran dangkal sampai sedang, atau dengan kata lain bahwa penetrasi akar salak hanya mencapai kedalaman 10 cm hingga 50 cm (Zuliatin & Faizah, 2021).

Salak pondoh mempunyai rasa yang manis, namun pada saat buah yang belum masak mempunyai rasa yang sepat. Tekstur dari daging buah salak pondoh yaitu tidak berair dan mempunyai aroma yang sedang serta warna dari daging buah salak pondoh adalah putih susu hingga kuning krem, salak pondoh juga mempunyai ketebalan daging buah 0,8-1,5 cm dengan jumlah pada tiap juring adalah 1-3 (Zuliatin & Faizah, 2021).

2.1.12 Manfaat Buah Salak

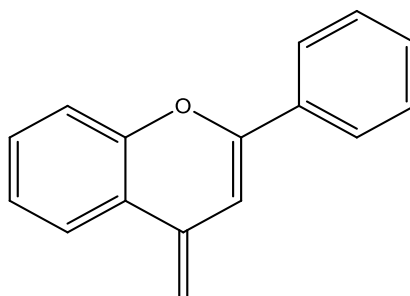
Menurut Putri et al., (2023) Selain rasanya yang manis dan segar, salak juga memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Kandungan nutrisi yang ada di buah ini membawa banyak khasiat untuk tubuh.

Menurut (Girsang, 2020) Salak mengandung berbagai jenis senyawa yang memiliki berbagai aktivitas biologis. Buah salak mengandung polifenol, flavonoid, vitamin, dan mineral. Buah salak dapat dimanfaatkan dalam berbagai macam hal, beberapa diantaranya adalah antioksidan, penurunan kolesterol, pemutih kulit, antihiperurisemia, pewangi, antimikroba. Kulit salak mengandung senyawa flavonoid, tanin, dan alkaloid, khususnya berupa senyawa asam klorogenat, asam ferulat, dan asam protokatekuat. Kulit salak ini dapat dimanfaatkan sebagai immunostimulatory, antioksidan, antidiabetes, penurunan kolesterol. Sedangkan pada biji salak mengandung senyawa fenol, flavonoid, serta tanin yang dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri dan antioksidan serta memiliki aktivitas sitotoksik.

2.1.13 Kandungan Kimia Buah Salak

Menurut penelitian (Datu dkk, 2023) mengatakan bahwa buah salak memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Buah salak juga kaya akan kandungan Flavonoid, Fenol dan tanin. Dengan kandungan yang ada didalamnya buah salak berpotensi untuk dikembangkan menjadi sediaan farmasi yang dapat digunakan untuk mencegah atau mengobati penyakit degeneratif.

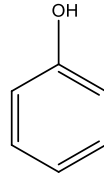
1. Flavonoid



Gambar 0.1 Struktur Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam semua tumbuhan hijau. Flavonoid termasuk ke dalam golongan polifenol dan memiliki efek farmakologi sebagai antioksidan, anti- penuaan, anti-inflamasi, anti-virus, dan lainnya (Aribowo et al., 2021).

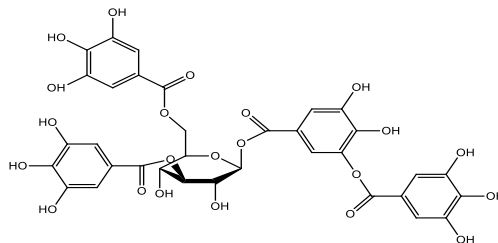
2. Fenol



Gambar 0.2 Struktur Fenol

Fenol merupakan antioksidan kuat. Struktur ini memungkinkan asam Fenol untuk menyumbangkan atom hidrogennya, mengurangi radikal ke bentuk netral. Fenol ataupun flavonoid merupakan metabolit sekunder yang tersebar dalam tumbuhan dimana diketahui sangat berperan terhadap aktivitas antioksidan, semakin besar kandungan senyawa golongan Fenol maka semakin besar aktivitas antioksidannya (Datu dkk, 2023).

3. Tanin



Gambar 0.3 Struktur Tanin

Tanin merupakan senyawa poli fenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi (lebih dari 1000) dan dapat membentuk kompleks dengan protein. Tanin merupakan senyawa antioksidan yang sangat baik pada tumbuhan dan aktivitasnya bergantung pada kuantitasnya. Karena merupakan senyawa poliFenol mempunyai aktivitas menetralsir radikal bebas (Datu dkk, 2023).

