

**PENGARUH FERMENTASI TERHADAP KUALITAS PROBIOTIK DALAM
YOGHURT SUSU KAMBING**

THE EFFECT OF FERMENTATION ON THE QUALITY OF PROBIOTICS IN GOAT MILK YOGURT

**Umbang Arif Rokhayati^{1)*}, Sri Yenny Pateda²⁾, Muhammad Sayuti M³⁾, Tri Ananda
Erwin Nugroho⁴⁾**

^{1,2,3,4)} Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian,
Universitas Negeri Gorontalo

* Penulis Korespondensi: E-mail: umbang.ung@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine and understand the effect of the fermentation process on the quality of probiotics in goat milk yogurt, in order to obtain the optimal formulation and fermentation conditions for producing yogurt products with high functional value that are suitable for development as probiotic foods. This study was an experimental study with a completely randomized design (CRD), using fermentation time variation as the treatment. The independent variables are fermentation time (4 hours, 6 hours, 8 hours, 10 hours), while the dependent variables are probiotic viability, physicochemical characteristics, and organoleptic properties. Based on the research that has been conducted, it was found that the lowest viability value of lactic acid bacteria (LAB) was recorded in the 4-hour fermentation (1.9×10^5 CFU/mL), while the highest viability occurred in the 10-hour fermentation (6.5×10^6 CFU/mL). The pH value of yogurt decreases as fermentation time increases. The highest pH was found in the 4-hour fermentation (4.74), while the lowest pH occurred in the 10-hour fermentation (3.86). The organoleptic (hedonic) test results showed that the most preferred taste was obtained from 6 hours of fermentation (hedonic value of 2.28); the most preferred aroma was obtained from 4 hours of fermentation (hedonic value of 1.40); and the most preferred texture was obtained from 8 hours of fermentation (hedonic value of 1.72). Overall, fermentation time has a significant effect on the quality of goat milk probiotic yogurt, both in terms of BAL viability, acidity (pH), and sensory (organoleptic) characteristics, with the best balance between probiotic quality and consumer acceptance at 10 hours of fermentation.

Keywords: Yogurt; goat milk; probiotic milk

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dan memahami pengaruh proses fermentasi terhadap kualitas probiotik dalam yogurt berbahan dasar susu kambing, guna memperoleh formulasi dan kondisi fermentasi yang optimal untuk menghasilkan produk yogurt yang memiliki nilai fungsional tinggi serta layak dikembangkan sebagai pangan probiotik. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), menggunakan variasi waktu fermentasi sebagai perlakuan. Variabel bebas adalah lama fermentasi (4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam), serta variabel terikat adalah viabilitas probiotik, karakter fisikokimia, dan organoleptik. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh informasi bahwa nilai viabilitas bakteri asam laktat (BAL) terendah tercatat pada fermentasi 4 jam ($1,9 \times 10^5$

CFU/mL), sedangkan viabilitas tertinggi terjadi pada fermentasi 10 jam ($6,5 \times 10^6$ CFU/mL). Nilai pH yogurt menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi. pH tertinggi terdapat pada fermentasi 4 jam (4,74), sedangkan pH terendah terjadi pada fermentasi 10 jam (3,86). Hasil uji organoleptik (Hedonik) menunjukkan rasa paling disukai pada fermentasi 6 jam (nilai hedonik 2,28); aroma paling disukai pada fermentasi 4 jam (nilai hedonik 1,40); tekstur paling disukai pada fermentasi 8 jam (nilai hedonik 1,72). Secara keseluruhan waktu fermentasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas probiotik yogurt susu kambing, baik dari segi viabilitas BAL, keasaman (pH), maupun karakteristik sensori (organoleptik) dengan keseimbangan terbaik antara mutu probiotik dan tingkat penerimaan konsumen pada fermentasi 10 jam.

Kata Kunci: Yogurt; susu kambing; susu probiotik

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pangan dan gizi dalam dua dekade terakhir menunjukkan peningkatan signifikan pada minat terhadap pangan fungsional (Al-Haik et al., 2023; Horisah et al., 2025; Muñoz-Tebar et al., 2024). Tren global memperkirakan nilai pasar produk fungsional mencapai USD 267 miliar pada tahun 2027, dengan pertumbuhan tahunan sekitar 8,5%, mencerminkan meningkatnya kesadaran konsumen terhadap pangan yang tidak hanya bergizi tetapi juga memberikan manfaat kesehatan tambahan (Bayram et al., 2024; TerziOğlu & Bakirci, 2024). Yogurt merupakan salah satu produk yang paling banyak dikonsumsi dalam kategori ini, karena mengandung kultur hidup bakteri asam laktat seperti *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, yang berperan dalam menjaga kesehatan pencernaan,

meningkatkan respon imun, dan menyeimbangkan mikrobiota usus (Horisah et al., 2025; Muñoz-Tebar et al., 2024; Sumarmono et al., 2023).

