

The Effect of Fermentation Time on BAL, Protein, and Calcium in Goat Milk Yogurt Substituted with Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) Extract

Syafira 'Aqilah Khoirunnisa¹, Dodik Luthfianto²✉, Dewi Marfuah³

^{1,2,3}Department of S1 Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah PKU
Surakarta Indonesia

✉ dluthfianto@itspku.ac.id

Abstract

Yogurt is a fermented product from milk which is an important food source of protein to meet nutritional needs. The main principle of the yogurt making process is fermentation with lactic acid bacteria. The fermentation process is influenced by several factors, one of which is the duration of fermentation. Goat's milk contains protein of 3.6 g/100 g while cow's milk is around 3.4 g/100 g. Consumption of about 244 g or the equivalent of one glass of goat's milk contains about 8.7 g of protein. Goat's milk contains about 90 - 199 mg/100g of calcium and is 13% higher than cow's milk. Calcium can play a role in maintaining physical fitness and body health. To determine the effect of fermentation time on total BAL, protein content and calcium levels in goat's milk yogurt with the addition of broccoli extract (*Brassica oleracea* var. *italica*). Research conducted in UM PKU Muhammadiyah Surakarta and laboratory testing in Universitas Sebelas Maret, method using a completely randomized design (CRD) with 3 treatments are 8 hours, 16 hours and 24 hours. This study showed that there was a significant difference in total BAL in goat's milk yogurt with broccoli extract (*Brassica oleracea* var. *italica*) based on different fermentation times ($p = 0.000$), on the protein content analysis there were significant differences in goat's milk yogurt with broccoli extract (*Brassica oleracea* var. *italica*) based on different fermentation time ($p = 0.027$), in the analysis of calcium levels there were significant differences in goat's milk yogurt with broccoli extract (*Brassica oleracea* var. *italica*) based on different fermentation times ($p = 0.025$). Research Conclusion: there is an effect of fermentation time on total BAL, protein content and calcium levels in goat's milk yogurt with broccoli extract (*Brassica oleracea* var. *italica*).

Keywords: Fermentation Time,; Total BAL; Yogurt_Broccoli_Extract

Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap BAL, Protein Dan Kalsium Pada Yoghurt Susu Kambing Substitusi Ekstrak Brokoli (*Brassica Oleracea* Var. *Italica*)

Abstrak

Yoghurt merupakan salah satu produk fermentasi dari susu yang merupakan bahan pangan penting sumber protein dalam mencukupi kebutuhan gizi. Prinsip utama proses pembuatan yoghurt adalah fermentasi dengan bakteri asam laktat. Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya lama fermentasi. Susu kambing mengandung protein sebesar 3,6 g/100 g. Konsumsi sekitar 244 g atau setara dengan satu gelas susu kambing mengandung sekitar 8,7 g protein. Susu kambing mengandung kalsium sekitar 90 - 199 mg/100g dan 13% lebih tinggi dari susu sapi. Kalsium dapat berperan dalam menjaga kebugaran fisik dan kesehatan tubuh. Untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap total BAL, kadar protein dan kadar kalsium pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Penelitian dilakukan di Laboratorium ITS PKU Muhammadiyah Surakarta dan pengujian laboratorium di Universitas Sebelas Maret, metode ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan lama fermentasi yaitu 8 jam, 16 jam dan 24 jam. Penelitian ini menunjukkan total BAL terdapat perbedaan signifikan pada yoghurt susu kambing dengan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) berdasarkan



*lama fermentasi yang berbeda ($p=0,000$), pada analisis kadar protein terdapat perbedaan signifikan pada yoghurt susu kambing dengan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) berdasarkan lama fermentasi yang berbeda ($p=0,027$), pada analisis kadar kalsium terdapat perbedaan signifikan pada yoghurt susu kambing dengan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) berdasarkan lama fermentasi yang berbeda ($p=0,025$). Kesimpulan : terdapat pengaruh lama fermentasi terhadap total BAL, kadar protein dan kadar kalsium pada yoghurt susu kambing dengan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.Italica*).*

Kata kunci: Lama Fermentasi; Total BAL; Yoghurt_Ekstrak_Brokoli.

1. Pendahuluan

Yoghurt merupakan salah satu produk fermentasi dari susu yang merupakan bahan pangan penting sumber protein dalam mencukupi kebutuhan gizi. Produk yoghurt selain dihasilkan dari proses fermentasi susu juga dapat dihasilkan melalui aktivitas konsorsium Bakteri Asam Laktat (BAL) berlimpah. Selain menggunakan susu bahan baku dalam pembuatan yoghurt dengan berkembangnya inovasi dan kreasi terhadap produk pangan inovasi yoghurt sekarang memiliki banyak varian rasa dari berbagai buah-buahan dan sayuran yang dicampurkan dengan susu bubuk skim sebagai sumber laktosa untuk media pertumbuhan BAL. BAL yang dapat digunakan dalam pembuatan yoghurt adalah bakteri *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Lactobacillus acidophilus* [1]