2.1.14 Antioksidan

Teh hijau kombucha memiliki kandungan fenolik 0,70 mg GAE/mL, sedangkan teh hitam kombucha memiliki 1,09 mg GAE/mL. Secara keseluruhan, 127

senyawa fenolik ditemukan, sebagian besar di antaranya merupakan GAE. Termasuk dalam kategori flavonoid (70,2%), dengan asam fenolat (18,3%) diposisi kedua, polifenol tambahan (8,4%), lignan (2,3%), dan stilbenes (0,8%). Antioksidan dapat diklasifikasikan menjadi reaktif oksigen spesies enzimatis dan non-enzimatis berdasarkan fungsi biologisnya. Antioksidan enzimatis dari katalase, glutathione peroksidase, superoksida dismutase, dan glutathione reductase dan glutamyl transpeptidase (GT). Antioksidan tanpa enzim merupakan bahan kimia terdiri dari mineral seperti seng, selenium, vitamin C, dan E, serta glutathione, retinol, dan asam urat (Warraich et al., 2020)

Sebagian besar antioksidan alami memiliki kemampuan untuk menghentikan, menghambat, atau mencegah oksidasi bahan yang dapat teroksidasi membersihkan radikal bebas dan mengurangi stress oksidatif. Termasuk dalam kelompok senyawa fenolik, polifenol, vitamin dan karotenoid, serta potensi antioksidan yang terkait dengan keberadaan senyawa nitrogen seperti alkaloid (Carp et al., 2021).

2.1.15 Metode DPPH

Dalam artikel (Hidayah et al., 2024) Metode DPPH menjadi salah satu teknik untuk menilai aktivitas antioksidan, yang berdasarkan kemampuan antioksidan untuk menghambat radikal bebas dengan memberikan atom hidrogen. Keunggulan metode ini terletak pada kemudahan penggunaan, tingkat sensitivitas yang tinggi, dan kemampuannya untuk menganalisis sejumlah besar sampel dalam waktu singkat. Panjang gelombang yang digunakan adalah panjang gelombang dengan absorbansi maksimal. Kekuatan antioksidan, menurut metode DPPH, dapat dikategorikan sebagai sangat aktif jika memiliki nilai $IC_{50} < 50$ ppm, aktif dalam rentang 50-100 ppm, sedang antara 101-250 ppm, lemah pada kisaran 250-500 ppm, dan tidak aktif jika nilainya > 500 ppm.

2.2 Landasan Teori

Menurut penelitian Khaerah & Akbar, (2019) minuman teh kombucha merupakan minuman hasil fermentasi dengan substrat teh. Fermentasi tersebut dilakukan oleh SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) yang merupakan konsorsia mikrobial yang berisi gabungan bakteri dan khamir. Karena adanya aktivitas dari SCOBY menyebabkan peningkatan aktivitas antioksidan di dalam minuman kombucha setelah fermentasi. Selain itu, terjadi pula peningkatan total fenol dan total asam didalam minuman kombucha.

Bahan-bahan yang digunakan adalah teh hitam original, gula pasir, air mineral, sari buah organik, dan kultur kombucha (Rahmatullah et al., 2021). Menurut penelitian Zubaidah et al., (2018) sari salak manis dari lima kultivar salak Indonesia (Salak Doyong, Salak Madu, Salak Pondoh, Salak Segaran, dan Salak Suwaru) berpotensi digunakan untuk minuman fermentasi dengan konsorsium kombucha. Proses fermentasi mempengaruhi sifat fisikokimia dan sensori dari jus tersebut. Proses pengolahan buah salak menjadi sari salak dapat merusak komponen fitokimia (fenol, flavonoid, tanin) dari buah salak itu sendiri, namun hasil metabolisme BAL (SCOBY) pada proses fermentasi mampu meningkatkan kandungan fitokimia dari minuman probiotik sari buah salak (Datu et al., 2023).

Proses fermentasi kombucha meningkatkan aktivitas antioksidan dan antibakteri dari produk yang dihasilkan, demikian pula senyawa bioaktifnya, dengan sifat keseluruhan yang diinginkan pada minuman fermentasi (Zubaidah et al., 2018). pada penelitian Datu et al., (2023) Perlakuan fermentasi berpengaruh sangat nyata pada total fenol, total flavonoid, dan total tanin dari minuman probiotik sari salak ($P > 0.01$). Total fenol, total flavonoid, dan total tanin tertinggi didapat pada perlakuan fermentasi selama 18 hari (770.171 mg/100gr, 663.175 mg/100gr, dan 305.504 mg/100gr).

2.3 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini dilakukan untuk menjawab suatu tujuan penelitian yang berfungsi sebagai pembuktian. Berikut merupakan hipotesis dalam penelitian ini :

H0 : Tidak adanya pengaruh penambahan konsentrasi sari buah salak pada teh kombucha terhadap aktivitas antioksidan.

H1 : Adanya pengaruh penambahan konsentrasi sari buah salak pada teh kombucha terhadap aktivitas antioksidan.