

IDENTIFIKASI PENGARUH PENAMBAHAN SUSU SKIM PADA SIFAT FISIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK YOGHURT

*[Identification of Adding Skim Milk Effect on the Physical, Chemical and Organoleptic
Properties of Yoghurt]*

**Yuli Perwita Sari^{1)*}, Dipta Bthari Candraruna²⁾, Meida Indika Imani¹⁾,
Renata Maharani¹⁾, Zahrotul Umah Fifin Afifah¹⁾, Arif Rahman¹⁾, Dika Nur
Hanifah¹⁾**

¹⁾ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

²⁾ Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas
Gadjah Mada, Yogyakarta

*email: yuli.perwita@mercubuana-yogya.ac.id

ABSTRACT

*Yoghurt is a popular fermented milk product highly valued for its nutritional content and practical advantages. There is a demand for yoghurt products that suit the needs of a high-protein and low-fat diet. It also has a preferred texture, which is increasing along with consumer awareness about the importance of maintaining health. The addition of skim powder, apart from being a source of lactose, can incline the rheological properties of yoghurt, minimize the occurrence of syneresis, and increase aroma, acidity, protein, and optimize the work of lactic acid bacteria. This study aimed to identify the effect of adding 2% (w/w) or 6 gr and 4% (w/w) or 12 gr skim milk on the yoghurt's characteristics. Yoghurt was made by adding 10 g of sugar and 13 mL of 1:1 culture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*, then incubating at 37 °C for 17 hours. Variations in the addition of 6 and 12 g of skim milk powder can affect the total solids and pH of the yoghurt, while the water and protein content were relatively the same. Adding skim milk in different amounts did not make any difference in all organoleptic properties. Yoghurt with 6 gr or 2% skim milk is preferred because of its taste, viscosity, and overall characteristics.*

Keywords: *lactic acid bacteria, skim milk, yoghurt.*

ABSTRAK

Yoghurt termasuk produk fermentasi dari susu yang sangat diminati dan dipilih karena nilai gizi dan manfaat fungsionalnya terhadap kesehatan tubuh. Permintaan akan produk yoghurt yang sesuai dengan kebutuhan diet tinggi protein dan rendah lemak, serta memiliki tekstur yang disukai, semakin meningkat seiring kesadaran konsumen tentang pentingnya menjaga kesehatan. Penambahan skim bubuk selain sebagai sumber laktosa juga dapat meningkatkan sifat reologi yoghurt, meminimalkan terjadinya sineresis, serta meningkatkan aroma, keasaman, protein, dan mengoptimalkan kerja bakteri asam laktat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan 2% (6 g) dan 4% (12 g) susu skim pada karakteristik yoghurt. Yoghurt dibuat dengan menambahkan 10 g gula serta 13 mL kultur *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* 1:1 kemudian diinkubasi 37 °C selama 17 jam. Variasi penambahan susu skim bubuk sebanyak 6 dan 12 g dapat mempengaruhi total padatan dan pH yoghurt sedangkan kadar air dan protein tidak berpengaruh signifikan. Variasi penambahan susu skim bubuk tidak memberikan perbedaan yang nyata pada semua sifat organoleptiknya. Yoghurt dengan penambahan susu skim 6 g lebih disukai karena karakteristik rasa, kekentalan, dan secara keseluruhan.

Kata kunci: bakteri asam laktat, susu skim, yoghurt.

PENDAHULUAN

Yoghurt termasuk produk fermentasi susu dengan daya tarik tinggi karena karakteristik fisik dan kandungan gizinya serta memiliki efek fungsional untuk kesehatan tubuh. Kesadaran konsumen dewasa ini yang semakin tinggi akan pentingnya kesehatan menuntut produk yoghurt untuk bisa memenuhi diet tinggi protein dan rendah lemak dengan tekstur yang dapat diterima (Cândido de Souza et al., 2021). Fermentasi laktosa susu pada pembuatan yoghurt melibatkan bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus delbrueckii sp. Bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (Sumarmono et al., 2015). Bakteri tersebut mengonsumsi laktosa susu sebagai sumber energi dan mengubahnya menjadi asam laktat, diasetil, dan CO₂. Rasa asam dan aroma yang khas serta tekstur semi padat akan muncul seiring lamanya fermentasi (Fajaratri & Ismawati, 2022; Wardhani et al., 2023).