Yoghurt saat ini umumnya dibuat dengan sumber bahan hewani (misalnya susu sapi) dan nabati (misalnya sari kacang-kacangan). Variasi rasa yoghurt memiliki rasa plain, buah-buahan seperti strawberi, blueberry, leci, atau campuran buah-buahan. Inovasi dalam penggunaan bahan tambah dan rasa yang digunakan dalam pembuatan yoghurt sangat penting karena akan memberikan variasi dalam nilai gizi dan rasa sehingga lebih menarik pelanggan dari semua usia dan akan meningkatkan daya Tarik dan penambahan nilai gizi. Inovasi bahan yoghurt bisa diperoleh dengan memanfaatkan bahan-bahan yang memiliki nilai gizi tinggi dan belum banyak dimanfaatkan di lingkungan sekitar [2].

Prinsip utama proses pembuatan yoghurt adalah fermentasi dengan bakteri asam laktat. Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor salahsatunya lama fermentasi [3]. Susu kambing memiliki nutrisi yang tinggi dan memiliki kelebihan antara lain daya cerna lebih tinggi dari pada susu sapi. Susu kambing juga memiliki kekurangan yaitu bau yang kurang disukai oleh kebanyakan konsumen, sehingga menyebabkan peminat terhadap susu kambing menjadi sedikit. Salah satu cara agar susu kambing dapat diterima oleh konsumen, maka dilakukan pengolahan susu melalui proses fermentasi contohnya yoghurt. Pembuatan yoghurt dengan bahan baku susu kambing masih jarang dilakukan dan belum banyak di eksplorasi. Susu kambing mempunyai kandungan gizi yang lebih unggul dibandingkan susu sapi, selain itu lemak dan protein padasusu kambing lebih mudah dicerna dan kandungan vitamin B1 lebih tinggi [4].

Susu kambing memiliki kandungan protein 3,71% lebih tinggi dari susu sapi (3,50%). Kandungan proteinnya adalah 3,6 gram per 100 gram, sedangkan susu sapi adalah 3,4 gram per 100 gram. Satu gelas susu kambing mengandung sekitar 8,7 gram protein. Susu kambing terdiri dari 20–30 persen whey (β -lacto-globulin dan β -lactalbumin) dan 80 persen kasein (α s1, α s2, β , dan κ -caseins). Susu kambing memiliki kandungan protein (62,8%; $P < 0,05$), lemak (28,8%; $P < 0,05$), dan mineral Ca, P, Mg dan Cu (17,4, 15,6, 16,3 dan 66,6%; $P < 0,05$) yang lebih tinggi dibandingkan susu sapi [5]. Kedua protein ini bertanggung jawab atas pertumbuhan dan pembentukan otot serta regenerasi jaringan dan sel yang telah rusak. Kasein dan whey protein dalam susu kambing juga dapat membantu meningkatkan bagian

tubuh seseorang, sehingga meningkatkan kebugaran fisik. Selain itu, susu kambing mengandung banyak mineral dan vitamin, seperti zink, kalium, fosfor, kalsium, dan riboflavin (vitamin B2). Susu kambing mengandung kalsium 90–199 mg/100g, 13% lebih tinggi dari susu sapi (91–184 mg/100g), dan sekitar segelas susu kambing dapat memenuhi kebutuhan harian Anda untuk kalsium 32,6% dan fosfor 27,0%. Kalsium dapat berperan dalam menjaga kebugaran fisik dan kesehatan tubuh [6]. Fakta fisiologis dan biokimia dari kualitas unik susu kambing hampir tidak diketahui dan sedikit dieksploitasi, terutama kandungan asam lemak rantai pendek dan menengah yang tinggi dalam susu kambing, yang telah diakui memiliki nilai medis untuk berbagai kelainan dan penyakit pada manusia [7].

Brokoli sudah banyak dikenal oleh masyarakat Indonesia. Brokoli (*Brassica oleracea L.*) merupakan salah satu sayuran yang memiliki kandungan protein yang tinggi, lemak rendah dan rendah kalori. Dalam 100 gram brokoli mengandung 2,8 gram protein dan 78 mg kalsium. Brokoli jugamemiliki kandungan gizi yang tinggi yaitu vitamin C, vitamin K, zat besi dan tinggi potassium (kalium), dan mengandung senyawa antioksidan [8].

Berdasarkan dari latar belakang diatas, peneliti memiliki gagasan untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Total BAL, Kalsium dan Protein pada Yoghurt Susu Kambing Dengan Penambahan Ekstrak Brokoli (*Brassica oleracea var.italica*)”.

2. Metode

Jenis penelitian merupakan eksperimen, desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juni – Juli 2023, tempat pembuatan produk dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan ITS PKU Muhammadiyah Surakarta, tempat dilakukan pengujian total BAL, kadar protein, dan kalsium dilakukan di Laboratorium Pangan dan Gizi Universitas Sebelas Maret.

Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan *yoghurt* susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli menggunakan alat seperti *copper blender*, talenan, pisau, baskom kecil, penyaring, panci, sendok dan kompor. Bahan yang digunakan antara lain, susu kambing, filtrate brokoli, stater bakteri, dan gula.

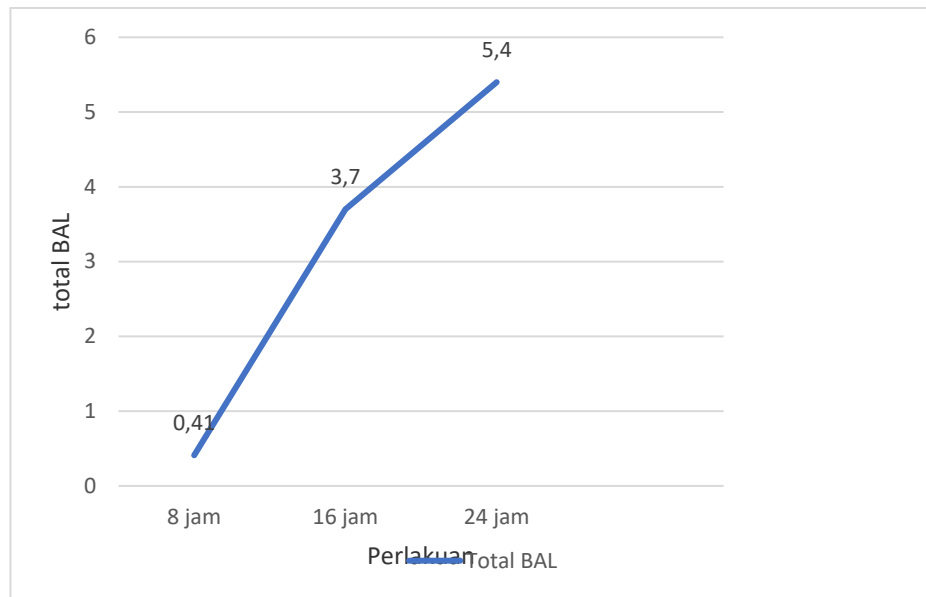
Variabel yang digunakan adalah variabel bebas yaitu lama fermentasi dengan 3 perlakuan yaitu 8 jam, 16 jam dan 24 jam kemudian diuji nilai gizi sebanyak 3 kali pengulangan. Variabel terikat yaitu total BAL, kadar protein, dan kalsium. Definisi operasional yaitu perbedaan lama fermentasi yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli terhadap jumlah total BAL yang dihitung menggunakan metode hitung cawan, banyaknya kadar protein diukur menggunakan metode *lowry*, dan kalsium menggunakan *Spektrophotometry*.

Penelitian ini menggunakan analisis data yang berupa univariat dan bivariat. Analisa univariat dilakukan masing-masing variabel yang diteliti yaitu pada total BAL, kadar protein, dan kalsium. Sedangkan analisis bivariat dilakukan dengan menggunakan *SPSS 25.0*. Sebelum dilakukan uji perbedaan pada total BAL, dilakukan uji kenormalan terlebih dahulu menggunakan *Shapiro Wilk*, total BAL ini data berdistribusi normal atau *homogen* ($p \geq 0,05$) maka dilanjutkan uji *One Way Anova (analysis of variance)*, dan hasil uji menunjukkan adanya perbedaan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test*. Sedangkan kadar protein dan kalsium data berdistribusi tidak normal maka menggunakan uji *Kruskal Wallis*, dan hasil uji menunjukkan adanya perbedaan maka

dilanjutkan dengan uji LSD (*Lest Significant Difference*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3. Hasil dan Pembahasan

Total BAL pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) diperoleh dari metode *Total Plate Count* (metode hitung cawan). Pada **Gambar 1**, dapat diketahui bahwa jumlah total BAL mengalami peningkatan, dimana pada perlakuan 8 jam memiliki jumlah BAL yang paling sedikit yaitu $0,41 \times 10^9$ cfu/ml, perlakuan 16 jam memiliki jumlah BAL $3,7 \times 10^9$ cfu/ml dan jumlah paling banyak terdapat pada perlakuan 24 jam dengan jumlah $5,4 \times 10^9$ cfu/ml.



