

BAB I

PENDAHULUAN

Susu kambing adalah salah satu hasil ternak yang berpotensi tinggi untuk dimanfaatkan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi susu kambing di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2023 mencapai 1.252 ton. Produk olahan susu kambing belum dikenal oleh masyarakat secara luas, salah satunya yoghurt susu kambing. Padahal, berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 30 Tahun 2018 Tentang Angka Konsumsi Pangan, konsumsi produk minuman berbasis susu yang berperisa atau difermentasi, termasuk yoghurt, yaitu 155 g/orang/hari. Angka ini berpotensi mengalami peningkatan seiring meningkatnya inovasi olahan produk susu fermentasi. Oleh karena itu, pengembangan produk yoghurt tipe set dari susu kambing dapat menjadi solusi untuk memenuhi peningkatan kebutuhan konsumsi yoghurt.

Susu kambing memiliki keunggulan fungsional dibandingkan susu sapi. Kandungan protein pada susu kambing lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi dan kandungan lemak pada susu kambing lebih rendah dibandingkan susu sapi (Arief *et al.*, 2018). Selain itu, susu kambing memiliki risiko alergi yang lebih rendah dan dapat dikonsumsi oleh penderita intoleransi laktosa karena memiliki sifat hipoalergenik akibat kandungan laktosa yang lebih rendah dibandingkan susu sapi. Kandungan globula lemak berukuran kecil dalam susu kambing membuatnya lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh (Setyawardani, 2017).

Susu kambing memiliki banyak manfaat, tetapi juga memiliki kelemahan seperti memiliki aroma prengus (*goaty flavor*) sehingga kurang disukai oleh konsumen. Aroma prengus dijelaskan sebagai aroma yang menyengat menyerupai bau kambing, apek, dan tengik yang disebabkan oleh kandungan asam lemak rantai pendek seperti asam kaproat, asam kaprilat, dan asam kaprat (Yu *et al.*, 2024). Selain itu, fermentasi susu kambing menjadi yoghurt menghasilkan tekstur yang kurang stabil sehingga mudah terjadi sineresis. Hal ini disebabkan oleh kandungan α -s1-kasein yang relatif rendah sehingga memengaruhi koagulasi yang tidak optimal (Hovjecki *et al.*, 2023).

Yoghurt susu kambing dapat diperkaya dengan buah-buahan, salah satunya adalah mangga. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), produksi buah mangga di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 3.302.620 ton. Mangga harum manis memiliki kandungan gula yang tinggi yaitu 35,83% sehingga memiliki rasa manis dan banyak digemari oleh masyarakat (Ngatini *et al.*, 2018). Kekurangan ditambahkannya buah mangga pada yoghurt yaitu dapat mendorong terjadinya sineresis akibat adanya potensi pengasaman berlebihan (Priyashantha *et al.*, 2025).

Pencegahan sineresis pada yoghurt susu kambing dengan campuran *puree* buah mangga dapat dilakukan dengan menambahkan hidrokoloid, seperti gum arab. Gum arab merupakan polisakarida yang berasal dari eksudat tanaman akasia (Fauziyyah *et al.*, 2022). Gum arab dipilih sebagai penstabil karena termasuk polisakarida alami yang dapat mempertahankan cita rasa dari bahan pangan. Selain itu, gum arab memiliki kelarutan tinggi pada air, meningkatkan kekentalan, dan dapat berperan sebagai pengemulsi. Sifatnya sebagai pengemulsi yang baik

disebabkan oleh kandungan kompleks polisakarida-protein amfifilik (Liu *et al.*, 2021). Penelitian yang telah dilakukan oleh Mugo *et al.* (2020) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gum arab yang digunakan pada yoghurt, maka semakin tinggi pula viskositasnya serta semakin rendah sineresis yang dihasilkan.

Gum arab merupakan polimer hidrofilik sehingga gum arab memiliki kemampuan mengikat air yang baik. Sifat kebasahan pada yoghurt dengan penambahan gum arab dapat dinilai dengan mengukur *water contact angle* (WCA) atau sudut kontak air. Penelitian Caykara *et al.* (2021) terkait sudut kontak air pada lapisan *polyethylene terephthalate* (PET) menunjukkan bahwa penambahan gum arab dapat menurunkan sudut kontak air dibandingkan lapisan PET kontrol. Pengukuran sudut kontak air pada yoghurt susu kambing campur *puree* buah mangga dengan penambahan gum arab dilakukan untuk mengetahui sifat kebasahan yoghurt.

