

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Susu Sapi

Susu sapi merupakan bahan dasar utama dalam pembuatan yoghurt dan produk fermentasi susu lainnya yang memiliki nilai nutrisi tinggi. Susu sapi mengandung protein, lemak, laktosa, vitamin, dan mineral yang esensial bagi tubuh manusia dan berperan penting dalam pertumbuhan dan kesehatan (Nurhopipah, 2023). Kandungan nutrisi susu sapi rata-rata yaitu air 87%, lemak 3,5–4%, protein 3,2%, laktosa 4,8%, dan mineral 0,7% (Hidayat & Rohmayanti, 2020). Fermentasi susu sapi dengan memanfaatkan bakteri asam laktat, seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, mampu meningkatkan jumlah mikroorganisme probiotik yang berperan dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan serta mendukung fungsi sistem kekebalan tubuh (Putri *et al.*, 2025).

Kualitas kimia yoghurt susu sapi sangat dipengaruhi oleh jenis kultur starter dan lamanya fermentasi yang dapat mempengaruhi kadar lemak, protein, dan pH produk akhir (Putri *et al.*, 2025) & (Amelia *et al.*, 2024). Selain kandungan gizi dasar, susu sapi sebagai bahan baku yoghurt memegang peranan penting dalam mendukung pertumbuhan mikroba probiotik selama fermentasi sehingga menghasilkan produk fungsional yang bermanfaat untuk kesehatan konsumen (Nurhopipah, 2023). Penelitian lain menyatakan bahwa susu sapi memiliki karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan yang signifikan pada produk yoghurt, menunjukkan bahwa susu sapi tidak hanya sebagai sumber nutrisi dasar, tetapi juga menyumbang pada fungsi kesehatan melalui produk fermentasi (Sari *et al.*, 2023).

Oleh karena itu, susu sapi menjadi bahan yang paling banyak digunakan dalam produksi yoghurt sinbiotik yang bertujuan memperbaiki kualitas nutrisi dan manfaat kesehatan produk.

2.1.2 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok mikroorganisme yang berperan penting dalam fermentasi produk susu, khususnya yoghurt. BAL mengubah laktosa menjadi asam laktat melalui proses fermentasi, sehingga menurunkan pH produk dan memberikan cita rasa khas yoghurt. Selain itu, BAL juga dikenal sebagai probiotik yang dapat memperbaiki keseimbangan mikroflora usus dan mendukung sistem imun tubuh (Setiarto *et al.*, 2017). Dalam produksi yoghurt sinbiotik, BAL sering kali dikombinasikan dengan prebiotik, bahan yang dapat memperkuat pertumbuhan dan aktivitas bakteri probiotik tersebut. BAL juga berperan dalam menjaga kestabilan tekstur, rasa, serta warna produk fermentasi, sehingga menjadi parameter penting dalam evaluasi kualitas yogurt sinbiotik (Khalimatul Janah, 2024). Oleh karena itu, pemilihan dan pengelolaan BAL menjadi faktor kunci dalam pengembangan yogurt fungsional yang berkualitas tinggi.

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 *et al.*, (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 mikroflora 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. Selain itu, BAL pada yoghurt

berkontribusi terhadap peningkatan penyerapan nutrisi serta memperbaiki metabolisme lipid sehingga mendukung kesehatan pencernaan dan metabolisme (Pamungkaningtyas *et al.*, 2018).

2.1.3 Fermentasi

Fermentasi yoghurt merupakan proses biokimia yang melibatkan aktivitas bakteri asam laktat, terutama *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, yang bekerja secara simbiotik dalam mengubah laktosa menjadi asam laktat. Selain menghasilkan asam laktat, aktivitas enzimatis selama fermentasi juga membentuk senyawa volatil yang berperan terhadap aroma dan cita rasa produk (Setiadi *et al.*, 2024).