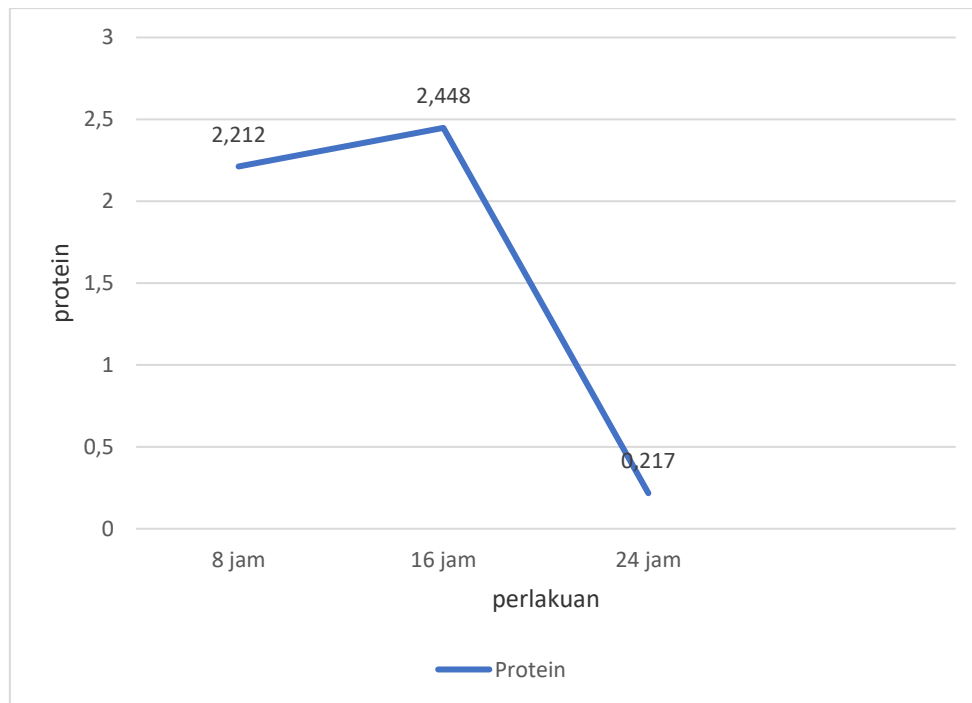
Gambar 1. Diagram Analisis Total BAL

Pada **Tabel 1** perbedaan total BAL yoghurt susu kambing ekstrakbrokoli (*Brassica oleracea var.italica*) antar kelompok perlakuan 8 jam,16 jam dan 24 jam. Dari perlakuan 8 jam berbeda nyata terhadap perlakuan 16 jam dan 24 jam. Perlakuan 16 jam berbeda nyata terhadap 24 jam.

Tabel 1. Perbedaan Total BAL Yoghurt Susu Kambing Ekstrak Brokoli (*Brassica oleracea var.italica*)

Perlakuan	Rata-rata Total BAL (cfu/ml)	P*
161 (8 jam)	$0,41 \times 10^9$	
082 (16 jam)	$3,7 \times 10^9$	0.000
159 (24 jam)	$5,4 \times 10^9$	

Kadar protein pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) diperoleh dari metode *Lowry*. Pada **gambar 2** menunjukkan hasil analisa kadar protein yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*), kadar protein paling tinggi terdapat pada perlakuan 16 jam sebesar 2,448 % dan kadar protein terendah terdapat pada perlakuan 24 jam sebesar 0,217 %.



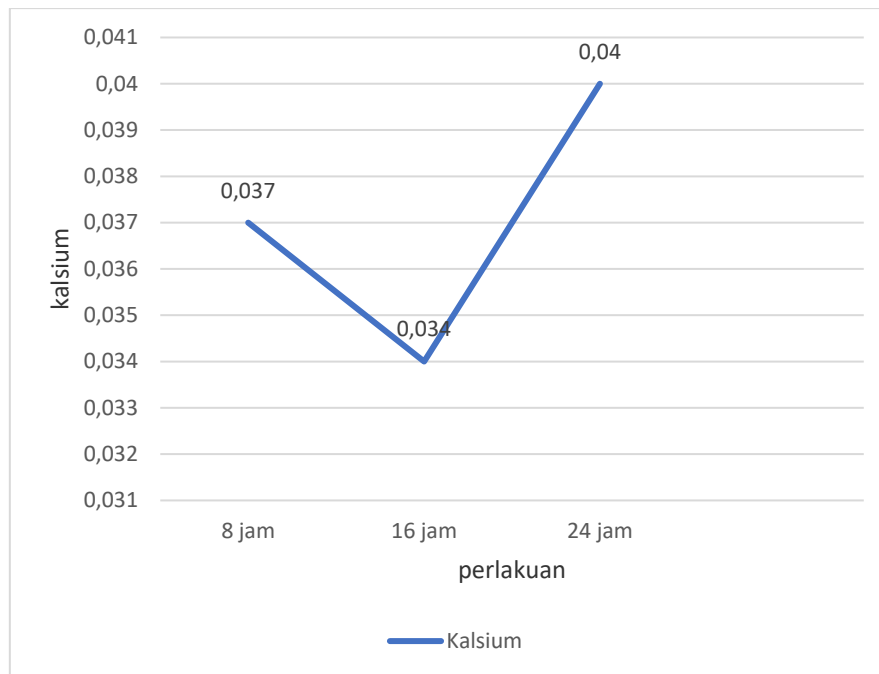
Gambar 2. Diagram Analisis Kadar Protein

Pada [tabel 2](#) perbedaan kandungan protein pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli berdasarkan perlakuan lama fermentasi yang berbeda (8 jam, 16 jam dan 24 jam) diketahui hasil uji LSD dengan tingkat signifikan 95% (0,05) menunjukkan bahwa kandungan protein antar kelompok perlakuan 8 jam dengan perlakuan 16 jam berbeda secara signifikan. Kelompok perlakuan 8 jam dengan perlakuan 24 jam berbeda secara signifikan. Kelompok perlakuan 16 jam dengan perlakuan 24 jam juga berbeda secara signifikan.