Penelitian Ismaiel *et al.* (2022) terkait aplikasi gum arab pada yoghurt susu sapi menunjukkan efektivitasnya dalam mengurangi sineresis dan meningkatkan viskositas. Penelitian terkait penggunaan gum arab pada yoghurt susu kambing dengan penambahan *puree* mangga masih terbatas. Penambahan gum arab pada jenis susu yang berbeda dapat memengaruhi karakteristik yoghurt yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian mengenai pengaruh penambahan gum arab terhadap karakteristik fisikokimia pada yoghurt susu kambing dengan *puree* mangga.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan perbedaan konsentrasi gum arab terhadap viskositas, sineresis, nilai pH, dan sudut kontak air

yoghurt susu kambing dengan *puree* mangga. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat terkait pemanfaatan susu kambing menjadi yoghurt serta referensi bagi peneliti untuk penelitian lebih lanjut mengenai yoghurt susu kambing.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Yoghurt

Yoghurt merupakan produk olahan susu yang diolah dengan teknologi fermentasi. Definisi yoghurt menurut Codex Alimentarius (2003) yaitu produk susu yang diolah melalui proses fermentasi susu dengan atau tanpa modifikasi komposisi dan melibatkan mikroorganisme yang dapat menyebabkan turunnya pH dengan atau tanpa koagulasi. Kultur starter yang biasa digunakan dalam yoghurt yaitu kultur simbiosis *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* atau dapat menggunakan spesies *Lactobacillus* lainnya. Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* memiliki peran untuk memetabolisme laktosa menjadi asam organik dan karbohidrat sederhana meliputi glukosa dan galaktosa (Delgado-Fernández *et al.*, 2019).

Karakteristik yoghurt pada umumnya memiliki cita rasa asam, tekstur lembut, dan memiliki flavor khas yoghurt akibat fermentasi laktosa yang menghasilkan asam laktat oleh bakteri asam laktat (BAL) (Adiputra *et al.*, 2022). Proses fermentasi menyebabkan tekstur yoghurt menjadi lembut dan kental karena adanya koagulasi protein susu yang disebabkan oleh penurunan pH yoghurt (Rohman dan Maharani, 2020). Kualitas yoghurt dapat diukur dari teksturnya yang dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi kandungan protein, pH, lama inkubasi, jenis starter yang digunakan, serta jenis susu dan total padatan susu yang digunakan (Setiadi *et*

al., 2023). Syarat mutu yoghurt telah diatur dalam SNI 2981:2009 tentang Yoghurt yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Yoghurt berdasarkan SNI 2981:2009

No.	Kriteria Uji	Satuan	Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak
1	Keadaan				
1.1	Penampakan	-		cairan kental - padat	
1.2	Bau	-		normal/khas	
1.3	Rasa	-		asam/khas	
1.4	Konsistensi	-		homogen	
2	Kadar lemak (b/b)	%	min. 3,0	0,6 - 2,9	maks. 0,5
3	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%		min. 8,2	
4	Protein (Nx6,38) (b/b)	%		min. 2,7	
5	Kadar abu (b/b)	%		maks. 1,0	
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%		0,5 - 2,0	
7	Cemaran logam				
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg		maks. 0,3	
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg		maks. 20,0	
7.3	Timah (Sn)	mg/kg		maks. 40,0	
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg		maks. 0,03	
8	Arsen	mg/kg		maks. 0,1	
9	Cemaran mikroba				
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g atau koloni/g		maks. 10	
9.2	<i>Salmonella</i>	-		negatif/25 g	
9.2	<i>Listeria monocytogenes</i>	-		negatif/25 g	
10	Jumlah bakteri starter*	koloni/g		min. 10 ⁷	

* sesuai dengan Pasal 2 (istilah dan definisi)

Badan Standardisasi Nasional (2009)

Terdapat berbagai jenis yoghurt berdasarkan variasi kondisi pengolahan, meliputi *set yogurt*, *stirred yogurt*, dan *Greek-style yogurt*. Yoghurt pada penelitian ini merupakan tipe *set yogurt*. *Set yogurt* merupakan yoghurt diinkubasi langsung pada kemasan akhir sehingga struktur gelnya tetap utuh (Li *et al.*, 2021). *Set yogurt* memiliki tekstur yang tampak kental hingga padat karena struktur fisik koagulum tidak mengalami perubahan. Hal ini terjadi karena proses inkubasi dan pendinginan dilakukan secara langsung pada kemasan akhir (Karamy *et al.*, 2024). Adapun karakteristik fisik *set yogurt* dipengaruhi oleh berbagai faktor, meliputi interaksi antar protein, interaksi protein-lemak, nilai pH pada akhir fermentasi, dan suhu pendinginan (Ichimura *et al.*, 2022).

Yoghurt memiliki manfaat yang baik bagi kesehatan. Kandungan gizi yang tinggi pada yoghurt meliputi karbohidrat, lemak, dan protein dengan total energi 149 kkal per 245 g yoghurt *plain*. Kandungan gizi lainnya seperti mineral meliputi kalsium, fosfor, kalium, dan natrium, serta vitamin meliputi vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin K, B1 (thiamin), B2 (riboflavin), dan B6 (piridoksin) (Komalasari dan Yoga, 2022). Konsumsi yoghurt pada orang dewasa dapat menurunkan obesitas dan risiko diabetes tipe 2, sindrom metabolik, dan penyakit jantung. Sementara itu, konsumsi yoghurt pada anak-anak dapat mencegah timbulnya diare akut. Manfaat ini dapat diperoleh karena adanya peningkatan mikrobiota usus dan imunitas usus yang disebabkan oleh kandungan probiotik pada yoghurt (Hirai *et al.*, 2024).