Viskositas yoghurt disebabkan oleh adanya koagulasi protein susu (kasein/misel) akibat penurunan pH karena produksi asam laktat selama proses fermentasi (Rohman & Maharani, 2020). Lama fermentasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi viskositas yoghurt. Semakin lama fermentasi dilakukan maka semakin tinggi nilai viskositas yoghurt (Suryana & Radiati, 2024). Keberadaan asam laktat yang dihasilkan selama fermentasi menciptakan kondisi asam yang dapat mempengaruhi tingkat kekentalan (viskositas) yoghurt, ketika keasaman yoghurt mencapai nilai derajat keasaman ($\text{pH} \pm 4,6$), protein dalam yoghurt akan menggumpal (Ihromi *et al.*, 2024). Menyusutnya struktur tiga dimensi dari jaringan protein selama masa fermentasi mengakibatkan terjadinya penurunan terhadap kekuatan ikatan whey protein susu, sehingga air dapat keluar dari yoghurt (Safitri *et al.*, 2024). 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).

Pengembangan yoghurt sinbiotik, penambahan bahan penstabil dan prebiotik menjadi strategi penting untuk memperbaiki karakteristik fisik produk. Penambahan hidrokoloid seperti gelatin, skim, karagenan, dan pektin berpengaruh sangat nyata terhadap WHC dan sineresis yoghurt susu sapi (Oktaviani *et al.*, 2022).

Bahan baku, proses pembuatan, dan penyimpanan yoghurt berpengaruh terhadap warna, viskositas, dan sineresis yoghurt (Rohman & Maharani, 2020). 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. Oleh karena itu, optimasi kondisi fermentasi dan formulasi bahan tambahan menjadi faktor kunci dalam menghasilkan yoghurt dengan karakteristik fisik yang optimal dan dapat diterima oleh konsumen.

Menurut Susanti dan Kurnia (2022) menyatakan 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 sinbiotik merupakan yogurt yang mengandung kombinasi probiotik dan prebiotik. Probiotik adalah mikroorganisme baik yang hidup di saluran pencernaan, sedangkan prebiotik merupakan senyawa non-dicerna yang menjadi sumber nutrisi bagi probiotik, sehingga meningkatkan daya hidup dan efektivitasnya. Prebiotik menurut Karlin, *et al.*, 2014 dalam Zulaikhah dan Fitria (2020) merupakan bahan makanan terfermentasi yang bermanfaat bagi kesehatan karena kemampuannya dalam merubah komposisi dan aktivitas mikrobiota gastrointestinal. Kombinasi keduanya mampu meningkatkan keseimbangan mikrobiota usus, memperbaiki sistem pencernaan, serta berpotensi meningkatkan sistem imun tubuh (Nurhikmah & Susilawati, 2021).

Pengembangan yoghurt sinbiotik kombinasi probiotik dan prebiotik menjadi solusi untuk meningkatkan viabilitas bakteri mengingat keterbatasan ketahanan hidup *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dalam saluran pencernaan (Rohman E, *et al.*, 2020). Sinbiotik memadukan mikroorganisme hidup (probiotik) dengan substrat spesifik (prebiotik) yang mendukung pertumbuhannya, sehingga memberikan

manfaat ganda bagi inang (Fadhlurrohman, 2023). Yoghurt memiliki manfaat yang lebih baik jika saat pembuatannya menggunakan probiotik dan prebiotik.

Sinbiotik didefinisikan sebagai sinergis perpaduan probiotik dan prebiotik, terdiri dari sel hidup bakteri menguntungkan yaitu probiotik sekaligus substrat pemicu pertumbuhan spesifiknya yang dikenal sebagai prebiotik (Shafi *et al.*, 2019). Perkembangan penelitian mengenai yoghurt sinbiotik banyak difokuskan pada pemanfaatan bahan lokal sebagai sumber prebiotik untuk meningkatkan nilai tambah produk. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan sumber prebiotik alami dapat memengaruhi karakteristik fisik, kimia, serta organoleptik yoghurt sinbiotik, seperti tekstur, kekentalan, dan tingkat keasaman (Rohman *et al.*, 2022). Selain itu, konsumsi rutin yoghurt sinbiotik terbukti mampu menurunkan risiko penyakit degeneratif karena aktivitas antioksidan yang ditingkatkan oleh sinergi probiotik dan prebiotik (Wijayanti & Utami, 2021). Dengan demikian, yoghurt sinbiotik tidak hanya bermanfaat untuk kesehatan pencernaan, tetapi juga memiliki potensi sebagai pangan fungsional dalam pencegahan berbagai penyakit.

