

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Susu sapi

Susu sapi merupakan bahan pangan bergizi tinggi yang banyak dikonsumsi masyarakat karena kandungan nutrisinya yang lengkap. Susu mengandung makronutrien seperti protein, lemak, dan karbohidrat, serta mikronutrien berupa vitamin dan mineral yang penting untuk kesehatan tubuh (Putra & Yuliana, 2021). Protein utama pada susu adalah kasein dan *whey*, yang berperan dalam pertumbuhan serta perbaikan jaringan tubuh, bahkan *whey* protein diketahui memiliki aktivitas biologis sebagai antioksidan alami (Rahayu *et al.*, 2020). Susu sapi juga dikenal sebagai sumber kalsium utama yang membantu menjaga kesehatan tulang dan gigi, sehingga dapat mencegah risiko osteoporosis terutama pada kelompok usia lanjut (Sari & Wijayanti, 2022). Hal ini menjadikan susu sapi tidak hanya berperan sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai pangan fungsional untuk mendukung kesehatan.

Kualitas susu sapi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, pakan, kesehatan sapi, serta manajemen pemeliharaan. Faktor-faktor tersebut dapat menentukan kadar lemak, protein, dan volume produksi susu (Andriani *et al.*, 2021). Setelah diperah, susu juga sangat rentan terhadap kontaminasi mikroba karena kandungan gizinya yang tinggi sehingga menjadi media yang baik untuk pertumbuhan bakteri. Kontaminasi ini dapat menurunkan kualitas dan keamanan susu untuk dikonsumsi (Nurhayati *et al.*, 2019). Diperlukan penanganan pascapanen yang baik serta penerapan teknologi pengolahan seperti pasteurisasi dan sterilisasi. Teknologi ini terbukti mampu memperpanjang umur simpan sekaligus mempertahankan kandungan gizi susu, sehingga produk susu yang dihasilkan lebih aman dan berkualitas untuk dikonsumsi masyarakat (Utami & Setyawan, 2023).

2.1.2 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan mikroorganisme utama yang berperan dalam proses fermentasi yoghurt melalui aktivitas fermentatif terhadap laktosa. BAL seperti *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* berperan secara sinergis dalam menghasilkan asam laktat yang menurunkan pH dan menyebabkan penggumpalan protein susu, sehingga membentuk tekstur khas yoghurt (Sari, 2024). BAL juga menghasilkan senyawa volatil yang mempengaruhi cita rasa dan aroma yoghurt. Penelitian Pamungkaningtyas *et al.* (2018) menunjukkan bahwa kombinasi kultur BAL dapat meningkatkan karakteristik sensori dan kestabilan produk yoghurt selama fermentasi, serta berpotensi dikembangkan menggunakan isolat BAL lokal.

Viabilitas BAL dalam yoghurt sangat penting karena menentukan kualitas probiotik dan daya simpan produk. Parasthi (2020) melaporkan bahwa jumlah BAL dalam yoghurt dapat dipertahankan dengan menambahkan bahan alami seperti madu dan buah yang berperan sebagai sumber prebiotik alami. Penelitian Fadhilah (2024) menunjukkan bahwa penambahan jus delima merah dapat meningkatkan aktivitas antioksidan serta mempertahankan jumlah BAL selama penyimpanan. Kulsut (2022) menambahkan bahwa selama penyimpanan, penurunan jumlah BAL dapat diperlambat melalui kontrol suhu dan formulasi bahan dasar susu, sehingga yoghurt tetap memiliki aktivitas antimikroba dan manfaat fungsional yang optimal bagi kesehatan.

Selain meningkatkan mutu produk, BAL dalam yoghurt juga memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh manusia. Beberapa strain seperti *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei* mampu menjaga keseimbangan mikrobiota usus serta meningkatkan sistem imun melalui produksi asam laktat dan bakteriosin yang menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Sari, 2024). Hasil penelitian Fadhilah (2024) juga menunjukkan bahwa konsumsi yoghurt dengan kandungan BAL tinggi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dalam tubuh yang berperan dalam mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas. BAL pada yoghurt berkontribusi terhadap peningkatan penyerapan nutrisi serta memperbaiki metabolisme lipid

sehingga mendukung kesehatan pencernaan dan metabolik (Pamungkaningtyas *et al.*, 2018).