2.2. Susu Kambing

Susu kambing mengandung 68 kkal energi per 100 g, 3,4% protein, 3,8% lemak, 4,4% karbohidrat, mineral, dan vitamin. Kandungan mineral yang dominan pada susu kambing meliputi natrium (Na), fluorin (F), kalsium (Ca), dan fosfor (P). Kandungan fluorin pada susu kambing bermanfaat sebagai antiseptik alami yang dapat menekan pertumbuhan bakteri dalam tubuh (Moeljanto dan Wiryanta, 2002).

Keunggulan susu kambing dibandingkan dengan susu sapi adalah memiliki sifat alergen yang lebih rendah dan daya cerna yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan susu kambing tidak mengandung β - laktoglobulin yang dapat menyebabkan alergi. Daya cerna susu kambing lebih tinggi disebabkan ukuran molekul butiran lemaknya lebih kecil dibandingkan susu sapi, yaitu 3,49 μ m untuk susu kambing dan 4,55 μ m untuk susu sapi (Hendrawati dan Isyunani, 2019). Selain itu, susu kambing juga memiliki asam lemak tak jenuh tunggal dan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA). PUFA yang terdapat pada susu kambing meliputi asam lemak omega-3, asam lemak omega-6, dan asam linoleat terkonjugasi yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh (Zhang *et al.*, 2022). Komposisi asam lemak pada susu kambing dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak pada Susu Kambing

Asam Lemak	Jumlah Asam Lemak pada Susu Kambing (%)
Asam butanoat (C4:0)	3,4
Asam kaproat (C6:0)	2,8
Asam kaprilat (C8:0)	2,8
Asam kaprat (C10:0)	8,8
Asam laurat (C12:0)	4,5
Asam miristat (C14:0)	10,0
Asam palmitat (C16:0)	26,0
Asam stearat (C18:0)	15,2
Asam oleat (C18:1)	26,5
Total asam lemak rantai pendek	22,3
Total asam lemak	100,0

Chen *et al.* (2021)

Susu kambing memiliki berbagai manfaat bagi tubuh. Jumlah kandungan asam lemak rantai pendek dan asam lemak rantai sedang pada susu kambing lebih tinggi dibandingkan dengan air susu ibu (ASI). Hal ini disebabkan oleh adanya proses fermentasi mikroba di dalam rumen kambing sehingga meningkatkan kadar asam lemak rantai pendek dan asam lemak rantai panjang. Manfaat dari kedua asam lemak ini adalah meningkatkan daya cerna, mempercepat pengiriman energi, dan meningkatkan kesehatan usus (Liao *et al.*, 2024). Selain itu, susu kambing dan produk olahannya memiliki risiko alergi yang lebih rendah dibandingkan oleh susu sapi sehingga dapat menjadi sumber protein alternatif bagi penderita intoleransi laktosa. Susu kambing mengandung gumpalan lemak yang lebih kecil dan teremulsi secara alami di dalam susu ini (Zine-eddine *et al.*, 2021).

2.3. *Puree* Mangga

Definisi *puree* buah menurut Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 13 Tahun 2023 tentang Kategori Pangan yaitu produk olahan pangan yang didapatkan dari buah segar atau buah yang telah melalui proses pendinginan atau pembekuan dengan kematangan yang cukup yang dihancurkan tanpa mengekstrak sari buahnya. Nilai gizi dan cita rasa buah tetap dapat dipertahankan apabila diolah menjadi *puree* (Sugiyanto *et al.*, 2020). Syarat buah untuk dapat diolah menjadi *puree* yaitu dalam keadaan baik, cukup matang, dan segar atau telah diawetkan secara fisik (Codex Alimentarius Commission, 2005).

Mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan buah yang berasal dari India dan menyebar ke wilayah Asia Tenggara, salah satunya Indonesia. Buah mangga memiliki rasa yang lezat sehingga banyak digemari oleh berbagai kalangan. Berbagai jenis mangga yang tumbuh di Indonesia di antaranya mangga apel, bacang, harum manis, manalagi, dan budi raja. Jenis-jenis mangga tersebut dapat dibedakan berdasarkan tekstur dan bentuknya yang khas (Tarigan, 2023). Klasifikasi ilmiah buah mangga termasuk ke dalam kingdom Plantae, Divisi Tracheophyta, kelas Magnoliopsida, ordo Sapindales, dan famili Anacardiaceae (Mahdiyah dan Husni, 2019).