Nilai gizi yoghurt tidak memiliki perbedaan yang jauh dengan susu, namun adanya proses fermentasi, pada yoghurt terdapat probiotik yang dapat menjaga keseimbangan mikroflora usus untuk kesehatan pencernaan (Wardhani et al., 2023). Aktivitas bakteri asam laktat juga dapat memecah protein dan mengubah mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, seng menjadi lebih mudah dicerna serta mensintesis vitamin seperti tiamin, piridoksin, asam folat, dan biotin. Kadar laktosa yang lebih rendah dalam yoghurt karena aktivitas β -galaktosidase bakteri asam laktat menjadikannya aman untuk dikonsumsi penderita intoleransi laktosa (Tamime & Robinson, 2007b).

Pada pembuatan yoghurt biasanya ditingkatkan kepadatannya menggunakan 3 cara utama untuk mencapai kadar protein dan kandungan padatan yang diinginkan yaitu: 1. Penambahan bubuk protein (susu skim, konsentrat protein whey, kaseinat), 2. Penguapan air dalam kondisi vakum, 3. Penghilangan air dengan filtrasi membran (Tamime et al., 2001). Penambahan skim bubuk dapat meningkatkan sifat reologi yoghurt dan meminimalkan terjadinya sineresis (Abou-Soliman et al., 2017; Ali et al., 2023), selain itu meningkatkan aroma, keasaman, protein, dan mengoptimalkan kerja bakteri asam laktat karena penambahan sumber laktosa (Arifani et al., 2023; Sugianto et al., 2020). Tingkat penambahan susu skim bubuk pada yoghurt berkisar antara 1-6%, namun kadar yang disarankan sekitar 3-4% karena penambahan lebih tinggi dapat menimbulkan rasa *powdery* (Tamime & Robinson, 2007a). Oleh karena itu, perlu adanya studi untuk mengeksplorasi pengaruh penambahan skim terhadap sifat fisik dan kimia (kadar air, kadar protein, total padatan, pH) untuk kemudian dibandingkan dengan syarat mutu yoghurt sesuai SNI 2981:2009. Selanjutnya, penilaian organoleptik juga diperlukan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen dengan adanya penambahan susu skim melalui uji hedonik terhadap atribut warna, aroma, rasa, kekentalan, serta penerimaan keseluruhan.