2.1.5 Gowok (*Syzygium polycephalum*)

Buah gowok (*Syzygium polycephalum*) merupakan salah satu tanaman endemik Indonesia yang termasuk famili *Myrtaceae*, banyak ditemukan di Pulau Jawa dan Kalimantan. Gowok atau Kupa (*Syzygium polycephalum*) merupakan buah asli Indonesia yang keberadaannya kini mulai langka (Nurmalasari *et al.*, 2016). Buah gowok diketahui mengandung kadar senyawa antioksidan yang tinggi, seperti antosianin, flavonoid, dan vitamin C yang berperan krusial dalam menetralkan radikal bebas dalam tubuh (Kristanti, 2022). Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi menghambat atau memperlambat terjadinya reaksi oksidasi yang dipicu oleh radikal bebas, terutama lipid. Hal ini menyebabkan penggunaan antioksidan alami mengalami peningkatan dalam buah dan sayuran yang memiliki fungsi seperti mencegah berkembangnya radikal bebas di dalam tubuh sekaligus memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak.

Selain senyawa bioaktif, buah gowok juga mengandung serat pangan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber prebiotik alami. Serat pangan merupakan

bagian dari bahan pangan nabati yang tidak dapat dicerna maupun diserap oleh enzim pencernaan manusia, namun dapat difermentasi oleh mikroorganisme yang menguntungkan di dalam usus sehingga mendukung kesehatan saluran pencernaan dan keseimbangan mikrobiota usus (Gibson *et al.*, 2017). Keberadaan serat pangan dalam buah gowok menjadikannya berpotensi mendukung pertumbuhan bakteri probiotik pada produk yoghurt sinbiotik.

Salah satu komponen serat yang berperan penting adalah serat larut air. Serat larut air merupakan jenis serat yang dapat larut dalam air dan membentuk larutan kental atau gel. Serat ini dapat meningkatkan kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) serta menjadi substrat bagi bakteri asam laktat selama fermentasi. Oleh karena itu, serat larut berpotensi memperbaiki karakteristik fisik yoghurt melalui peningkatan kestabilan gel, penurunan sineresis, dan peningkatan viskositas (Slavin, 2019; Ahmed *et al.*, 2020).

Daging buah gowok diketahui memiliki kandungan sari larut air sebesar 24,08%, Sari larut etanol sebesar 12,74%, kadar air 4,00%, abu total 2,46%, dan susut pengeringan 5,27%. Analisis fitokimia menunjukkan adanya senyawa flavonoid, tanin, terpenoid, dan fenol. Selain itu, kandungan fenol total pada daging buah gowok mencapai 8,3686 mg GAE/g, dengan aktivitas antioksidan yang tergolong kuat berdasarkan nilai IC₅₀ sebesar 58,082 ppm. Kandungan senyawa fenolik tersebut berkontribusi terhadap kemampuan buah gowok dalam menangkal radikal bebas serta berpotensi mendukung pertumbuhan bakteri probiotik sebagai sumber prebiotik alami (Lubis *et al.*, 2024).