Salah satu jenis mangga yang banyak dijumpai di Indonesia adalah mangga harum manis. Mangga harum manis umumnya dijumpai pada musim panen raya pada bulan Mei hingga Juni dan di luar musim panen dengan harga yang lebih tinggi (Waryat dan Nurawan, 2022). Mangga harum manis banyak digemari karena memiliki bau yang harum dan rasanya manis. Ciri khas dari buah ini yaitu memiliki

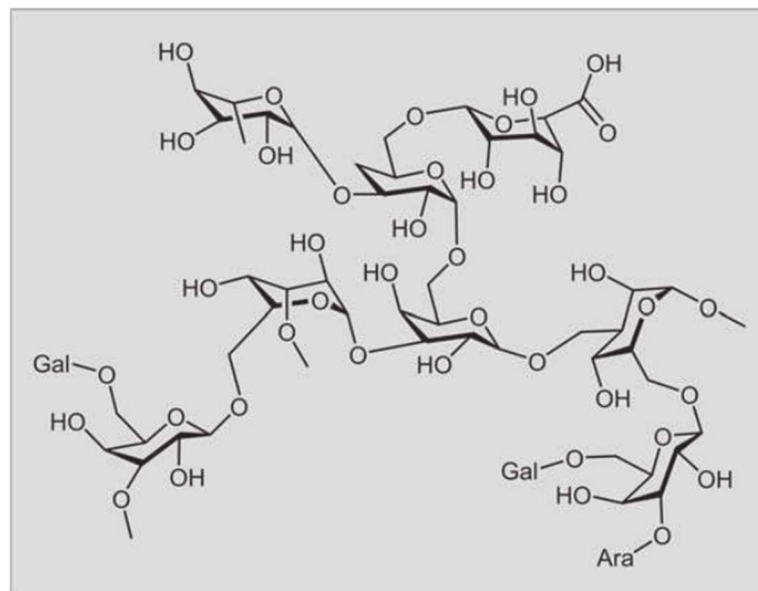
kulit berwarna merah jingga ketika sudah matang, daging buah berwarna kuning cerah, dan bentuk buah bulat jorong (Utami *et al.*, 2019).

Mangga memiliki berbagai kandungan gizi, meliputi β -karoten, vitamin C, vitamin E, mangiferin, polifenol, dan serat pangan. Pektin merupakan serat larut air yang terkandung di dalam mangga. Pektin dapat memberikan pengaruh terhadap kestabilan produk pangan dengan membentuk jaringan gel (Ke *et al.*, 2022). Senyawa bioaktif yang terkandung dalam buah mangga, seperti asam fenolik, karotenoid, tiamin, riboflavin, niasin, dan asam askorbat, berfungsi sebagai senyawa antioksidan yang berpotensi mencegah kanker, diabetes melitus, dan penyakit kardiovaskular. Selain itu, mangga juga mengandung gula seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa yang berperan terhadap rasa manis dalam buah dengan jumlah gula larut berkisar 15% (Yahia *et al.*, 2023).

2.4. Gum Arab

Gum arab merupakan eksudat gum yang berasal dari pohon akasia (*Acacia senegal*). Proses pembuatan gum arab meliputi pembersihan getah, pelarutan, sentrifugasi, dan pengeringan sehingga dapat meningkatkan kelarutan gum (Kersten *et al.*, 2025). Gum arab termasuk polisakarida dengan berat molekul tinggi yang tersusun dari arabinosa, galaktosa, rhamnosa, dan asam glukuronat. Gum arab bersifat amfifilik sehingga dapat berperan sebagai pengemulsi yang baik (Leylak *et al.*, 2021). Kelebihan gum arab dibandingkan dengan hidrokoloid lainnya adalah memiliki kelarutan dalam air yang lebih tinggi serta mampu mempertahankan cita rasa dari bahan pangan (Putri *et al.*, 2022).

Gum arab merupakan senyawa kompleks yang tersusun dari arabinogalaktan-protein (arabin) yang terdiri dari garam-garam mineral seperti kalsium, magnesium, dan kalium yang berasal dari asam arab. Gum arab yang berasal dari getah *Acacia senegal* mengandung kadar air rata-rata sebesar 10,75% serta kadar abu rata-rata 3,27% sedangkan gum arab yang berasal dari getah *Acacia seyal* mengandung kadar air rata-rata 14,41% dan kadar abu rata-rata 3,5% (Ashour *et al.*, 2022). Struktur kimia gum arab dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Struktur Kimia Gum Arab (Jahandideh *et al.*, 2021)

Gum arab termasuk dalam salah satu gum hidrokoloid. Hidrokoloid merupakan kelompok bahan polimer yang besar dan beragam, yang sebagian besar terdiri dari polisakarida dan sejumlah protein. Sifat hidrokoloid yaitu dapat larut sebagian atau keseluruhan dalam air dan mudah terdispersi serta mengembang di dalam air. Kemampuan hidrokoloid dalam mengubah sifat fisik suatu larutan dilakukan melalui pembentukan gel, pengentalan, emulsi, pelapisan, dan stabilisasi.

Pembentukan gel pada hidrokoloid dilakukan melalui kontak dengan air dan dispersi mikroskopis (Pirsa dan Hafezi, 2023). Selain berfungsi sebagai pengental, hidrokoloid juga dapat berfungsi untuk melindungi senyawa bioaktif nutrisi yang terkandung di dalam pangan melalui berbagai mekanisme (Wei *et al.*, 2023).