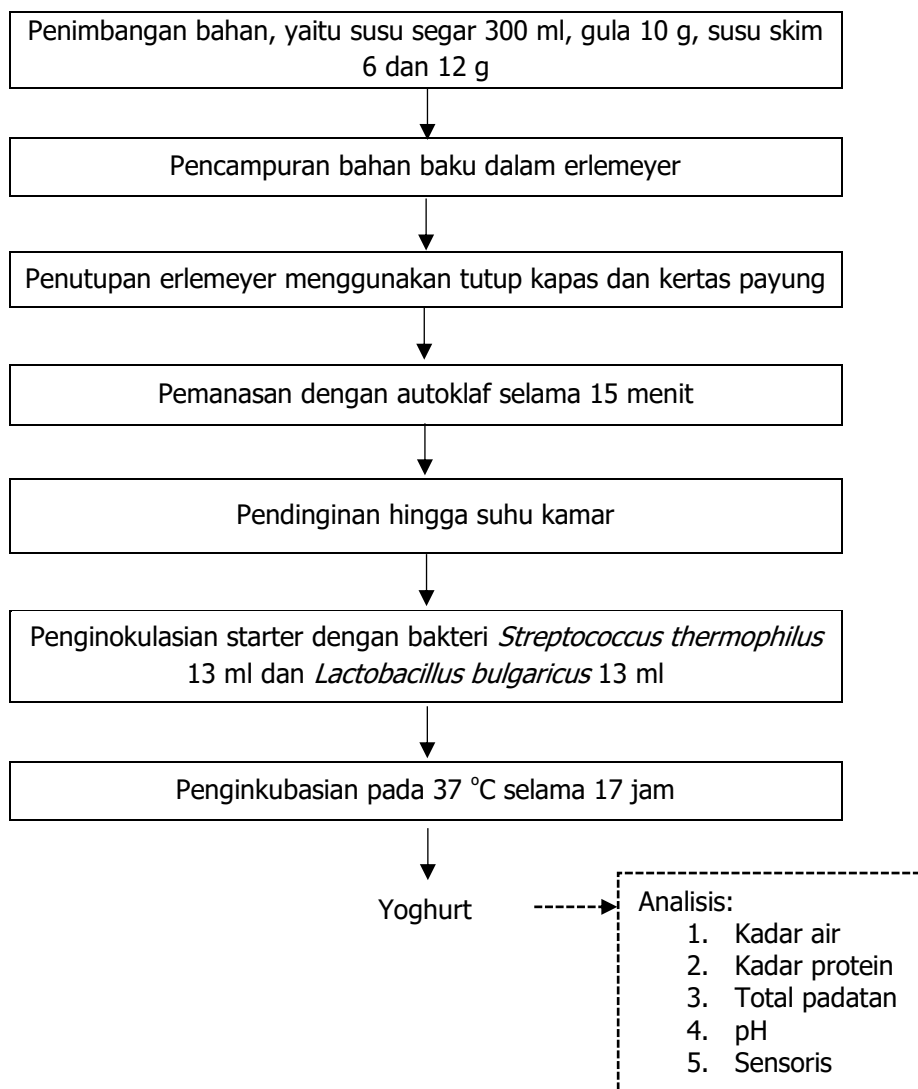
BAHAN DAN METODE

Bahan

Susu sapi segar sebanyak 300 mL diperoleh dari Sleman, Yogyakarta. Susu skim bubuk (IndoPrima, CV Sari Indo Prima) dan gula pasir (Gulaku, PT Sugar Group Companies) dibeli dari pasar lokal. Kultur *Lactobacillus bulgaricus* FNCC-041 dan *Streptococcus thermophilus* FNCC-040 didapat dari Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Bahan-bahan kimia dengan kualitas pro-analisis diperoleh dari Merck (Darmstadt, Germany).

Metode

Penelitian ini menggunakan variasi kadar susu skim bubuk yaitu 6 dan 12 g untuk dianalisis fisikokimia yaitu kadar air metode thermogravimetri (AOAC, 2007), kadar protein dengan metode mikro Kjeldahl (AOAC, 2007), total padatan metode penguapan (AOAC, 2007), dan pH menggunakan pH meter (Arifani et al., 2023). Selanjutnya analisis organoleptik melalui metode *hedonic scale scoring* (Poste et al., 2001) terhadap atribut warna, aroma, rasa, kekentalan, serta penerimaan keseluruhan. Proses pembuatan yoghurt ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Yoghurt

Analisis data

Data diperoleh dari tiga kali ulangan. Data kemudian diuji normalitas dan homoskedastisitas varian menggunakan IBM SPSS Statistics 23. Apabila varians data homogen lalu dilakukan uji lanjut yaitu T-test sedangkan data yang tidak homogen dilanjutkan dengan uji Mann Whitney masing-masing pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Yoghurt dengan penambahan susu skim 6 g dan 12 g memiliki kadar air masing-masing $90,70 \pm 0,12\%$ dan $95,30 \pm 11,04\%$ (Tabel 1). Kadar air pada penambahan susu skim tersebut secara statistik tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$). Berdasarkan SNI 2981:2009, kandungan air pada yoghurt berada pada kisaran 83-84% (Haryanto et al., 2023) sehingga hasil dari penelitian ini masih melebihi batas maksimal yang diprasyaratkan. Adanya penambahan skim bubuk berkontribusi meningkatkan padatan total dan kadar protein yang berperan dalam pembentukan gel atau koagulum sehingga viskositas dan kekukuhannya bertambah (Cândido de Souza et al., 2021; Tamime & Robinson, 2007a). Meskipun demikian, jaringan protein yang membentuk matriks gel pada yoghurt tidak dapat menahan air sepenuhnya apabila kadar air yang terlalu tinggi sehingga dapat