Kandungan serat makanan yang melimpah dalam buah gowok sangat bermanfaat bagi sistem pencernaan dan berperan sebagai prebiotik yang mendukung pertumbuhan bakteri baik di usus (Kristanti, 2022). Sineresis dan viskositas merupakan parameter karakteristik fisik yoghurt yang penting dalam menentukan kualitas produk dan tingkat penerimaan konsumen. Penambahan buah naga merah yang mengandung antosianin dan antioksidan tinggi dapat meningkatkan nilai viskositas yoghurt (Suliasih *et al.*, 2018). Kandungan antosianin dan asam organik alami pada buah gowok seperti asam sitrat dapat memengaruhi pH yoghurt yang berkaitan langsung dengan pembentukan tekstur dan tingkat

sineresis. Produksi eksopolisakarida oleh bakteri asam laktat dapat meningkatkan viskositas yoghurt karena eksopolisakarida berinteraksi dengan matriks protein menghasilkan ikatan yang lebih kuat dan meningkatkan kemampuan mengikat air (Fitri *et al.*, 2023). Keberadaan eksopolisakarida membuat yoghurt tidak rentan terhadap sineresis (Fitri *et al.*, 2023).

Kandungan serat dan polisakarida dalam gowok dapat meningkatkan kemampuan matriks *gel* dalam mengikat air sehingga mengurangi keluarnya *whey*, sedangkan peningkatan total padatan dan interaksi antara protein susu dengan serat dapat menghasilkan struktur *gel* yang lebih kuat dan lebih kental. Oleh karena itu, penambahan buah gowok berpotensi memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik yoghurt sinbiotik, khususnya pada parameter sineresis dan viskositas, melalui kandungan serat prebiotik alami yang terkandung di dalamnya. Penelitian tentang karakteristik sineresis dan viskositas pada yoghurt sinbiotik dengan penambahan gowok penting dilakukan sebagai dasar pengembangan produk fungsional berbasis susu sapi.

2.1.6 Sineresis

Sineresis pada yoghurt merupakan fenomena pemisahan *whey* dari koagulan yoghurt (Tamime & Robinson, 2007). Sineresis merupakan proses terjadinya cairan yang keluar dari *gel* biasanya terjadi karena perubahan suhu, pH, atau konsentrasi bahan (Alpiyanti *et al.*, 2026). Perbandingan cairan yang terpisah dengan berat awal sampel dicatat sebagai tingkat sineresis (Sari, *et al.*, 2019). Indeks sineresis dinyatakan sebagai persentase *whey* yang terpisah terhadap berat awal *gel* (Djali, *et al.*, 2018). Sifat fisik seperti sineresis merupakan salah satu parameter kualitas yoghurt, semakin tinggi sineresis maka semakin menurun mutunya. Sineresis rendah menunjukkan *gel* stabil, menurut penelitian Saputri *et al.*, (2023) melaporkan puree buah naga merah 5% (18,7%) turun dari kontrol 32,4%. Penelitian Kusuma *et al.*, (2024) melaporkan bubuk buah naga merah 4% (16-19%). Penelitian Fitriani & Rahmawati (2022) melaporkan sari mangga 10% (19-21%). Dengan demikian, sineresis <20% dianggap sangat baik untuk yoghurt, 20-25% masih baik dan bisa diterima, dan jika >30% sudah masuk dalam kategori *gel*

lemah.

Cairan yang terjat di dalam akan keluar dan berada di atas permukaan *gel*. Adanya tekanan elastik saat pembentukan gel dapat diakibatkan oleh kontraksi yang berhubungan dengan fase relaksasi, pada saat terjadinya tekanan *elastic* maka terbentuklah massa *gel* yang tegar. Akibat adanya perubahan pada ketegaran gel menyebabkan jarak antar matriks berubah, sehingga memungkinkan cairan bergerak ke atas permukaan. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat sineresis pada yogurt antara lain kandungan total padatan, suhu dan waktu inkubasi, pH akhir produk, serta komponen hidrokoloid (Zhao *et al.*, 2020).