Penggunaan gum arab di industri pangan adalah sebagai penstabil, pengental, dan pengikat. Gum arab sebagai gum netral atau sedikit asam mampu bertindak sebagai agen pembentuk gel dan pengemulsi yang sangat baik dengan berikatan pada antarmuka minyak dan air (Ghafarloo *et al.*, 2020). Batasan maksimal penggunaan gum arab pada yoghurt menurut Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambah Pangan yaitu 5000 mg/kg. Gum arab yang ditambahkan pada pembuatan minuman fermentasi dapat menjadi serat makanan prebiotik yang dapat difermentasi oleh bakteri *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria* menjadi asam lemak rantai pendek (Leylak *et al.*, 2021). Selain itu, gum arab memiliki manfaat bagi kesehatan yaitu dapat membantu penurunan kolesterol karena adanya kandungan serat, melawan stres oksidatif, mengobati konstipasi, serta berkhasiat sebagai anti radang (Pirsa dan Hafezi, 2023).

2.5. Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses perubahan kimia pada bahan pangan yang terjadi akibat aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau enzim yang terdapat dalam bahan pangan. Fermentasi dapat memperpanjang masa simpan produk, salah satunya produk susu (Fatmawati *et al.*, 2020). Umumnya, fermentasi dilakukan oleh bakteri asam laktat (BAL) dengan memecah berbagai jenis nutrisi,

seperti protein, lipid, dan karbohidrat, menjadi komponen yang lebih sederhana. Fermentasi susu biasa dilakukan oleh *S. thermophilus* yang bekerja secara sinergis dengan *L. bulgaricus* untuk membantu proses koagulasi susu serta menghasilkan tekstur dan cita rasa khas pada produk susu fermentasi (Cheng *et al.*, 2025).

2.6. Parameter Kualitas Yoghurt

Parameter kualitas yoghurt diukur untuk mengetahui karakteristik yoghurt. Parameter dalam penelitian ini mencakup viskositas, sineresis, nilai pH, dan sudut kontak air atau *water contact angle* (WCA).

2.6.1. Viskositas

Uji viskositas merupakan metode yang digunakan untuk mengukur kekentalan suatu fluida atau zat cair. Viskositas terjadi karena adanya gesekan antara molekul cairan satu dengan yang lain sehingga bersifat resisten terhadap aliran fluida (Putri *et al.*, 2024). Pengukuran viskositas dapat dilakukan menggunakan viskometer. Terdapat berbagai macam viskometer, seperti viskometer *Brookfield*, viskometer *Cup and Bob*, viskometer *Ostwald*, viskometer *Hoppler*, dan viskometer *Cone and Plate* (Oskar dan Putra, 2019).

2.6.2 Sineresis

Sineresis merupakan peristiwa ketika air keluar dari dalam gel karena terdapat kontraksi di dalam massa gel (Korengkeng *et al.*, 2020). Sineresis mengakibatkan gel terlihat lebih kecil dan padat. Faktor yang mempengaruhi sineresis yaitu keasaman serta daya ikat air. Penambahan bahan penstabil berupa hidrokoloid dapat

mengurangi tingkat sineresis (Rismawati *et al.*, 2020). Pengujian sineresis yang dilakukan oleh Korengkeng *et al.* (2020) menggunakan metode sentrifugasi sedangkan Rismawati *et al.* (2020) menggunakan metode pengamatan sediaan dengan variasi lama waktu penyimpanan.

2.6.3. Potensial Hidrogen

Potensial hidrogen (pH) merupakan derajat keasaman yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan pada suatu larutan. Kisaran skala pH berada pada rentang 0 hingga 14. Nilai pH 7 menyatakan bahwa larutan bersifat netral, sedangkan pH di atas 7 bersifat basa dan pH di bawah 7 bersifat asam. Pengukuran pH dapat dilakukan menggunakan pH meter (Wati dan Sholihah, 2021). Nilai pH pada yoghurt menunjukkan jumlah ion H^+ dari asam yang terkandung dalam produk akibat pertumbuhan mikroba. Jumlah asam laktat yang terus meningkat selama fermentasi susu dapat mempengaruhi nilai pH (Rukmi *et al.*, 2020).

2.6.4. Sudut Kontak Air

Pengukuran sudut kontak air atau *Water Contact Angle* (WCA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik permukaan material dan kemampuan interaksi antara permukaan yang memiliki sifat mekanis, fisik, kimiawi, dan biologis yang berbeda. Hasil pengukuran WCA dapat menunjukkan informasi mengenai sifat kebasahan suatu permukaan (Prihatini *et al.*, 2024). Pengukuran sudut kontak air oleh Hashmi *et al.* (2020) dilakukan menggunakan *water contact analyzer*.

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Peternakan dan Pertanian serta Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei 2025.

3.1. Materi Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu kambing segar, kultur *starter* komersial YUMMY *natural plain yogurt* (mengandung bakteri *Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, *Bifidobacterium*, dan *Streptococcus thermophilus*), gum arab, buah mangga harum manis beku, gula halus, spiritus, dan akuades. Alat yang digunakan dalam pembuatan yoghurt susu kambing dan *puree* buah mangga meliputi gelas beker, *waterbath*, *laminar air flow* (LAF), inkubator, termometer, timbangan analitik, bunsen, corong, blender, *mixer*, *jar* kaca, gelas ukur, dan spatula besi. Alat yang digunakan untuk pengujian parameter meliputi viskometer, tabung *centrifuge*, *centrifuge*, timbangan digital, pH meter, dehidrator, *baking paper*, dan *optical contact angle*.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini terdiri dari rancangan percobaan, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian. Metode penelitian tersebut diuraikan sebagai berikut.