Tabel 2. Perbedaan Kadar Protein Yoghurt Susu Kambing Ekstrak Brokoli (*Brassica oleracea var.italica*)

Kode Perlakuan	Rata-rata Kadar Protein(%)	P*
161 (8 jam)	2,212	0.027
082 (16 jam)	2,448	
159 (24 jam)	0,217	

Kadar kalsium pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) diperoleh dari metode AAS (*Atomic Absorption Spektrofotometry*). Pada [gambar 3](#) menunjukkan hasil analisa kadar kalsium yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*), kadar kalsium paling tinggi terdapat pada perlakuan 24 jam sebesar 0,040 % dan kadar kalsium terendah terdapat pada kode perlakuan 16 jam sebesar 0,034 %.



Gambar 3. Diagram Analisis Kadar Kalsium

Pada tabel 3 perbedaan kandungan kalsium pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli berdasarkan perlakuan lama fermentasi yang berbeda (8 jam, 16 jam dan 24 jam) diketahui hasil uji LSD dengan tingkat signifikan 95% (0,05) menunjukkan bahwa kandungan kalsium antar kelompok perlakuan 8 jam dengan perlakuan 16 jam berbeda secara signifikan. Kelompok perlakuan 8 jam dengan perlakuan 24 jam berbeda secara signifikan. Kelompok perlakuan 16 jam dengan perlakuan 24 jam juga berbeda secara signifikan.

Tabel 3. Perbedaan Kadar Kalsium Yoghurt Susu Kambing Ekstrak Brokoli (*Brassica oleracea var.italica*)

Kode Perlakuan	Nilai <i>p</i>	
	082 (16 jam)	159 (24 jam)
161 (8 jam)	0.002	0.000
082 (16 jam)		0.000

Yoghurt merupakan produk olahan susu yang telah difermentasi dengan cara menginokulasi bakteri (*starter*) pembentuk asam laktat. Dalam proses fermentasi, laktosa dan glukosa akan dipecah oleh BAL menjadi asam laktat [9]. Lama fermentasi yang berbeda pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) memiliki pengaruh terhadap total BAL (Bakteri Asam Laktat). Analisis total BAL (Bakteri Asam Laktat) dilakukan dengan metode hitung cawan (*Total Plate Count*). Total BAL dalam yoghurt susu kambing dan sapi menggunakan starter bakteri asam laktat menunjukkan variasi dalam populasi BAL berdasarkan jenis susu dan starter yang digunakan [10].

Berdasarkan gambar 1 diagram hasil analisis total BAL diketahui mengalami peningkatan. Peningkatan tersebut termasuk pada fase kedua yaitu fase log atau pertumbuhan eksponensial. Sel berada dalam keadaan pertumbuhan yang seimbang pada fase eksponensial atau logaritmik. Selama fase eksponensial, masa dan volume sel meningkat oleh faktor yang sama, sehingga komposisi rata-rata sel dan konsentrasi relatif

metabolit tetap konstan. Selama fase pertumbuhan yang seimbang ini, kecepatan peningkatan dapat ditunjukkan dengan fungsi eksponensial alami. Sel berada dalam keadaan pertumbuhan yang seimbang pada fase eksponensial atau logaritmik. Selama fase ini, masa dan volume sel meningkat oleh faktor yang sama, sehingga komposisi rata-rata sel dan konsentrasi relatif metabolit tetap konstan. Selama fase pertumbuhan yang seimbang ini, kecepatan peningkatan dapat ditunjukkan dengan fungsi eksponensial alami [11]. Sel membelah dengan kecepatan konstan yang ditentukan oleh sifat intrinsik bakteri dan kondisi lingkungan [12].

Berdasarkan data analisis total BAL (Bakteri Asam Laktat) berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji *One Way Anova* dengan taraf signifikansi 95% diperoleh nilai $p=0,000$ menunjukkan bahwa ada perbedaan total BAL (Bakteri Asam Laktat) pada tiga perlakuan lama fermentasi yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*). Total BAL (Bakteri Asam Laktat) paling banyak terdapat pada perlakuan 24 jam dengan jumlah $5,4 \times 10^9$ cfu/ml sedangkan perlakuan 8 jam memiliki total BAL yang paling sedikit yaitu $0,41 \times 10^9$ cfu/ml. Hasil total bakteri asam laktat dari setiap perlakuan telah memenuhi syarat minimal SNI 2981:2009 yaitu $1,0 \times 10^7$ cfu/ml [13].