mengakibatkan sineresis (Gomes et al., 2022). Selain itu, viskositas yoghurt menjadi semakin rendah karena tingginya kadar air seperti pada penelitian Nugroho & Wijayanti (2021) yang menambahkan sari wortel hingga 25% menghasilkan yoghurt dengan kadar air 92,58% dan viskositas 148,00 cP dibanding tanpa adanya sari wortel diperoleh kadar air hanya 88,96% dan viskositas lebih tinggi yaitu 216,75 cP.

Tabel 1. Hasil Analisis Sifat Kimia dan Fisik Sampel Yoghurt

Penambahan Susu Skim	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Total Padatan (%)	pH
6 g	90,70 ± 0,12 ^a	1,51 ± 1,10 ^a	5,51 ± 0,311 ^a	4,33 ± 0,03 ^a
12 g	95,30 ± 11,04 ^a	1,40 ± 0,31 ^a	7,60 ± 0,646 ^b	4,18 ± 0,02 ^b
p-value	0,513	0,876	0,007	0,001

Keterangan: Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi 5%

Kadar Protein

Penambahan susu bubuk skim sebanyak 6 g dan 12 g menghasilkan kadar protein yoghurt masing-masing yakni 1,51 ± 1,1% dan 1,40 ± 0,31% (Tabel 1). Hasil uji statistik menunjukkan data tidak homogen yang dimungkinkan terjadi karena kesalahan proses *sampling* atau pembagian kelompok eksperimen kurang merata. Berdasarkan uji lanjut Mann Whitney menunjukkan tidak ada beda nyata antara kedua sampel karena nilai probabilitasnya lebih besar dari 0,05 (0,876 > 0,05). Dengan demikian, tidak ada pengaruh yang signifikan pada penambahan susu skim bubuk sebanyak 6 g maupun 12 g terhadap kadar protein yoghurt yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 2981:2009 kadar protein minimal pada yoghurt sebesar 2,7%, sehingga yoghurt yang dihasilkan pada penelitian ini belum memenuhi standar SNI.

Kadar protein yoghurt ini masih di bawah minimum persyaratan karena selain dipengaruhi oleh faktor bahan baku yaitu susu yang meliputi tahapan laktasi, umur sapi, suhu lingkungan, jenis sapi, efisiensi pemerahan, interval pemerahan, nutrisi, hormon dan/atau penyakit ambing, dsb. (Tamime & Robinson, 2007a), juga disebabkan penambahan susu skim bubuk yang rendah. Sebanyak 10% susu skim bubuk yang ditambahkan pada pembuatan yoghurt *Greek style* dapat meningkatkan kadar protein secara signifikan (Cândido de Souza et al., 2021). Terlebih lagi, jumlah sel bakteri yang hidup juga berdampak pada aktivitas proteolitik dan enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi asam amino yang bersifat larut dan berat molekulnya kecil (Purwantiningsih et al., 2022). Pengurangan sel bakteri hidup di dalam yoghurt berimplikasi pada penurunan jumlah enzim yang digunakan untuk memecah dan menyintesis protein, sehingga kadar protein menjadi rendah.