Di tengah meningkatnya kebutuhan masyarakat akan variasi sumber pangan fungsional, susu kambing menjadi alternatif yang semakin banyak dieksplorasi sebagai bahan baku yogurt (Suwannaphan, 2022). Karakteristik fisik dan kimianya menunjukkan keunggulan dibandingkan susu sapi, antara lain ukuran globula lemak yang lebih kecil (1–3 μm , sedangkan susu sapi 3–6 μm), kandungan kalsium lebih tinggi (± 134 mg/100 g), serta jenis protein yang lebih mudah dicerna dan cenderung bersifat hipoalergenik. Keunggulan ini memungkinkan yogurt berbasis susu kambing memiliki nilai fungsional yang lebih baik, terutama untuk individu dengan intoleransi atau

sensitivitas terhadap susu sapi (Wibawanti et al., 2022).

Dalam proses pembuatan yogurt, fermentasi menjadi tahapan yang menentukan kualitas akhir produk (Silva et al., 2022). Variasi suhu, lama fermentasi, dan jenis kultur starter tidak hanya mempengaruhi pembentukan cita rasa dan tekstur, tetapi juga menentukan viabilitas probiotik di dalamnya. Agar memberikan manfaat kesehatan optimal, jumlah probiotik yang hidup dalam produk fermentasi seharusnya mencapai minimal 10^6 – 10^7 CFU/g (Ospanov et al., 2022). Sejumlah penelitian telah berupaya mengevaluasi proses fermentasi yogurt, namun sebagian besar berfokus pada susu sapi, sementara pemahaman mengenai fermentasi susu kambing, khususnya terkait stabilitas dan ketahanan probiotik, masih belum diperoleh secara menyeluruh (Papaioannou et al., 2021; Sarkar et al., 2020; Verruck et al., 2020). Variasi hasil yang dilaporkan menunjukkan perlunya kajian lebih terarah mengenai bagaimana parameter fermentasi tertentu dapat memengaruhi kualitas probiotik pada yogurt berbahan dasar susu kambing.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa optimalisasi proses fermentasi pada

yogurt susu kambing masih membutuhkan dasar ilmiah yang lebih kuat. Diperlukan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh parameter fermentasi terhadap viabilitas probiotik agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas stabil, kandungan mikroorganisme hidup yang memadai, dan manfaat kesehatan yang terjaga hingga saat konsumsi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan informasi yang dapat mendukung pengembangan yogurt susu kambing sebagai produk pangan fungsional dengan kualitas probiotik yang lebih baik dan bernilai gizi tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium dengan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengevaluasi pengaruh variasi lama fermentasi terhadap kualitas probiotik dalam yogurt susu kambing. Kegiatan penelitian berlangsung selama tiga bulan di Laboratorium Terpadu Jurusan Peternakan. Bahan utama penelitian terdiri atas susu kambing segar sebagai substrat fermentasi dan kultur starter bakteri asam laktat (*Streptococcus*

thermophilus dan *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*), sementara bahan kimia laboratorium digunakan untuk analisis pH, keasaman, dan parameter kualitas lainnya. Peralatan yang dipakai dalam penelitian meliputi inkubator, autoklaf, laminar airflow, pH meter, viskometer, oven pengering, peralatan hitung TPC, serta peralatan gelas laboratorium standar.

Penelitian ini menggunakan satu variabel bebas berupa lama fermentasi, sedangkan variabel terikat terdiri atas jumlah koloni probiotik (Total Plate Count/TPC), nilai pH yogurt, tingkat keasaman, viskositas, serta sifat organoleptik yang meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur. Sebelum proses fermentasi dilakukan, seluruh peralatan disterilisasi dan bahan dipersiapkan sesuai standar aseptik. Pembuatan yogurt dimulai dengan pemanasan susu kambing untuk proses pasteurisasi, kemudian didinginkan hingga mencapai suhu inokulasi. Kultur starter ditambahkan ke dalam susu, kemudian campuran difermentasi dalam inkubator pada suhu yang terkontrol sesuai taraf perlakuan lama fermentasi yang telah ditentukan.

