

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Susu sapi

Susu sapi merupakan salah satu bahan pangan hewani yang memiliki nilai gizi tinggi dan sangat penting bagi kesehatan manusia. Susu didefinisikan sebagai cairan berwarna putih yang dihasilkan oleh kelenjar susu (*glandula mammae*) mamalia betina dan digunakan sebagai sumber nutrisi utama bagi anak mamalia pada tahap awal kehidupannya (Legowo *et al.*, 2019). Susu sapi secara kimiawi tersusun atas air, protein, lemak, karbohidrat (terutama laktosa), serta vitamin dan mineral yang membuatnya menjadi pangan sumber zat gizi lengkap (Winarno, 2016). Komposisi rata-rata susu sapi yaitu air 87%, lemak 3,5–4%, protein 3,2%, laktosa 4,8%, dan mineral 0,7% (Hidayat & Rohmayanti, 2020). Kandungan protein susu sapi terdiri dari dua fraksi utama yaitu kasein (80%) dan *whey* protein (20%), yang berperan penting dalam pembentukan gel yoghurt pada proses fermentasi.

Secara fisik, susu sapi memiliki pH antara 6,6–6,8 dengan derajat keasaman yang relatif stabil selama penyimpanan jika tidak terkontaminasi mikroba (Prakoso *et al.*, 2022). Nilai pH tersebut memungkinkan susu menjadi media pertumbuhan yang baik bagi mikroorganisme, termasuk bakteri asam laktat (BAL). Selain itu, susu sapi juga mengandung asam amino esensial, kalsium, fosfor, vitamin A, D, dan B kompleks yang berperan dalam pembentukan jaringan tubuh dan metabolisme sel (Putra & Suryani, 2021). Di sisi lain, sifat susu yang mudah rusak (*perishable food*) disebabkan oleh tingginya kadar air dan kandungan nutrisi lengkap yang mendukung aktivitas mikroba, sehingga perlu dilakukan proses pengolahan seperti pasteurisasi dan fermentasi untuk meningkatkan daya simpannya (Nasution, 2023).

2.1.2 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Yoghurt merupakan salah satu minuman hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat dengan ciri khas rasanya asam. Hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat dapat meningkatkan kandungan gizi yoghurt, khususnya vitamin B kompleks (Hoerudin, 2021). BAL merupakan bakteri gram positif, tidak membentuk spora, hampir semua strain tidak menghasilkan enzim katalase, tahan terhadap kondisi asam dan bersifat fakultatif anaerob. BAL termasuk dalam kelompok bakteri yang memenuhi standar GRAS (*Generally Recognized as Safe*) yaitu baik dan aman bagi manusia. Selain itu, BAL biasa digunakan sebagai probiotik karena bersifat nonpatogenik dan nontoksigenik. BAL biasanya memproduksi bakteriosin yang merupakan peptida dengan sifat sebagai antibakteri (Marnila 2016). Selain kemampuannya dalam menghambat bakteri patogen, bakteriosin tidak membahayakan flora normal usus karena mudah dicerna oleh enzim-enzim pencernaan. BAL yang digunakan dalam proses fermentasi yoghurt yaitu: *Lactobacillus bulgaricus* (*L.bulgaricus*), *Streptococcus thermophilus* *L.acidophilus*. Bakteri *L.bulgaricus* adalah salah satu bakteri dari beberapa bakteri yang digunakan untuk memproduksi yoghurt. Hal ini juga ditemukan pada produksi fermentasi lainnya.

Bakteri ini berbentuk batang yang panjang dan berserabut, tidak membentuk spora dan dapat memfermentasi karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat. Bakteri *L.bulgaricus* berperan dalam menghambat bakteri *Helicobacter pylori* penyebab infeksi saluran pencernaan (Kuswiyanto 2016). Bakteri *L.casei* merupakan golongan BAL yang sering dijumpai pada makanan fermentasi, produk olahan ikan, daging, susu dan buah-buahan. *L.casei* merupakan bakteri gram positif, anaerob, berbentuk batang, tidak membentuk spora, menghasilkan asam laktat dalam jumlah banyak. *L.casei* merupakan starter pada produk minuman fermentasi. Bakteri ini merupakan bakteri asam laktat homofermentatif, yaitu bakteri yang mampu memfermentasi glukosa menjadi asam laktat dalam jumlah yang besar dan dapat menghasilkan asam sitrat dalam jumlah yang kecil, yang mempengaruhi cita rasa minuman fermentasi laktat (Tambunan, 2016).