2.1.3 Fermentasi

Fermentasi yoghurt merupakan proses biokimia yang melibatkan aktivitas mikroorganisme asam laktat, terutama *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, yang bekerja secara simbiotik dalam mengubah laktosa menjadi asam laktat. Proses ini menyebabkan penurunan pH susu sehingga protein terdenaturasi dan membentuk struktur gel yang menghasilkan tekstur kental khas yoghurt. Selain menghasilkan asam laktat, aktivitas enzimatis selama fermentasi juga membentuk senyawa volatil yang berperan terhadap aroma dan cita rasa produk (Setiadi & Husni 2024). Menurut Junita (2023), proses fermentasi yang tepat dapat meningkatkan kualitas fisikokimia yoghurt, seperti kadar lemak, abu, dan kestabilan selama penyimpanan.

Kualitas yoghurt yang dihasilkan sangat bergantung pada kondisi proses fermentasi, seperti suhu, lama fermentasi, serta jumlah dan jenis kultur starter yang digunakan. Variasi lama fermentasi dan konsentrasi starter memengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat serta pembentukan asam laktat yang berdampak pada keasaman dan kekentalan produk (Ramadhan, 2024). Pratiwi *et al.*, (2021) melaporkan bahwa penggunaan starter dan durasi fermentasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap karakteristik organoleptik yoghurt buah naga merah, terutama pada warna, aroma, dan rasa. Pengaturan kondisi fermentasi yang optimal menjadi faktor penting untuk memperoleh produk yoghurt dengan mutu yang baik dan diterima konsumen.

Selain faktor teknis fermentasi, inovasi formulasi yoghurt juga berkembang dengan penambahan bahan fungsional seperti prebiotik, serat pangan, atau ekstrak tumbuhan. Penambahan komponen tersebut tidak hanya berfungsi sebagai substrat pertumbuhan bakteri probiotik, tetapi juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan serta manfaat kesehatan produk akhir. Menurut Susanti & Kurnia (2022), fermentasi sinbiotik dengan kombinasi probiotik dan prebiotik seperti inulin mampu meningkatkan viabilitas bakteri asam laktat serta memperbaiki karakteristik mikrobiologis dan sensoris yoghurt. Hal ini menunjukkan bahwa

pengembangan teknologi fermentasi dan formulasi bahan tambahan berperan penting dalam meningkatkan nilai fungsional yoghurt di pasar pangan fungsional modern.

2.1.4 Yoghurt Sinbiotik

Yoghurt merupakan produk hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat, terutama *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Proses fermentasi ini menyebabkan koagulasi protein, penurunan pH, serta pembentukan tekstur kental dan cita rasa asam yang khas. Selain bernilai gizi tinggi karena kandungan protein, kalsium, serta vitamin B kompleks, yoghurt juga dikenal sebagai pangan fungsional karena mengandung mikroorganisme hidup yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan saluran pencernaan, terutama dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus (Mukhoiyaroh *et al.*, 2022).

Yoghurt sinbiotik merupakan pengembangan dari yoghurt probiotik yang mengombinasikan antara probiotik (mikroorganisme hidup yang menguntungkan kesehatan) dan prebiotik (substrat yang tidak tercerna namun merangsang pertumbuhan mikroba baik di usus). Kombinasi ini bertujuan untuk meningkatkan viabilitas probiotik selama penyimpanan, memperkuat efek fisiologis, serta meningkatkan nilai fungsional produk (Amelia *et al.*, 2022). Penelitian mengenai yoghurt sinbiotik di Indonesia banyak memanfaatkan bahan lokal sebagai sumber prebiotik seperti inulin dari pisang barangan, pati termodifikasi dari umbi-umbian, serta tepung pisang tanduk. Kombinasi tersebut terbukti mampu memperbaiki stabilitas probiotik, kualitas sensori, serta memperpanjang umur simpan produk (Rosida & Santi, 2021).

Berbagai penelitian lokal dalam satu dekade terakhir menunjukkan bahwa penambahan bahan prebiotik pada yoghurt sinbiotik memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik kimia dan organoleptik produk. Misalnya, penggunaan pati termodifikasi dari uwi ungu dapat meningkatkan total bakteri asam laktat dan memperbaiki kekentalan tanpa menurunkan penerimaan konsumen (Korengkeng, 2020). Tepung pisang tanduk sebagai sumber prebiotik mampu menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida darah pada hewan uji (Octavia *et al.*, 2017). Secara keseluruhan, yoghurt sinbiotik berpotensi besar dikembangkan

sebagai pangan fungsional lokal karena selain meningkatkan manfaat kesehatan, juga mampu memanfaatkan bahan baku prebiotik dari sumber daya alam Indonesia (Sari, 2024).