Setelah fermentasi selesai, sampel dianalisis untuk menentukan kualitas probiotik yang meliputi jumlah koloni probiotik, pH, keasaman, viskositas, serta karakteristik organoleptik menggunakan metode panelis terlatih.

Seluruh data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan respons setiap parameter terhadap perlakuan, kemudian dilanjutkan dengan analisis statistik menggunakan Analisis Varians (ANOVA) untuk menilai pengaruh perlakuan fermentasi terhadap kualitas probiotik. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji pembandingan seperti Duncan atau Tukey guna menentukan perlakuan yang memberikan perbedaan nyata. Melalui prosedur tersebut, penelitian ini menghasilkan data yang reliabel untuk menjelaskan pengaruh lama fermentasi terhadap parameter kualitas yogurt susu kambing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa viabilitas bakteri asam laktat (BAL) mengalami peningkatan seiring

bertambahnya waktu fermentasi. Nilai viabilitas terendah tercatat pada waktu fermentasi 4 jam, yaitu sebesar $1,9 \times 10^5$ CFU/mL dengan simpangan baku $\pm 2,58$. Nilai ini mengindikasikan bahwa pada tahap awal fermentasi, pertumbuhan BAL masih berada dalam fase adaptasi (lag phase), di mana bakteri baru mulai menyesuaikan diri dengan lingkungan medium susu kambing, termasuk dalam penggunaan substrat seperti laktosa untuk proses metabolisme awal.

Sebaliknya, nilai viabilitas tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 10 jam, yaitu sebesar $6,5 \times 10^6$ CFU/mL dengan simpangan baku yang sama yaitu $\pm 2,58$. Peningkatan viabilitas yang signifikan ini menunjukkan bahwa BAL telah memasuki fase pertumbuhan logaritmik (eksponensial), di mana kondisi lingkungan (pH, suhu, dan ketersediaan nutrien) berada dalam keadaan yang optimal untuk proliferasi sel bakteri. Hasil uji viabilitas bakteri asam laktat (BAL) pada masing-masing waktu fermentasi ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Waktu Fermentasi (Jam)	Viabilitas BAL (log CFU/mL)
4	$1,9 \times 1^5 \pm 2,58$
6	$2,1 \times 1^5 \pm 2,58$
8	$4,2 \times 1^6 \pm 2,58$
10	$6,5 \times 1^6 \pm 2,58$

Sumber: Data Olahan tahun 2025

Perbedaan yang signifikan antara viabilitas 4 jam dan 10 jam (selisih lebih dari satu log siklus) mencerminkan efektivitas proses fermentasi dalam memperbanyak populasi BAL. Nilai simpangan baku yang relatif kecil ($\pm 2,58$) pada kedua waktu fermentasi menunjukkan bahwa data yang diperoleh konsisten dan memiliki tingkat variasi yang rendah antar ulangan, sehingga hasil pengukuran dapat dianggap reliabel dan akurat.

Secara keseluruhan, data ini mendukung bahwa waktu fermentasi merupakan faktor kunci yang sangat memengaruhi viabilitas probiotik dalam yogurt. Semakin lama waktu fermentasi (dalam batas tertentu), semakin tinggi pula jumlah BAL yang dapat berkembang biak, hingga mencapai titik optimum sebelum fase penurunan (decline phase) terjadi.

B. pH Yogurt

Proses fermentasi susu kambing oleh bakteri asam laktat (BAL) ditandai dengan penurunan nilai pH sebagai akibat dari produksi asam organik, terutama asam laktat, hasil metabolisme laktosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH yogurt mengalami penurunan secara progresif seiring bertambahnya waktu fermentasi.

Penurunan pH dari 4,74 menjadi 3,86 menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, semakin tinggi pula aktivitas metabolik BAL dalam menghasilkan asam. Pada fermentasi 4 jam, nilai pH masih relatif tinggi, menandakan bahwa produksi asam laktat masih rendah dan BAL masih berada pada fase adaptasi awal. Memasuki 6 jam fermentasi, pH turun signifikan menjadi 4,24. Ini menunjukkan bahwa BAL mulai memasuki fase pertumbuhan aktif (log phase), di mana produksi asam laktat meningkatkan sebagai hasil fermentasi laktosa yang lebih efisien.