Bakteri *Streptococcus thermophilus* adalah bakteri asam laktat yang memiliki efek bakterisidal terhadap bakteri lain, sehingga mengurangi pembentukan plak, dan yoghurt mengandung kalsium yang diharapkan dapat membantu proses remineralisasi yang jika dipertahankan lebih lama dalam saliva (Afdila, 2023). Adapun mekanisme kerja BAL tidak merusak protein melainkan bekerja dengan cara metabolisme berbagai jenis karbohidrat secara fermentatif menjadi asam-asam organik (Nasution, 2025).

2.1.3 Fermentasi Susu

Fermentasi merupakan proses biokimia yang melibatkan mikroorganisme untuk mengubah substrat organik menjadi produk tertentu. Yoghurt adalah produk fermentasi susu yang dihasilkan melalui aktivitas bakteri asam laktat, terutama *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (Tamime & Robinson, 2018). Selama proses fermentasi, laktosa dalam susu diubah menjadi asam laktat sehingga membentuk tekstur gel khas yoghurt.

Proses fermentasi juga mempengaruhi karakteristik fisik yoghurt seperti keasaman, viskositas, aroma, dan rasa. Selain itu, fermentasi dapat meningkatkan pencernaan protein susu, menurunkan kadar laktosa, dan memperkaya senyawa bioaktif seperti bakteriosin dan peptida bioaktif (Farnworth, 2019).

2.1.4 Yoghurt Sinbiotik

Yoghurt sinbiotik merupakan produk olahan susu yang diperkaya dengan probiotik dan prebiotik sehingga memberikan manfaat ganda bagi kesehatan tubuh. Probiotik yang digunakan umumnya berasal dari bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, sedangkan prebiotik biasanya berupa serat pangan oligosakarida yang berfungsi sebagai substrat bagi bakteri probiotik. Kombinasi keduanya mampu meningkatkan keseimbangan mikrobiota usus, memperbaiki sistem pencernaan, serta berpotensi meningkatkan sistem imun tubuh (Nurhikmah & Susilawati, 2021). Selain itu, yoghurt sinbiotik juga memiliki cita rasa yang khas serta nilai gizi yang baik, sehingga menjadi alternatif produk fungsional yang semakin diminati masyarakat (Yuliana *et al.*, 2020).

2.1.5 Gowok



Gambar 2. 1 Buah Gowok

Gowok adalah salah satu tanaman yang termasuk dalam family *Myrtaceae*. Tanaman yang banyak tersebar luas di pulau Kalimantan dan Jawa ini secara lokal dikenal sebagai gowok, kupa, kepa, atau ruruhi. Secara etnobotani, kulit batang tanaman ini dikonsumsi setelah direbus untuk pengobatan disentri secara tradisional. Gowok memiliki rasa asam segar dan mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, antosianin, dan vitamin C (Nugroho *et al.*, 2020). Senyawa – senyawa tersebut berperan penting sebagai antioksidan alami, yakni senyawa yang mampu menangkal radikal bebas dan mencegah kerusakan sel.

Keseluruhan gowok berpotensi sebagai sumber antioksidan yang kuat, demikian juga dengan daun dan kulit batangnya. Gowok ini memiliki warna merah keunguan hingga hitam, rasa asam segar, serta kaya akan pigmen antosianin. Penelitian menunjukkan bahwa gowok mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan antosianin yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi (Pratiwi & Sulistyowati, 2022).

2.1.6 Aktivitas air (Aw)

Aw (*Water Activity*) adalah jumlah air bebas pada produk pangan yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Semakin tinggi nilai aw maka semakin tinggi pula kemungkinan kerusakan dari produk pangan akibat adanya aktivitas mikroorganisme yang tidak dikehendaki. Aktivitas air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan pangan karena aktivitas air dapat menggambarkan kebutuhan bakteri akan air. Nilai aw sangat penting dalam menentukan daya simpan dan keamanan produk pangan (Rukmana & Anggraeni, 2020). Produk dengan nilai aw rendah umumnya memiliki daya simpan lebih lama karena pertumbuhan mikroba patogen dapat ditekan. Dalam produk fermentasi susu, aw dipengaruhi oleh kadar air, komposisi bahan tambahan, dan proses

pengolahan. Penambahan buah yang kaya air, seperti gawok, dapat memengaruhi nilai aw, sehingga perlu dilakukan pengukuran untuk memastikan kestabilan produk (Wulandari & Apriani, 2022).