Menurut penelitian [14] hal tersebut dikarenakan semakin lama fermentasi maka semakin banyak bakteri asam laktat yang memiliki kesempatan untuk tumbuh dan berkembang biak. Peningkatan total BAL dipicu oleh adanya penambahan bahan gula dan ekstrak brokoli sebanyak 5% yang dijadikan sebagai nutrisi utama oleh bakteri asam laktat untuk melakukan fermentasi gula menjadi asam dan menghasilkan energi yang digunakan untuk pertumbuhan sel, jika nutrisi dari BAL terpenuhi, maka akan membantu pertumbuhan dan perkembangan BAL [15]. Menurut data *United State Department of Agricultural/ USDA* brokoli mengandung asam amino dan folat, karbohidrat, serat, kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, kalium, vitamin A, vitamin B, vitamin C, mampu memenuhi nutrisi dari BAL, sehingga sel-sel bakteri dapat memanfaatkan kandungan glukosa dan mendegradasikan berbagai jenis gula yaitu monosakarida, disakarida dan trisakarida [16].

Protein merupakan zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak dan penting bagi kehidupan manusia selain karbohidrat dan lemak. Protein berkaitan dengan berbagai bentuk kehidupan, salah satunya adalah enzim yang dibuat dari protein. Secara garis besar protein berfungsi untuk pertumbuhan, pembentukan komponen struktural, pengangkut, dan penyimpan zat gizi, enzim, sumber energi, dan pembentukan antibody [17]. Lama fermentasi yang berbeda pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.Italica*) memiliki pengaruh terhadap kadar protein. Analisis kadar protein dilakukan dengan metode *Lowry*. Metode *lowry* ini digunakan untuk mengetahui kadar protein terlarut.

Berdasarkan uji statistik data protein termasuk data berdistribusi tidak normal, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* dengan taraf signifikansi 95% diperoleh nilai $p=0,027$ menunjukkan bahwa ada perbedaan kadar protein pada tiga perlakuan lama fermentasi yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*). Kandungan protein tertinggi pada kode perlakuan 16 jam sebesar 2,448% dan kandungan terendah pada perlakuan 24 jam sebesar 0,217%.

Hasil penelitian mengenai persentase kandungan protein paling tinggi dalam yoghurt pada perlakuan lama fermentasi 16 jam, sedangkan pada perlakuan lama fermentasi 24 jam kandungan protein yang paling rendah. Berdasarkan hasil penelitian ini, pada perlakuan 16 jam merupakan waktu terbaik untuk pembuatan yoghurt dengan kadar protein yang cukup tinggi. Jumlah BAL di dalam yoghurt dapat meningkatkan kandungan protein, karena

sebagian besar komponen penyusun BAL adalah protein [18]. Protein pada yoghurt merupakan jumlah total dari protein bahan dasar dan protein dari BAL. Kandungan protein dasar dari brokoli sebesar 2.82 gram [19] dapat membantu meningkatkan kandungan protein pada yoghurt selama proses fermentasi karena protein akan dihidrolisis menjadi komponen-komponen terlarut yang kemudian digunakan untuk keperluan pembentukan protein sel BAL [20]. Jumlah sel bakteri viabel memengaruhi kadar protein; jika lebih banyak sel bakteri viabel, akan ada lebih banyak enzim yang digunakan untuk memecah protein (aktivitas proteolitik) dan lebih banyak sintesis protein, termasuk enzim protease. [21]. Protein akan diuraikan menjadi peptida, yang selanjutnya akan dihidrolisis menjadi asam-asam amino. Hasil dari proses pemecahan ini berfungsi sebagai prekursor untuk reaksi enzimatik dan kimia yang membentuk rasa.

Sedangkan pada fermentasi 24 jam, kadar protein mengalami penurunan diduga adanya hambatan pertumbuhan *L. Bulgaricus* yang berakibat pada rendahnya kadar protein. Hambatan yang terjadi saat proses fermentasi yoghurt berlangsung melalui penguraian protein susu. Penguraian protein pada susu banyak yang hilang saat sel-sel bakteri menggunakan laktosa dari susu untuk mendapatkan karbon, energi dan memecah laktosa tersebut menjadi gula sederhana yaitu glukosa dan galaktosa dengan bantuan enzim *β-galaktosidase*. Proses fermentasi akhirnya akan mengubah glukosa menjadi produk akhir asam laktat hingga berakibat pada rendahnya kandungan protein [22].

Kalsium merupakan salah satu mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang besar. Kalsium memiliki peran dalam pertumbuhan perkembangan tulang dan gigi agar mencapai ukuran dan kekuatan optimal, serta mengatur katalisator reaksi-reaksi biologis, mengatur pembekuan darah, dan kontraksi otot [23]. Lama fermentasi yang berbeda pada yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) memiliki pengaruh terhadap kadar kalsium. Analisis kalsium pada penelitian ini menggunakan alat *spektrofotometry*.