Pada 8 jam fermentasi, pH turun lebih lanjut menjadi 4,02, menandakan bahwa proses fermentasi telah berlangsung cukup aktif dan asam telah terakumulasi dalam medium. Saat

fermentasi mencapai 10 jam, pH menurun ke nilai terendah, yaitu 3,86. Nilai ini mendekati batas pH optimal akhir dalam fermentasi yogurt, di mana lingkungan mulai menjadi terlalu asam bagi pertumbuhan lebih lanjut BAL dan berpotensi memasuki fase penurunan (decline phase) jika fermentasi dilanjutkan.

Nilai simpangan baku yang sama besar ($\pm 1,00$) pada seluruh titik waktu menunjukkan bahwa variasi data antar ulangan cukup konsisten, walaupun nilainya relatif besar. Hal ini dapat disebabkan oleh variabilitas alami dalam aktivitas metabolik BAL antar batch atau kondisi fermentasi yang belum sepenuhnya terkontrol. Hasil pengukuran pH yogurt pada masing-masing waktu fermentasi ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Pengukuran pH pada Yogurt

Waktu (Jam)	pH
4	4,47 \pm 1,00
6	4,24 \pm 1,00
8	4,02 \pm 1,00
10	3,86 \pm 1,00

Sumber: Data Olahan tahun 2025

C. Uji Organoleptik

Rasa Yogurt

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan rasa yogurt susu kambing berdasarkan preferensi subjektif panelis. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala hedonik 1–9, di mana nilai 1 menunjukkan rasa yang sangat disukai dan nilai 9 menunjukkan rasa yang sangat tidak disukai. Hasil penilaian uji organoleptik terhadap 25 orang panelis menggunakan skala hedonik 1-9 pada masing-masing waktu fermentasi ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 2. Hasil rata-rata uji organoleptik pada Yogurt

Waktu (jam)	Rasa	Aroma	Tekstur
4	3,16	1,40	3,48
6	2,28	1,60	2,20
8	3,60	2,76	1,72
10	3,36	1,76	1,84

Sumber: Data Olahan tahun 2025

Dari data tersebut terlihat bahwa nilai terendah (paling disukai) diperoleh pada waktu fermentasi 6 jam, yaitu 2,28. Ini menunjukkan bahwa yogurt yang difermentasi selama 6 jam memiliki rasa yang paling disukai oleh panelis, kemungkinan karena pada titik ini keseimbangan antara rasa asam dan sisa rasa susu kambing berada dalam kondisi

yang paling diterima. Fermentasi 4 jam menghasilkan skor 3,16, yang menunjukkan yogurt masih cukup disukai, meskipun tingkat keasamannya mungkin belum optimal. Rasa yang terlalu ringan atau belum cukup matang bisa menjadi faktor yang menurunkan tingkat kesukaan.

Pada fermentasi 8 jam, nilai meningkat menjadi 3,60, menandakan sedikit penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa. Ini mungkin disebabkan oleh rasa asam yang mulai menguat, sehingga menimbulkan ketidaknyamanan bagi sebagian panelis, terutama bagi mereka yang belum terbiasa dengan cita rasa yogurt susu kambing yang khas. Sedangkan pada fermentasi 10 jam, skor mencapai 3,36, sedikit lebih baik dari 8 jam, namun masih lebih tinggi dari skor 4 dan 6 jam. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi terlalu lama dapat menghasilkan yogurt dengan rasa yang terlalu asam, sehingga menurunkan kesukaan panelis secara umum.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa rasa yogurt susu kambing paling disukai pada waktu fermentasi 6 jam, sedangkan fermentasi

lebih lama dari itu (8 dan 10 jam) mulai menurunkan tingkat penerimaan rasa akibat peningkatan keasaman. Di sisi lain, fermentasi yang terlalu singkat (4 jam) juga belum memberikan karakteristik rasa yogurt yang maksimal.

Aroma Yogurt

Uji organoleptik terhadap aroma yogurt bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kesukaan panelis terhadap aroma yang dihasilkan pada berbagai lama fermentasi. Penilaian dilakukan oleh 25 panelis dengan skala hedonik 1–9, di mana nilai 1 menunjukkan sangat suka dan nilai 9 menunjukkan sangat tidak suka. Semakin rendah nilai yang diberikan, maka semakin disukai aroma tersebut.

Berdasarkan data tersebut, yogurt dengan waktu fermentasi 4 jam memperoleh nilai aroma terbaik (paling disukai), yaitu 1,40. Hal ini menunjukkan bahwa pada awal proses fermentasi, aroma yogurt masih ringan, segar, dan belum terlalu tajam, sehingga lebih disukai oleh panelis. Fermentasi selama 6 jam juga masih menunjukkan tingkat kesukaan yang tinggi, dengan skor 1,60, menandakan bahwa aroma yang muncul masih dalam batas penerimaan dan belum mengganggu.