Penambahan komponen buah ke dalam yoghurt tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan cita rasa dan nilai gizi, tetapi juga secara signifikan mengubah profil air bebas dalam produk tersebut. Hal ini terjadi karena adanya interaksi antara molekul air dengan senyawa hidrofilik seperti gula dan serat yang terkandung dalam buah. Menurut Suliasih *et al.*, (2018) pada yogurt drink sinbiotik dengan penambahan buah naga merah menunjukkan bahwa komponen bioaktif dan total padatan terlarut dalam buah berperan dalam mempengaruhi karakteristik fisik yoghurt. Meskipun keberadaan padatan dari buah naga merah secara tidak langsung mempengaruhi distribusi air dalam matriks kasein. Semakin tinggi konsentrasi buah yang ditambahkan, maka interaksi antara air bebas dengan serat buah akan semakin meningkat, yang berpotensi menurunkan nilai Aw dibandingkan dengan yoghurt tanpa penambahan buah (kontrol).

2.1.7 Aktivitas Antioksidan

Antioksidan yaitu untuk menghambat proses oksidasi radikal bebas, yang berperan penting dalam tubuh untuk menjaga organ tubuh dari berbagai faktor penyakit generatif sebagai pelindung tubuh yang utama. Antioksidan alami yang berasal tumbuhan dan buah-buahan bekerja dengan cara mengumpulkan atau menangkap radikal bebas dan menjadikannya kurang reaktif. Menurut Yadav, (2016) berbagai antioksidan ditemukan dalam makanan antara lain : antioksidan natural, antioksidan sintetis, antioksidan yang sudah ada di dalam tubuh.

1. Antioksidan Natural Antioksidan ini terdapat di semua bagian tumbuhan. Jaringan makanan, karena hidup di bawah tekanan oksidatif konstan dari radikal bebas, jenis oksigen reaktif, dan prooksidan yang dihasilkan baik secara eksogen (panas dan cahaya) maupun endogen (H_2O dan logam transisi). Antioksidan natural ditemukan dalam sumber alami, seperti buahbuahan, sayuran dan daging. Ada beberapa antioksidan alami yang 14 umum ditemukan dalam makanan sehari-hari, yang paling umum adalah Vitamin C (asam askorbat), Vitamin E (tokoferol), Vitamin A (karotenoid), berbagai polifenol termasuk flavonoid, dan

Anthocyanin (sejenis flavonoid), Lycopene (sejenis karotenoid), dan Koenzim Q 10, yang merupakan jenis protein yang dapat menghambat F^{e3} menginduksi oksidasi, mengais radikal bebas, dan bertindak sebagai reduktor.

2. Antioksidan Sintetik Seperti askorbat, tokoferol dan karotenoid sudah dikenal luas sebagai antioksidan. Asam askorbat, vitamin E, dan B-karoten, Beta karoten dan karotenoid dan oksikarotenoid lainnya, misalnya, likopen dan luteina.
3. Antioksidan dalam Tubuh Enzim antioksidan - glutathione peroksidase, katalase, dan superoksida dismutase (SOD) memproses senyawa antara racun oksidatif dan membutuhkan penghubung nutrisi yang kecil seperti selenium, besi, tembaga, seng, dan mangan untuk aktivitas katalitik yang optimal. Memakan makanan yang memberikan asupan yang cukup agar bisa memaksimalkan efektivitas mekanisme di dalam tubuh salah satunya yaitu antioksidan.

Adapun tumbuhan yang berpotensi sebagai antioksidan alami adalah daun pandan. Daun pandan mengandung antioksidan alami berupa senyawa fenolik (Suryani *et al.*, 2018). Daun pandan bubuk memiliki aktivitas antioksidan untuk menangkap radikal bebas sebesar 65,09% lebih tinggi dibandingkan dengan daun pandan dalam bentuk segar (16,91%). Penambahan ekstrak daun pandan kedalam brownies stevia kelor menunjukkan aktivitas antioksidan dengan persen inhibisi sebesar 18,03% (Barqi *et al.*, 2017). Beberapa penelitian secara in vitro dan in vivo telah menunjukkan bahwa yoghurt memiliki aktivitas antioksidan (Chalid *et al.*, 2021; Daniar, 2019; Fardet & Rock, 2018; Haskito *et al.*, 2020). Widowati *et al.*, (2011) melaporkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada yoghurt tempe kedelai sebesar 80,22%, sedangkan untuk yoghurt tempe jagung sebesar 43,35% dan yoghurt tempe kombinasi sebesar 71,10%. Riberio (2024) menemukan bahwa buah - buahan berwarna merah seperti stroberi, blueberry, delima, dan anggur merah memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dengan persentase inhibisi berkisar antara 76–85%. Tingginya aktivitas antioksidan tersebut berhubungan dengan kandungan antosianin, flavonoid, dan asam fenolat yang berfungsi sebagai penangkap radikal bebas. Bakteri asam laktat yang terkandung yoghurt menyebabkan peningkatan aktivitas antioksidan.