Berdasarkan uji statistik data kalsium termasuk data berdistribusi tidak normal, sehingga dilanjut dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis* dengan taraf signifikansi 95% diperoleh nilai $p=0,025$ yang menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap kadar kalsium pada tiga perlakuan lama fermentasi yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var. italica*). Kandungan kalsium tertinggi pada perlakuan 24 jam sebesar 0,040 % dan kandungan terendah pada perlakuan 16 jam sebesar 0,034%.

Berdasarkan hasil data tersebut, setiap perlakuan lama fermentasi memiliki kadar kalsium yang berbeda-beda, pada perlakuan lama fermentasi 16 jam, yoghurt memiliki kadar kalsium yang paling rendah, sedangkan perlakuan lama fermentasi 24 jam memiliki kadar kalsium yang paling tinggi. Dapat diketahui bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar kalsium pada yoghurt. Lama fermentasi juga membuat beberapa kandungan mineral pada yoghurt meningkat, khususnya kalsium, fosfor, dan kalium [24]. Yoghurt dengan penambahan ekstrak brokoli ini diketahui membuat kandungan kalsium yoghurt semakin meningkat, hal ini disebabkan kandungan kalsium pada brokoli tinggi. Brokoli yang direbus mengandung 40 mg kalsium per 100 gram, sedangkan pada susu mengandung sekitar 120 mg kalsium per 100 ml [25] dan Brokoli mengandung mineral seperti kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, dan kalium dalam jumlah yang signifikan [26].

4. Kesimpulan

Total BAL paling banyak terdapat pada perlakuan 24 jam dengan jumlah $5,4 \times 10^9$ cfu/ml. Kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan 16 jam sebesar 2,448%. Kadar kalsium tertinggi terdapat pada perlakuan 24 jam sebesar 0,040%. Pada analisis total BAL terdapat perbedaan signifikan dengan nilai $p=0,000$. Pada analisis kadar protein terdapat perbedaan signifikan dengan nilai $p=0,027$. Pada analisis kadar kalsium terdapat perbedaan signifikan dengan nilai $p=0,025$. Dari hasil penelitian perlakuan paling efektif pada perlakuan lama fermentasi 24 jam disebabkan karena pada perlakuan tersebut total BAL dan kandungan kalsium pada yoghurt meningkat dengan baik.

Pada pembuatan yoghurt susu kambing dengan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) dapat dijadikan sebagai produk inovatif yang dapat diberikan pada anak-anak maupun dewasa sebagai alternatif yang tidak begitu menyukai susu dan sebagai produk yang kaya akan nutrisi terutama kalsium. Sedangkan saran bagi peneliti lain dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian dengan uji organoleptik dan uji sifat fisik seperti viskositas dan sifat kimia (nilai pH) pada yoghurt susu kambing dengan ekstrak brokoli (*Brassica oleracea var.italica*).

Referensi

- [1] S. Rizal, M. Erna, and F. Nurainy, "Karakteristik Probiotik Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas dengan Variasi Jenis Bakteri Asam Laktat Probiotic Characteristic of Lactic Fermentation Beverage of Pineapple Juice with Variation of Lactic Acid Bacteria (LAB) Types mengonsumsi minuman," *Indones. J. Appl. Chem.*, vol. 18, no. 1, pp. 63–71, 2016, [Online]. Available: <http://kimia.lipi.go.id/inajac/index.php>
- [2] Endang .R dan N. Suhartik, "Kadar Protein, pH, Jumlah Bakteri Asam Laktat Yoghurt Susu Sapi dengan Variasi Penambahan Sari Daun Kelor dan Lama Fermentasi yang Berbeda," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- [3] H. Hidayati, Z. Afifi, H. R. Triandini, I. P. Sari, Y. Ahda, and R. Fevria, "Pembuatan Yogurt Sebagai Minuman Probiotik Untuk Menjaga Kesehatan Usus," *Pros. SEMNAS BIO*, pp. 1265–1270, 2021.
- [4] A. L. Aristya, A. M. Legowo, and A. N. Al-Baarri, "TOTAL ASAM, TOTAL YEAST, DAN PROFIL PROTEIN KEFIR SUSU KAMBING DENGAN PENAMBAHAN JENIS DAN KONSENTRASI GULA YANG BERBEDA Total Acid, Total Yeast, Protein and Profile Kefir Goat Milk, With Addition Type and Concentration of Sugar in Different Level," *J. Pangan dan Gizi*, vol. 04, no. 07, 2013.
- [5] L. S. Ceballos, E. R. Morales, G. de la Torre Adarve, J. D. Castro, L. P. Martínez, and M. R. S. Sampelayo, "Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology," *J. Food Compos. Anal.*, vol. 22, no. 4, pp. 322–329, 2009, doi: 10.1016/j.jfca.2008.10.020.
- [6] Y. Yusni and A. Amiruddin, "Perubahan antropometri, kalsium darah, tekanan darah, dan kebugaran fisik akibat asupan susu kambing pada olahragawan," *J. Gizi Klin. Indones.*, vol. 17, no. 3, p. 133, 2021, doi: 10.22146/ijcn.53967.
- [7] G. F. W. Haenlein, "Goat milk in human nutrition," *Small Rumin. Res.*, vol. 51, no. 2, pp. 155–163, 2004, doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010.
- [8] G. Widiwurjani dan P. Andasari, "Status Kandungan Sulforaphane Microgreens Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea L.*) pada Berbagai Media Tanam dengan pemberian Air Kelapa sebagai Nutrisi," *J. Ilm. Hijau Cendikia*, vol. 4, no. 1, pp. 34–38, 2019.
- [9] Budiyono, *Statistik Untuk Penelitian*, 2nd ed. Sebelas Maret University Press, 2009.
- [10] O. Mega, J. P. Jahidin, N. B. Sulaiman, M. Yusuf, M. Arifin, and I. I. Arief, "Total Count of Lactic Acid Bacteria in Goats and Cows Milk Yoghurt using Starter *S. thermophilus* RRAM-01, *L. bulgaricus* RRAM-01 and *L. acidophilus* IIA-2B4," *Bul. Peternak.*, vol. 44, no. 1, pp. 50–56, 2020, doi: 10.21059/buletinpeternak.v44i1.42311.