Namun, pada fermentasi 8 jam, terjadi penurunan tingkat kesukaan aroma secara signifikan, dengan nilai 2,76, yang menunjukkan bahwa aroma yogurt mulai menjadi terlalu kuat atau menyengat. Ini kemungkinan disebabkan oleh akumulasi senyawa volatil seperti asam organik, asetaldehida, dan senyawa aromatik khas susu kambing yang meningkat intensitasnya seiring waktu fermentasi, dan menjadi kurang disukai oleh panelis yang belum terbiasa dengan karakteristik tersebut.

Menariknya, pada fermentasi 10 jam, skor aroma menurun kembali menjadi 1,76, yang menandakan adanya peningkatan kembali dalam penerimaan aroma, meskipun tidak sebaik fermentasi 4 atau 6 jam. Hal ini mungkin disebabkan oleh proses biokimia lanjut yang menyebabkan aroma yogurt menjadi lebih seimbang atau cenderung menurun intensitasnya akibat stabilisasi senyawa volatil.

Secara keseluruhan, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa aroma yogurt susu kambing paling disukai pada fermentasi 4 dan 6 jam, dengan skor sangat mendekati kategori “sangat suka”. Dengan demikian, untuk menghasilkan

yogurt dengan aroma yang disukai konsumen, waktu fermentasi optimal berada pada kisaran 4–6 jam.

Tekstur Yogurt

Uji organoleptik terhadap tekstur yogurt dilakukan untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap kekentalan, kelembutan, dan konsistensi produk yogurt susu kambing pada berbagai waktu fermentasi. Penilaian dilakukan oleh 25 panelis dengan menggunakan skala hedonik 1–9, di mana angka lebih rendah menunjukkan tingkat kesukaan yang lebih tinggi.

Dari data tersebut terlihat bahwa fermentasi selama 8 jam menghasilkan tekstur yogurt yang paling disukai, dengan skor 1,72, diikuti oleh fermentasi 10 jam (1,84) dan 6 jam (2,20). Hal ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu fermentasi, tekstur yogurt menjadi lebih stabil, kental, dan halus, karakteristik yang umumnya disukai oleh panelis.

Sebaliknya, fermentasi selama 4 jam menghasilkan skor tertinggi (3,48), menunjukkan bahwa tekstur yogurt paling tidak disukai pada waktu ini. Hal ini dapat disebabkan oleh proses koagulasi yang belum sempurna, sehingga tekstur yogurt cenderung encer, belum stabil, atau

cenderung kasar dan kurang menarik secara visual maupun sensori. Peningkatan skor kesukaan terhadap tekstur dari 6 hingga 8 jam kemungkinan besar disebabkan oleh proses fermentasi yang telah mencapai titik optimal dalam pembentukan gel kasein dan pembentukan matriks protein yang stabil tersebut.

Tekstur yogurt susu kambing paling disukai oleh panelis pada fermentasi 8 jam, diikuti oleh 10 dan 6 jam. Fermentasi 4 jam menunjukkan tekstur yang paling tidak disukai karena belum terbentuknya kekentalan dan konsistensi yang ideal. Dengan demikian, waktu fermentasi 8 jam memberikan hasil tekstur terbaik secara sensori, menjadikannya waktu yang optimal untuk menghasilkan yogurt dengan tekstur yang paling diterima oleh konsumen.

D. Pembahasan

Hasil percobaan menunjukkan adanya hubungan yang jelas antara lama fermentasi dan beberapa indikator mutu yogurt susu kambing: viabilitas bakteri asam laktat (BAL), nilai pH, serta atribut sensorik (rasa, aroma, tekstur). Secara kuantitatif, viabilitas BAL meningkat dari $1,9 \times 10^5$ CFU/mL pada 4 jam, menjadi $2,1 \times 10^5$ CFU/mL pada 6 jam, $4,2 \times 10^6$

CFU/mL pada 8 jam, dan $6,5 \times 10^6$ CFU/mL pada 10 jam. Tren ini konsisten dengan kinetika pertumbuhan bakteri pada medium bergizi: fase awal (lag) pada waktu singkat, dilanjutkan fase eksponensial di mana pertumbuhan dan pembelahan sel meningkat seiring pemanfaatan laktosa, sehingga jumlah koloni naik pesat pada interval 8–10 jam (Alqahtani et al., 2021; Mituniewicz-Małek et al., 2022). Peningkatan viabilitas yang lebih tajam antara 6→8 jam mengindikasikan memasuki fase logaritmik yang kuat, sementara nilai tertinggi pada 10 jam mendekati ambang yang dilaporkan diperlukan untuk efek probiotik (biasanya diestimasi $\geq 10^6$ – 10^7 CFU/g) sehingga dari segi jumlah mikroba 10 jam memberikan hasil paling mendekati atau memenuhi ambang efektivitas probiotik (AL-Dhabi et al., 2020; Aljutaily et al., 2020).