3.2.1. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan, masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali pengulangan sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan yaitu penambahan gum arab pada proses pembuatan yoghurt susu kambing campur *puree* buah mangga dengan perbedaan persentase. Persentase gum arab yang ditambahkan mengacu pada penelitian Al-Halim dan Nasr (2024) dengan modifikasi. Perbedaan konsentrasi gum arab (b/v) meliputi penambahan 0% (P0) sebagai kontrol, 0,25% (P1), 0,5% (P2), dan 0,75% (P3). Desain rancangan percobaan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Desain Rancangan Percobaan

Perlakuan	Ulangan				
	U1	U2	U3	U4	U5
P0	P0U1	P0U2	P0U3	P0U4	P0U5
P1	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4	P1U5
P2	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4	P2U5
P3	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4	P3U5

P0: penambahan gum arab 0,00%

P1: penambahan gum arab 0,25%

P2: penambahan gum arab 0,50%

P3: penambahan gum arab 0,75%

Model matematika rancangan yang diuji:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} : hasil pengamatan yoghurt susu kambing dengan *puree* mangga ke-i (P0, P1, P2, P3) pada ulangan ke-j (1, 2, 3, 4, 5)

μ : rata-rata umum

a_i : pengaruh perbedaan konsentrasi gum arab pada perlakuan ke-i

ε_i : galat dari perlakuan perbedaan konsentrasi gum arab pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Hipotesis pada penelitian ini disusun untuk parameter viskositas, sineresis, nilai pH, dan sudut kontak air yoghurt susu kambing dengan *puree* mangga. Hipotesis tersebut meliputi:

H0 : tidak terdapat pengaruh dari perlakuan perbedaan konsentrasi gum arab terhadap viskositas, sineresis, nilai pH, dan sudut kontak air yoghurt susu kambing dengan *puree* mangga

H1 : terdapat pengaruh dari perlakuan perbedaan konsentrasi gum arab terhadap viskositas, sineresis, nilai pH, dan sudut kontak air yoghurt susu kambing dengan *puree* mangga.

Perumusan hipotesis empiris tersebut dijabarkan secara statistik sebagai berikut:

H0 : $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1 : $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$, atau paling sedikit terdapat satu perlakuan perbedaan konsentrasi gum arab yang memengaruhi viskositas,

sineresis, nilai pH, dan sudut kontak air yoghurt susu kambing dengan *puree* mangga

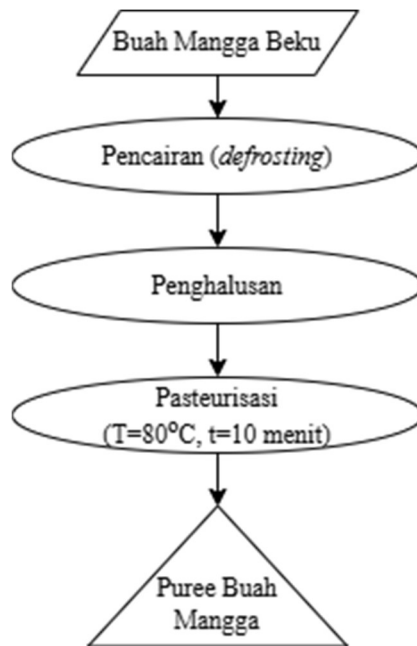
Kriteria pengujian statistik pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$p > \text{sig. } 0,05$ (dengan $\alpha = 0,05$), maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

$p \leq \text{sig. } 0,05$ (dengan $\alpha = 0,05$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

3.2.2. Prosedur Percobaan

3.2.2.1. Pembuatan *Puree* Mangga. Pembuatan *puree* mangga mengacu pada penelitian Hasyim *et al.* (2023) yang dimodifikasi pada waktu pasteurisasi. Buah mangga beku dilakukan pencairan hingga mencapai suhu ruang. Selanjutnya, buah mangga dihaluskan menggunakan blender. Langkah berikutnya, dilakukan pasteurisasi *puree* buah mangga pada suhu 80°C selama 10 menit. *Puree* buah mangga didinginkan secara aseptik hingga mencapai suhu ruang sebelum digunakan sebagai campuran pada yoghurt susu kambing. Proses pembuatan *puree* buah mangga dapat dilihat pada Ilustrasi 2.