- [11] C. CCR de Carvalho, *Engineering Perspectives in Biotechnology*, Third Edit. Comprehensive Biotechnology, 2014.
- [12] Y. Kusnadi, *Mikrobiologi*. Erlangga, 2003.
- [13] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2981:2009 – Yogurt: Persyaratan Mutu*. Jakarta: BSN, 2009.
- [14] Winarsih, “Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Nilai Ph, Total,” *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 23, no. 1, pp. 45–50, 2012.
- [15] H. Chairunnisa and J. K. Raya Bandung-Sumedang, “Penambahan Susu Bubuk Full Cream Pada Pembuatan Produk Minuman Fermentasi Dari Bahan Baku Ekstrak Jagung Manis,” *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 20, no. 2, pp. 96–101, 2009.
- [16] B. Tartibian and B. H. Maleki, “The effects of honey supplementation on seminal plasma cytokines, oxidative stress biomarkers, and antioxidants during 8 weeks of intensive cycling training,” *J. Androl.*, vol. 33, no. 3, pp. 449–461, 2012, doi: 10.2164/jandrol.110.012815.
- [17] V. A. V Setyawati and E. Hartini, *Buku Ajar Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat - Google Books*. Padang: LPPM – Universitas Andalas, 2024.
- [18] D. A. Herawati and D. A. A. Wibawa, “Pengaruh Konsentrasi Susu Skim dan Waktu Fermentasi Terhadap Hasil Pembuatan Soyghurt,” *J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 1, no. 2, pp. 48–58, 2011.
- [19] USDA United States Department of Agriculture National Nutrient Database, *Broccoli, raw*. USA, 2016.
- [20] W. Marsigit, M. Astuti, S. Anggrahini, and S. Naruki, “Kandungan gizi, rendemen tepung, dan kadar fenol total alpukat (,” *Agritech*, vol. 36, no. 1, pp. 48–55, 2016.
- [21] Setioningsih, “Kadar protein dipengaruhi oleh jumlah sel bakteri viabel, kenaikan jumlah sel bakteri viabel akan meningkatkan jumlah enzim yang digunakan untuk memecah protein (aktivitas proteolitik) serta meningkatkan sintesis protein, termasuk di dalamnya enzim pemeca,” *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 15, no. 1, pp. 45–50, 2004.
- [22] T. I. Purwantiningsih, M. A. B. Bria, and K. W. Kia, “Levels Protein and Fat of Yoghurt Made of Different Types and Number of Cultures,” *J. Trop. Anim. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 66–73, 2022, doi: 10.32938/jtast.v4i1.967.
- [23] S. Almatsier, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Prinsip Dasar Ilmu Gizi, 2010.
- [24] A. Anwar, M. A. Faiz, I. H. Badar, M. H. Jaspal, and J. Hou, “Influence of Fermentation Time and Storage Conditions on the Physicochemical Properties of Different Yogurt Varieties Using Starter Cultures and Probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG,” *Processes*, vol. 13, no. 3, pp. 1–19, 2025, doi: 10.3390/pr13030759.
- [25] H. Theobald, “Dietary calcium and health,” *Nutr. Bull.*, vol. 30, no. 3, pp. 237–277, 2005, doi: 10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x.
- [26] T. L. Gotama, A. Husni, and Ustadi, “Antidiabetic activity of sargassum hystrix extracts in streptozotocin-induced diabetic rats,” *Prev. Nutr. Food Sci.*, vol. 23, no. 3, pp. 189–195, 2018, doi: 10.3746/pnf.2018.23.3.189.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)