Penurunan pH yang teramati (dari 4,47 pada 4 jam menjadi 3,86 pada 10 jam) merupakan konsekuensi langsung metabolisme karbohidrat oleh BAL yang menghasilkan asam laktat dan asam organik lain (Terzić-Vidojević et al., 2020). Secara teori, hubungan antara produksi asam dan penurunan pH mengikuti laju metabolik kultur starter; turunnya pH meningkatkan keasaman produk yang memengaruhi rasa

sekaligus menekan pertumbuhan beberapa mikroorganisme lain (efek preservatif) (Dushkova et al., 2021; Prapa et al., 2025). Namun, terlalu rendahnya pH (mendekati <4.0) juga dapat mulai menghambat beberapa strain BAL yang kurang asam-toleran dan memengaruhi kestabilan proteolitik sehingga dapat mengubah tekstur dan aroma. Dalam data tersebut, pH 3,86 pada 10 jam mengindikasikan akumulasi asam yang signifikan; meskipun viabilitas BAL masih tinggi pada titik itu, risiko masuknya fase penurunan (decline) akan meningkat bila fermentasi dipertahankan lebih lama atau apabila penyimpanan dilanjutkan tanpa perlakuan protektif (Liu et al., 2025).

Analisis sensorik menunjukkan adanya trade-off klasik antara kualitas mikrobiologis dan penerimaan konsumen (Shi et al., 2025). Rasa paling disukai tercatat pada 6 jam (hefonik 2,28), aroma paling disukai pada 4 jam (1,40), sedangkan tekstur paling disukai pada 8 jam (1,72). Interpretasi terintegrasi atas temuan ini adalah: pada 4–6 jam, produk masih relatif ringan asam sehingga aroma dan rasa lebih ‘segar’ dan mudah diterima; pada 8 jam tekstur koagulan sudah lebih berkembang (pembentukan matriks kasein dan retensi air) sehingga memberikan

kekentalan yang disukai; namun pada 10 jam meskipun jumlah BAL tertinggi, peningkatan keasaman menurunkan preferensi rasa (lebih asam) sehingga skor hedonik rasa naik (menjadi kurang disukai dibanding 6 jam) (Wang et al., 2025). Dengan kata lain, titik optimum sensorik (6–8 jam) tidak sepenuhnya berimpit dengan titik optimum viabilitas mikroba (10 jam). Hal ini penting karena keberhasilan produk probiotik komersial membutuhkan keseimbangan antara jumlah probiotik yang cukup dan penerimaan organoleptik konsumen (Zikra et al., 2025).

Secara fisiokimia dan mikrobiologis, pengaruh matriks susu kambing perlu mendapat perhatian pada interpretasi hasil (Bayram et al., 2024). Susu kambing memiliki globula lemak yang lebih kecil dan komposisi kasein yang berbeda (proporsi α s1-casein relatif rendah), yang dapat mempengaruhi kinetika koagulasi, retensi air, dan interaksi antara sel mikroba dengan fase lemak/protein (Menezes et al., 2023; Yang et al., 2023). Faktor-faktor ini berkontribusi pada pembentukan tekstur yang lebih halus pada titik fermentasi tertentu (mis. 8 jam), serta dapat mempengaruhi ketersediaan laktosa bagi BAL sehingga memodulasi laju

produksi asam. Oleh karena itu, pola hasil yang menunjukkan tekstur terbaik pada 8 jam dan viabilitas terbaik pada 10 jam dapat dijelaskan oleh interaksi antara dinamika pertumbuhan BAL dan sifat fisiokimia khas susu kambing.