Penambahan sari buah markisa pada yoghurt dapat memengaruhi karakteristik fisik produk melalui peningkatan total padatan dan kandungan serat yang berkontribusi terhadap pembentukan struktur *gel* yang lebih stabil. Serat dan pektin yang terkandung dalam buah markisa membantu meningkatkan kemampuan mengikat air sehingga jumlah *whey* yang terpisah berkurang dan sineresis menjadi lebih rendah (Fitri *et al.*, 2023). Suhu dan waktu inkubasi mempengaruhi kecepatan pembentukan gel dan kekuatan struktur protein, sedangkan pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan kontraksi *gel* yang berlebihan (Aryana & Olson, 2017). Suhu dan waktu inkubasi mempengaruhi kecepatan pembentukan gel dan kekuatan struktur protein, sedangkan pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan kontraksi *gel* yang berlebihan (Aryana & Olson, 2017). Temuan tersebut mendukung pernyataan Zhao *et al.* (2020) bahwa total padatan, pH akhir, kondisi fermentasi, dan keberadaan komponen hidrokoloid merupakan faktor penting yang memengaruhi tingkat sineresis yoghurt.

2.1.7 Viskositas

Viskositas merupakan parameter fisik yang digunakan untuk mengukur tingkat kekentalan pada larutan (Suci *et al.*, 2026). Sehingga uji viskositas merupakan pengujian yang mengukur dan menganalisa tingkat kekentalan/viskositas pada suatu zat cair. Menurut Slavin (2019) & Ahmed *et al.*, (2020) menyatakan kandungan serat larut berpotensi memperbaiki karakteristik fisik yoghurt melalui peningkatan kestabilan gel, penurunan sineresis, dan

peningkatan viskositas. Hal ini sejalan dengan penelitian Wijaya *et al.* 2023 melaporkan penambahan puree alpukat 7,5% meningkatkan viskositas yoghurt dari 2150 cP menjadi 4320 cP karena kandungan lemak dan serat larut alpukat membentuk jaringan lebih padat pada matriks gel. Menurut penelitian Mustika *et al.*, (2019) melaporkan semakin tinggi persentase ubi jalar yang ditambahkan maka akan terjadi peningkatan nilai viskositas pada yoghurt sehingga produk yang dihasilkan menjadi sangat kental. Yoghurt yang kental disebabkan karena suasana asam dan terjadi penggumpalan protein pada susu atau kasein sehingga dapat berbentuk seperti *gel*.

Viskositas juga dapat mempengaruhi sifat fisik dari yoghurt yaitu dapat mempengaruhi kepadatan maupun keenceran pada yoghurt (Rohman, *et al.*, 2022). Namun, viskositas yang terlalu tinggi dapat menurunkan daya sebar produk terlalu kental membuat proses penuangan dari kemasan menjadi lambat dan tidak praktis, mengurangi sensasi *creamy* saat dikonsumsi, produk sulit tercampur rata (Maryani & Setyawan, 2023). Viskositas tinggi menunjukkan kental *creamy*, menurut penelitian Kusuma *et al.*, (2024) melaporkan bubuk buah naga 4% (5600 cP) serat dan padatan naik, WHC tinggi, tekstur masih halus, penelitian Wijaya *et al.*, (2023) melaporkan puree alpukat 7,5% (4320 cP) lemak dan serat larut alpukat membentuk gel padat. Dan pada penelitian Ningsih & Putri (2022) melaporkan sari pepaya 10% (3800-4200 cP) pektin pepaya mengikat kasein menjadi gel yang kokoh. Dengan demikian, yoghurt optimal antara 3500-5500 cP, dibawah 2500 cP dianggap encer dan diatas 6000 cP rawan sineresis dan teksturnya kasar. Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas yoghurt meliputi konsentrasi total padatan susu, jenis dan aktivitas kultur starter, kondisi fermentasi, serta penambahan hidrokoloid atau *stabilizer* (Mousavi *et al.*, 2019).

2.2 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

H0 = Penambahan gowok tidak berpengaruh signifikan terhadap sineresis dan viskositas yoghurt sinbiotik.

H1 = Penambahan gowok berpengaruh signifikan terhadap sineresis dan viskositas yoghurt sinbiotik.