2.1.5 Gowok (*Syzygium Polycephalum*)

Buah gowok (*Syzygium polycephalum*), dikenal juga dengan nama kupa atau ruruhi, merupakan tanaman tropis dari famili *Myrtaceae* yang banyak ditemukan di Indonesia. Buah ini memiliki bentuk bulat, berwarna ungu kemerahan saat masak, dan memiliki rasa asam segar. Secara kimiawi, buah gowok mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Kandungan senyawa tersebut menjadikan buah gowok berpotensi digunakan sebagai bahan tambahan pada produk pangan untuk meningkatkan nilai fungsional, termasuk dalam produk fermentasi seperti yoghurt (Nurmalasari *et al.*, 2016).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa buah dari genus *Syzygium*, termasuk gowok, memiliki potensi besar untuk digunakan dalam produk pangan karena mengandung senyawa aktif yang memberikan efek antioksidan dan antimikroba. Buah gowok juga mengandung pigmen alami antosianin yang dapat meningkatkan warna dan daya tarik visual produk pangan fermentasi. Penelitian mengenai penggunaan buah gowok secara langsung sebagai bahan campuran yoghurt masih terbatas, sehingga perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut mengenai pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori yoghurt (Feriadi, 2024).

Berdasarkan kandungan kimianya, buah gowok (*Syzygium polycephalum*) memiliki distribusi senyawa bioaktif yang berbeda pada setiap bagian buah. Kulit buah gowok dilaporkan mengandung antosianin, flavonoid, dan senyawa fenolik total dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan bagian lainnya, yang berperan sebagai antioksidan alami serta memiliki potensi aktivitas antibakteri (Dharmayanti *et al.*, 2023). Sementara itu, daging buah gowok mengandung air dan serat pangan yang relatif tinggi, serta senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, dan fenolik, dengan aktivitas antioksidan yang tergolong kuat ditunjukkan oleh nilai IC_{50} di bawah 100 ppm (Lubis *et al.*, 2024). Kandungan serat dan senyawa bioaktif pada daging buah tersebut berpotensi mendukung pertumbuhan mikroorganisme

menguntungkan pada produk fermentasi. Penggunaan campuran kulit dan daging buah gowok memberikan kombinasi kandungan yang lebih lengkap, yaitu tingginya senyawa antioksidan dari kulit buah dan komponen bioaktif serta serat dari daging buah, sehingga dinilai mampu memberikan efek sinergis dalam meningkatkan nilai fungsional dan kualitas mikrobiologis produk pangan (Puspitasari & Auliya, 2025). Perbedaan kandungan pada setiap bagian buah gowok tersebut menjadi dasar pemisahan perlakuan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh spesifik masing-masing bagian terhadap karakteristik produk yang dihasilkan.

2.1.6 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu komponen penting dalam menentukan kualitas fisik dan kimia yoghurt. Nilai kadar air pada yoghurt umumnya berada pada kisaran 81–86%, tergantung pada bahan baku dan proses pembuatan yang digunakan. Menurut penelitian dari Mutmainah (2025), kadar air yang tinggi pada yoghurt menunjukkan bahwa produk memiliki tekstur yang lembut dan mudah dikonsumsi, namun kadar air yang terlalu tinggi dapat memengaruhi kekentalan dan stabilitas selama penyimpanan. Hasil penelitian lain oleh Sari *et al.* (2024) menjelaskan bahwa kadar air yoghurt harus sesuai dengan standar SNI 2981:2009, di mana kadar air optimum mendukung keseimbangan antara kekentalan dan total padatan. Dengan demikian, kadar air menjadi indikator penting dalam menjaga mutu dan konsistensi yoghurt.