SIMPULAN

Waktu fermentasi merupakan faktor penentu kualitas yogurt susu kambing. Apabila prioritas utama adalah jumlah probiotik, maka fermentasi 10 jam memberikan hasil terbaik. Namun, untuk menghasilkan yogurt dengan keseimbangan mutu probiotik dan penerimaan sensori yang lebih tinggi, fermentasi dalam kisaran 6–8 jam lebih direkomendasikan. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan produk yogurt susu kambing yang fungsional dan diterima oleh konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

AL-Dhabi, N. A., Valan Arasu, M. V, Vijayaraghavan, P., Esmail, G. A., Durairandiyan, V., Kim, Y. O., Kim, H., & Kim, H.-J. (2020). Probiotic and antioxidant potential of *Lactobacillus reuteri* 12 and *Lactobacillus lactis* 110 isolated from pineapple puree and quality analysis of pineapple-flavored goat milk yoghurt during storage. *Microorganisms*, 8(10), 1–15. <https://doi.org/10.3390/microorganism8101461>

Al-Haik, W. M., Matran, Y. M., Bawazir, I.

- M., & Al-Haddad, A. M. (2023). Antimicrobial activity of *Lactobacillus acidophilus* bacteriocin against clinical isolates. *IP International Journal of Medical Microbiology and Tropical Diseases*, 9(3), 182–188. <https://doi.org/10.18231/j.ijmmttd.2023.0305>
- Aljutaily, T., Huarte, E., Martínez-Monteagudo, S., González-Hernández, J. L., Rovai, M., & Sergeev, I. N. (2020). Probiotic-enriched milk and dairy products increase gut microbiota diversity: a comparative study. *Nutrition Research*, 82, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.6.017>
- Alqahtani, N. K., Darwish, A. A., El-Menawy, R. K., Alnemr, T. M., & Aly, E. (2021). Textural and organoleptic attributes and antioxidant activity of goat milk yoghurt with added oat flour. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 433–445. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1900237>
- Bayram, O. Y., Kinik, O., & Buyukkileci, C. (2024). Antimicrobial activity and sensory acceptability of probiotic-strained (Torba) yogurt with medicinal and aromatic plants. *South African Journal of Botany*, 174, 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.08.053>
- Dushkova, M., Kodinova, S., Denkova, Z., Yanakieva, V., & Menkov, N. D. (2021). Physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of probiotic Bulgarian yoghurts obtained by ultrafiltration of goat's milk. *Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 76(11), 481–489. <https://doi.org/10.1515/znc-2021-0064>
- Horisah, K., Suroto, D. A., Nishi, K., Ishida, M., Utami, T., Mayangsari, Y., & Sugahara, T. (2025). Anti-Allergy Effect of Probiotic Goat Milk Yogurt with Indonesian Indigenous Bacteria *Streptococcus thermophilus* Dad-11 and *Lactiplantibacillus plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13. *Trends in Sciences*, 22(7). <https://doi.org/10.48048/tis.2025.9780>
- Liu, Y., Li, H., Hou, M., & Gao, Z. (2025). Tannic acid-enhanced complex coacervate microcapsules based on whey protein isolate and hyaluronic acid for the protection of *Lactobacillus paracasei* and their application in goat milk yogurt. *International Journal of Biological Macromolecules*, 330. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.148151>
- Menezes, M. U. F. O., Bevilaqua, G. C., da Silva Nascimento, Í. R., da Cruz Ximenes, G. N., Andrade, S. A. C., & Barbosa, N. M. (2023). Antagonist action of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic strains in goat milk yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 60(1), 353–360. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05622-x>
- Mituniewicz-Małek, A., Szkolnicka, K., Dmytrów, I., Ziarno, M., Witczak, A., Szewczuk, M. A., Petrykowski, S., & Strzałkowska, N. (2022). The viability of probiotic monoculture and quality of goat's and cow's bioyogurt. *Animal Science Papers and Reports*, 40(4), 463–478. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85146191959&partnerID=40&md5=f
068fc5960d7119794b9c30d417343e0