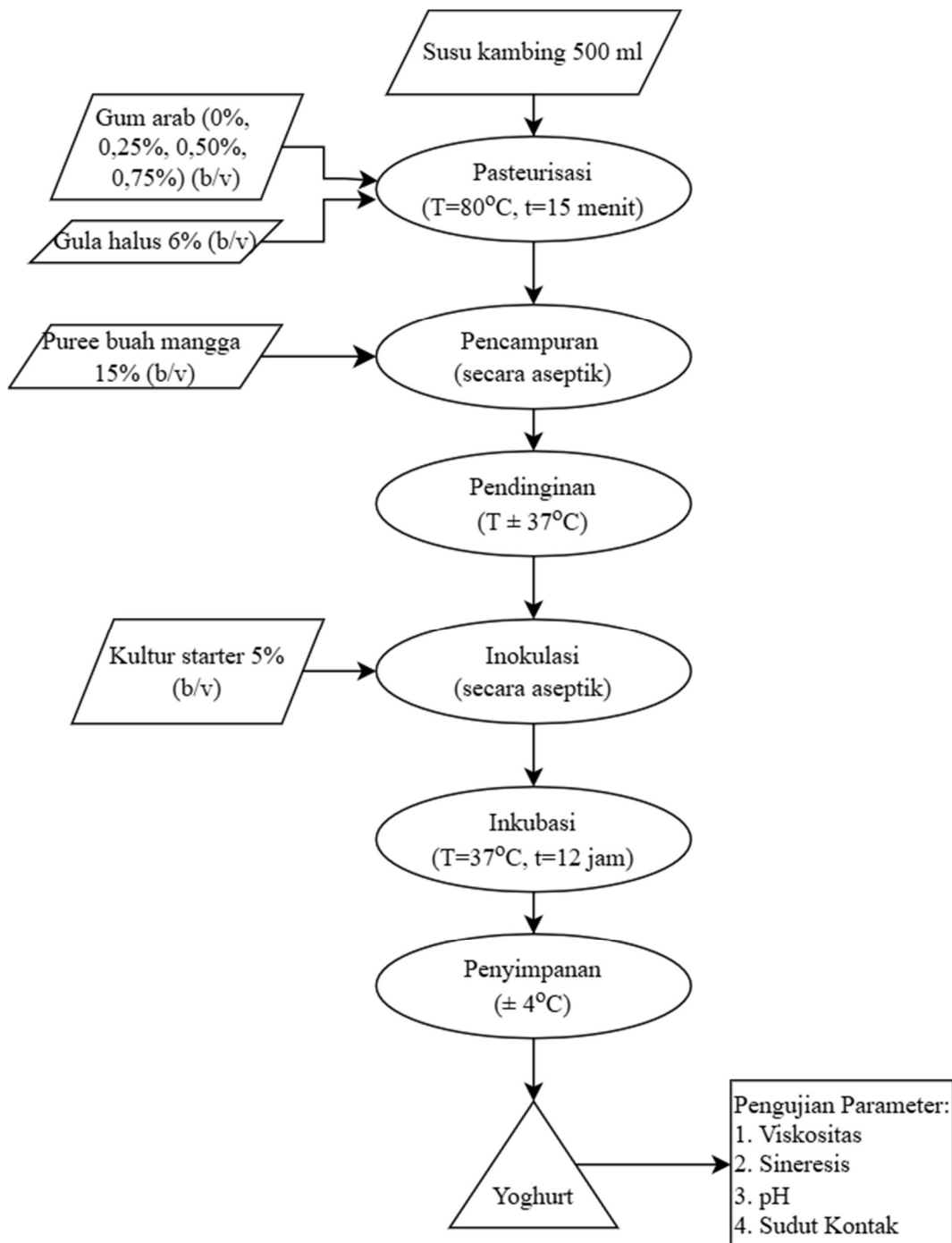


Ilustrasi 2. Diagram Alir Pembuatan *Puree* Buah Mangga (Hasyim *et al.*, 2023)

3.2.2.2. Pembuatan Yoghurt Susu Kambing Campur *Puree* Mangga dengan

Penambahan Gum Arab. Pembuatan yoghurt susu kambing campur *puree* buah mangga dengan penambahan Gum Arab mengacu pada Mugo *et al.* (2020) dengan modifikasi suhu dan waktu inkubasi. Sebanyak 500 ml susu kambing dipasteurisasi hingga suhu 80°C selama 15 menit. Langkah selanjutnya, susu kambing dilakukan penambahan gum arab sesuai dengan perlakuan yaitu 0%, 0,25%, 0,50%, dan 0,75% pada 5 menit terakhir susu dipasteurisasi serta penambahan gula 6%. Susu yang telah dipasteurisasi dilakukan penambahan *puree* mangga 15% secara aseptik. Selanjutnya, susu diturunkan suhunya hingga $\pm 37^{\circ}\text{C}$ dan dilakukan inokulasi starter yoghurt sebanyak 5% dari volume susu dan diaduk menggunakan spatula besi hingga tercampur rata secara aseptik. Langkah berikutnya, dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 12 jam menggunakan

inkubator. Proses pembuatan yoghurt susu kambing dengan penambahan gum arab dapat dilihat pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Diagram Alir Pembuatan Yoghurt Susu Kambing (Mugo *et al.*, 2023)

3.2.3. Pengujian Parameter

Parameter yang diuji pada yoghurt susu kambing campur *puree* buah mangga meliputi viskositas, sineresis, nilai pH, dan sudut kontak air. Metode pengujian parameter tersebut diuraikan sebagai berikut:

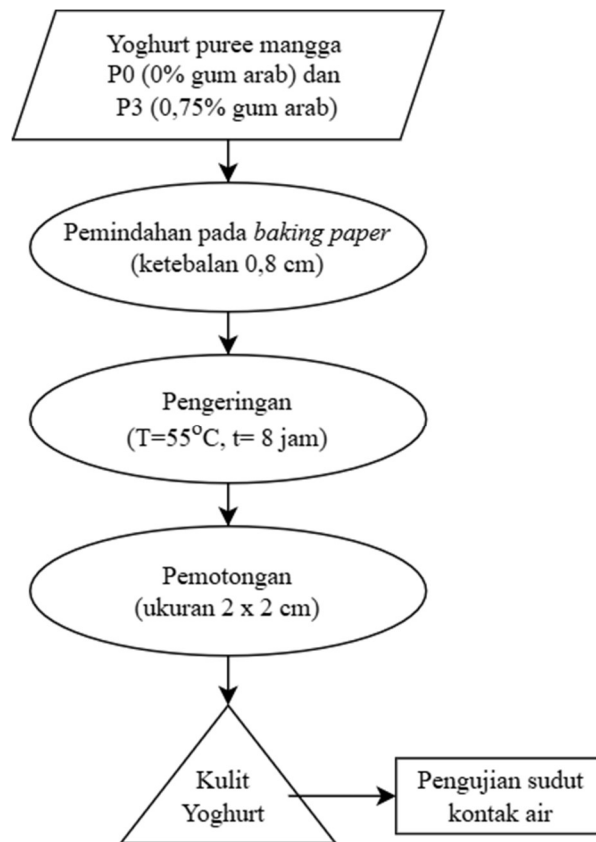
3.2.3.1.Viskositas. Pengujian viskositas dilakukan berdasarkan acuan pada penelitian (Damayanti *et al.*, 2020). Viskositas diukur menggunakan viskometer *Brookfield. Spindle* viskometer yang digunakan yaitu *spindle* LV nomor 4. *Spindle* dipasang pada alat lalu diturunkan hingga sampel menutupi bagian *spindle* yang telah ditentukan. Kecepatan viskometer diatur pada angka 30 rpm. Langkah berikutnya, tombol ON ditekan hingga jarum menunjukkan posisi yang stabil. Hasil pengukuran pada alat dihitung dengan faktor pengalinya. Viskositas sampel dicatat dengan satuan dPas.

3.2.3.2.Sineresis. Pengujian sineresis mengacu pada penelitian Rahmawati *et al.* (2024). Metode yang digunakan untuk mengukur sineresis adalah metode sentrifus. Sebanyak 15 g sampel yoghurt dimasukkan ke dalam tabung kemudian tabung dimasukkan ke dalam sentrifus. Sampel dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 1540 rpm selama 20 menit. Langkah selanjutnya, supernatan (cairan) yang terbentuk dipisahkan dari endapan. Endapan yang terbentuk dilakukan penimbangan. Sineresis dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Sineresis} = \frac{\text{Berat sampel awal (g)} - \text{berat endapan(g)}}{\text{Berat sampel awal (g)}} \times 100\%$$

3.2.3.3.Nilai pH. Pengukuran nilai pH mengacu pada penelitian Adrianto *et al.* (2020). Nilai pH diukur menggunakan pH meter. Alat pH meter dilakukan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan *buffer* pH 4 dan pH 7. pH meter dinyalakan dan *probe* dimasukkan ke dalam sampel. Nilai yang terbaca pada pH meter ditunggu hingga stabil. Hasil pengukuran nilai pH dicatat.

3.2.3.4.Sudut kontak air. Sampel yoghurt mangga perlakuan kontrol (P0) dan perlakuan terbaik (P3) dilakukan pengeringan pada dehidrator sebelum diukur sudut kontakannya. Metode pengeringan dilakukan berdasarkan penelitian Azeem *et al.* (2021) dengan modifikasi suhu pengeringan. Yoghurt setebal 0,8 cm dituangkan pada *baking paper* lalu dikeringkan pada dehidrator selama 8 jam dengan suhu 55°C. Kulit yoghurt (*yoghurt leather*) yang telah terbentuk kemudian dipotong dengan ukuran 2 × 2 cm. Pengukuran sudut kontak air dilakukan berdasarkan acuan pada penelitian Bahiyyah *et al.* (2023). Kulit yoghurt ditetaskan akuades kemudian dilakukan pengambilan gambar sudut menggunakan alat *optical contact angle* (OCA 25). Sudut yang didapatkan menunjukkan sifat kebasahan dari yoghurt. Diagram alir proses pembuatan kulit yoghurt untuk pengujian sudut kontak air dapat dilihat pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Diagram Alir Pembuatan Kulit Yoghurt (Azeem *et al.*, 2021)

3.2.4. Analisis Data

Analisis data penelitian meliputi viskositas, sineresis, dan nilai pH dengan lima kali ulangan dilakukan menggunakan *One Way Analysis of Variance* ANOVA. Uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikansi $\alpha < 0,05$ dilakukan jika terdapat pengaruh nyata pada perlakuan perbedaan konsentrasi gum arab. Perlakuan terbaik ditentukan pada yoghurt dengan sineresis terendah. Yoghurt dengan perlakuan terbaik dilakukan pengujian sudut kontak air.