Faktor yang memengaruhi kadar air pada yoghurt antara lain adalah komposisi bahan dan jenis starter yang digunakan. Penelitian Kumalasari (2024) menunjukkan bahwa penggunaan starter bakteri asam laktat yang berbeda dapat menghasilkan kadar air yang bervariasi karena memengaruhi struktur protein susu selama proses fermentasi. Penambahan bahan tambahan seperti sari buah atau susu skim bubuk dapat mengubah total padatan dan kemampuan menahan air dalam produk. Studi oleh Purba (2023) menunjukkan bahwa penambahan sari wortel pada yoghurt menurunkan kadar air karena adanya peningkatan total padatan terlarut dari bahan tambahan tersebut. Formulasi bahan memiliki pengaruh besar terhadap kadar air akhir produk yoghurt.

Selain formulasi, proses pengolahan dan penyimpanan juga berperan penting dalam menentukan kadar air yoghurt. Menurut Emmawati, (2022) menyatakan bahwa peningkatan suhu dan lama pengeringan dalam pembuatan yoghurt serbuk dapat menurunkan kadar air hingga di bawah 6%, yang bermanfaat untuk memperpanjang umur simpan produk. Penelitian Pangestu (2021) menunjukkan bahwa pada yoghurt cair, penyimpanan pada suhu ruang menyebabkan penurunan kadar air akibat penguapan, serta berpotensi menurunkan viabilitas bakteri asam laktat. Pengendalian suhu, waktu fermentasi, dan metode penyimpanan menjadi faktor penting dalam mempertahankan kadar air serta mutu produk yoghurt.

2.1.7 Firmness

Firmness atau kekentalan merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian mutu yoghurt, karena berhubungan langsung dengan tekstur dan penerimaan konsumen. *Firmness* didefinisikan sebagai kekuatan atau ketahanan gel yoghurt terhadap deformasi yang menggambarkan struktur internalnya. Semakin tinggi nilai *firmness*, semakin padat dan kental tekstur yoghurt yang dihasilkan. Nilai *firmness* dapat diukur secara instrumental menggunakan *Texture Analyzer* maupun secara sensorik oleh panelis terlatih. Nilai kekentalan ini juga dipengaruhi oleh interaksi antara protein susu, lemak, dan air selama proses fermentasi (Nugraha *et al.*, 2022).

Firmness yoghurt dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain komposisi bahan baku, jenis dan konsentrasi penstabil, serta kondisi fermentasi. Kandungan protein dan total padatan dalam susu berperan penting dalam membentuk jaringan gel yang kuat. Penggunaan bahan tambahan seperti karagenan, CMC (*Carboxymethyl Cellulose*), dan gelatin terbukti dapat meningkatkan kekentalan dan menurunkan sineresis yoghurt. Menurut Cakrawati dan Kusumah (2016), penambahan CMC pada yoghurt tepung gembili meningkatkan viskositas dan memperbaiki tekstur produk. Penelitian lain menunjukkan bahwa karagenan mampu menambah konsistensi dan menurunkan sineresis yoghurt berbasis buah (Nugraha *et al.*, 2022), sedangkan kombinasi gelatin, gom arab, dan karagenan juga meningkatkan sifat fisik yoghurt rasa durian (Nurbaeti *et al.*, 2024).

Upaya peningkatan *firmness* yoghurt dapat dilakukan dengan menambah total padatan susu, mengoptimalkan penggunaan penstabil, serta mengatur kondisi pasteurisasi dan fermentasi. Penambahan *puree* bahan alami seperti labu kuning diketahui dapat mempengaruhi tekstur yoghurt karena mengubah kadar protein dan total padatan yang berperan dalam pembentukan gel (Nurhikmah *et al.*, 2023). Penggunaan karagenan atau CMC dalam konsentrasi yang tepat dapat memperkuat jaringan kasein dan menahan pelepasan *whey*, sehingga tekstur yoghurt lebih kental dan stabil selama penyimpanan. Kombinasi bahan baku berkualitas, penstabil yang sesuai, serta pengendalian proses fermentasi menjadi kunci dalam menghasilkan yoghurt dengan *firmness* optimal dan mutu sensoris yang baik.

2.2 Hipotesis

- (H₀) : Penambahan gowok (*Syzygium polycephalum*) tidak berpengaruh terhadap kadar air dan tingkat *firmness* yoghurt sinbiotik.
- (H₁) : Penambahan gowok (*Syzygium polycephalum*) berpengaruh terhadap kadar air dan tingkat *firmness* yoghurt sinbiotik.