- Muñoz-Tebar, N., Muñoz-Bas, C., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Pérez-Alvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2024). Fortification of goat milk yogurts with date palm (*Phoenix dactylifera* L.) coproducts: Impact on their quality during cold storage. *Food Chemistry*, 454. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139800>
- Ospanov, A., Velyamov, S., Makeeva, R., Tlevlessova, D., & Tastanova, R. (2022). DEVELOPMENT OF PROBIOTIC YOGURT FROM SMALL CATTLE MILK. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11–118), 53–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.261574>
- Papaioannou, G. M., Kosma, I. S., Badeka, A. V., & Kontominas, M. G. (2021). Profile of volatile compounds in dessert yogurts prepared from cow and goat milk, using different starter cultures and probiotics. *Foods*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/foods10123153>
- Prapa, I., Pavlatou, C., Kompoura, V., Nikolaou, A., Stylianopoulou, E., Skavdis, G., Grigoriou, M. E., & Kourkoutas, Y. (2025). A Novel Wild-Type *Lactocaseibacillus paracasei* Strain Suitable for the Production of Functional Yoghurt and Ayrán Products. *Fermentation*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/fermentation11010037>
- Sarkar, S. L., Hossain, M. I., Monika, S. A., Sanyal, S. K., Roy, P. C., Hossain, M. A., & Jahid, I. K. (2020). Probiotic potential of *pediococcus acidilactici* and *enterococcus faecium* isolated from indigenous yogurt and raw goat milk. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 48(3), 276–286. <https://doi.org/10.4014/mbl.1912.12009>
- Shi, H., Freeman, K., Kawka, E., McHenry, M., & Guo, M. (2025). The Impact of Polymerized Whey Protein on the Microstructure, Probiotic Survivability, and Sensory Properties of Hemp Extract-Infused Goat Milk Yogurt. *Foods*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/foods14010066>
- Silva, F. A., Queiroga, R. D. C. R. D. E., de Souza, E. L., Voss, G. B., Borges, G. D. S. C., Dos Santos Lima, M. D. S., Pintado, M. M. E., & Vasconcelos Araújo, M. A. D. S. (2022). Incorporation of phenolic-rich ingredients from integral valorization of Isabel grape improves the nutritional, functional and sensory characteristics of probiotic goat milk yogurt. *Food Chemistry*, 369. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130957>
- Sumarmono, J., Setyawardani, T., Tianling, M., Aini, N., Wibowo, C., Mohamed, T. H., Sangsopha, J., & Jelan, Z. A. (2023). Comparative analysis of physical properties and fatty acid composition of set-yogurt manufactured from different milk types. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 6(2), 167–181. <https://doi.org/10.20956/canrea.v6i2.1148>
- Suwannaphan, S. (2022). Quality evaluation of non-fat goat milk yogurt supplemented with purple sweet

- potato flour. *International Food Research Journal*, 29(6), 1419–1428. <https://doi.org/10.47836/ifrj.29.6.18>
- Terzić-Vidojević, A., Veljović, K., Tolinački, M., Zivkovic, M., Lukić, J., Lozo, J., Fira, Đ., Jovčić, B., Strahinić, I., Begović, J., Popović, N., Miljković, M., Kojić, M., Topisirović, L., & Golić, N. (2020). Diversity of non-starter lactic acid bacteria in autochthonous dairy products from Western Balkan Countries - Technological and probiotic properties. *Food Research International*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109494>
- TerziOğlu, M. E., & BAKIRCI, İ. (2024). Investigation of aroma profiles, textural, rheological, and sensorial qualities of yogurts with various starter cultures and goat-cow milk combinations. *International Journal of Food Engineering*, 20(1), 37–50. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2023-0171>
- Verruck, S., Barretta, C., Miotto, M., Machado Canella, M. H. M., de Liz, G. R., Maran, B. M., Garcia, S. G., da Silveira, S. M., Vieira, C. R. W., G Cruz, A. G., & Prudêncio, E. S. (2020). Evaluation of the interaction between microencapsulated Bifidobacterium BB-12 added in goat's milk Frozen Yogurt and Escherichia coli in the large intestine. *Food Research International*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108690>
- Wang, X., Wang, L., Wei, X., Xu, C., Cavender, G., Lin, W., & Sun, S. (2025). Invited review: Advances in yogurt development—Microbiological safety, quality, functionality, sensory evaluation, and consumer perceptions across different dairy and plant-based alternative sources. *Journal of Dairy Science*, 108(1), 33–58. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25322>
- Wibawanti, J. M. W., Mulyani, S., Hartanto, R., Ni'matullah Al-Baarri, A. N., Pramono, Y. B., & Legowo, A. M. (2022). The Characteristics of Goat Milk Synbiotics-Yogurt using Lactobacillus plantarum as Probiotic and Inulin of Mangrove Apple (Sonneratia caseolaris). *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(11), 2457–2463. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.11.2457.2463>
- Yang, Y., Zhang, R., Zhang, F., Wang, B., & Liu, Y. (2023). Storage stability of texture, organoleptic, and biological properties of goat milk yogurt fermented with probiotic bacteria. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1093654>
- Zikra, N., Resmiati, n., Symond, D., Azrimaidaliza, A., & Azhar, M. (2025). Development of goat milk yogurt with additional inulin as a functional food for stunting prevention in children. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, 45(2), 52–57. <https://doi.org/10.12873/452resmiati>