Beberapa bakteri probiotik menghasilkan aktivitas antioksidan enzimatis yang dapat melindungi sel dari kerusakan yang disebabkan oleh stres oksidatif. Beberapa jenis bakteri *Lactobacillus* memiliki aktivitas antioksidan enzimatis yang mampu mengurangi risiko terjadi reaksi stress oksidatif (ROS) selama pencernaan makanan, peredaman senyawa oksidan dan meregenerasi usus (Mishra *et al.*, 2015). Probiotik mengeluarkan antioksidan enzimatis seperti enzim superoksida dismutase (SOD), dan glutathion sintase (GSH). Enzim superoksida dismutase (SOD) dapat mengkatalisis pemecahan superoksida menjadi hidrogen peroksida dan air, sehingga menjadikannya sebagai pusat pengaturan tingkat ROS. Enzim GSH berkolaborasi dengan enzim GSH-PX dan selenium untuk menghilangkan radikal hidrogen peroksida dan radikal hidroksil (Wang *et al.*, 2017).

Makanan yang mengandung bakteri probiotik memproduksi peptida bioaktif yang memiliki aktivitas antioksidan. Peptida bioaktif yang berasal dari bakteri probiotik terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang mempunyai pertahanan terhadap peroksidasi lipid atau asam lemak (Mishra *et al.*, 2015). Peptida antioksidan umumnya terdiri dari asam amino hidrofobik histidin, prolin, tirosin atau triptofan dalam sekuennya.

Uji DPPH merupakan metode yang paling sering digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil atau DPPH merupakan radikal bebas yang stabil pada suhu kamar, sering digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan beberapa senyawa atau ekstrak bahan alam (Mun'im, 2017). Uji DPPH memiliki kelebihan karena metodenya sederhana, mudah, menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat, tepat, tidak bergantung pada kepolaran yang diuji, berwarna ungu dan menyerap kuat pada panjang gelombang 515-517 nm. Prinsip kerja uji DPPH adalah pengukuran penurunan serapan DPPH pada panjang gelombang maksimum yang sebanding dengan konsentrasi antioksidan sebagai penghambat radikal bebas yang ditambahkan ke larutan DPPH (Molyneux, 2004). Warna ungu pada larutan DPPH akan memudar, berubah menjadi warna kuning pucat menunjukkan radikal bebas DPPH telah mendapatkan pasangan elektron oleh proses donasi hidrogen dari senyawa antioksidan yang terkandung pada sampel dan mengubahnya menjadi difenil pikril hidrazin (DPPH-

H) (Molyneux, 2004). Perubahan warna dapat diukur menggunakan spektrometer secar spektrometer sesuai dengan jumlah eletron atau atom hidrogen yang ditangkap oleh molekul DPPH akibat adanya zat antioksidan.

Metode DPPH telah banyak digunakan dalam pengujian aktivitas antioksi dan pada produk yoghurt, seperti pada pengujian antioksidan pada yoghurt sari bit merah (Eveline & Nawangsih, 2019), yoghurt sari apel dan madu (Rosiana & Khoiriyah, 2018), yoghurt sari wortel (Samichah, 2014), dan yoghurt sari anggur (Widagdha & Nisa, 2015). Adapun manfaat lain yang terdapat dalam antioksidan seperti meningkatkan kekebalan tubuh agar tahan terhadap flu, virus dan infeksi, mengurangi kejadian semua jenis kanker, mencegah penyakit jantung, anti penuan dini, menurunkan resiko penyakit tidak menular dan menghambat pembentukan radikal bebas (Kurniasih, 2024).

2.2. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah :

- H0 = Penambahan bagian buah gowok (Kulit, daging, buah utuh tanpa biji) tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas air (Aw) dan aktivitas antioksidan yoghurt sinbiotik.
- H1 = Penambahan buah gowok berpengaruh nyata terhadap aktivitas air (Aw) dan aktivitas antioksidan yoghurt sinbiotik.