Total Padatan

Hasil rata-rata total padatan yoghurt dengan penambahan susu skim bubuk 6 g dan 12 g masing-masing sebesar 5,51 ± 0,31 dan 7,60 ± 0,65 (Tabel 1). Pengujian statistika parametrik dengan T-test menunjukkan terdapat beda nyata antara kedua sampel. Nilai probabilitas menggunakan asumsi sebesar 0,007 yang kurang dari 0,05 (0,007 < 0,05). Ini mengindikasikan terdapat pengaruh yang signifikan pada perbedaan penambahan susu skim bubuk terhadap total padatan yoghurt. Susu skim bubuk yang terdiri dari dominan protein dan karbohidrat memiliki komponen padatan terlarut dan tidak terlarut yang berkontribusi dalam meningkatkan total padatan pada yoghurt (Cândido de Souza et al., 2021; Karam et al., 2017). Suplementasi protein lain seperti *whey protein concentrate*, *whey protein isolate*, *whey protein hydrolysate*, dan *demineralized whey* juga berkontribusi dalam peningkatan total padatan (Vénica et al., 2023) yang berperan penting dalam meningkatkan kekakuan dan viskositas sehingga risiko sineresis berkurang (Jørgensen et al., 2019). Selain protein, terdapat pula bahan seperti gula, *fiber*, *polydextrose*, dsb. yang digunakan dalam fermentasi yoghurt seperti pada studi (Gomes et

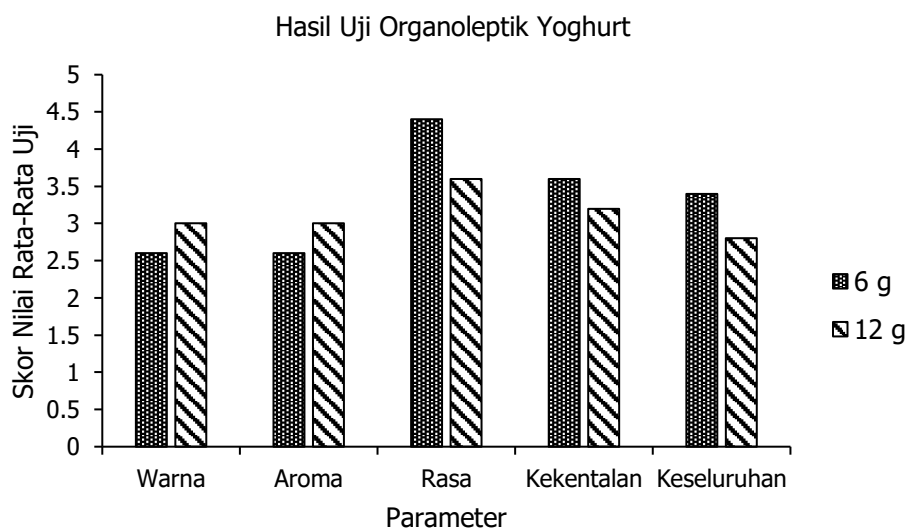
al., 2022) yaitu penambahan padatan berupa gula sebanyak 4,5% dan 9% pada pembuatan yoghurt, secara signifikan meningkatkan total padatan masing-masing sebesar 17,29% dan 22,06%. Perbedaan kadar total padatan pada yoghurt dapat membentuk mikrostruktur dengan ukuran pori berbeda. Total padatan lebih tinggi menghasilkan ukuran pori lebih besar sehingga mengurangi titik kontak antar elemen matriks yang membantu terbentuknya sineresis (Gomes et al., 2022). Syarat mutu yoghurt menurut SNI 2981:2009 mencantumkan kadar zat padat terlarut pada yoghurt minimum 8,2%, sehingga dapat dikatakan sampel dalam penelitian ini masih di bawah minimum total padatan yang diprasyaratkan.

Analisis pH

Penambahan skim bubuk sebanyak 6 g dan 12 g pada yoghurt memberikan nilai pH masing-masing $4,33 \pm 0,03$ dan $4,18 \pm 0,02$ seperti ditunjukkan Tabel 1. Hasil uji statistik parametrik T-test diperoleh nilai probabilitas menggunakan asumsi sebesar 0,001 yang kurang dari 0,05 ($0,001 < 0,05$) sehingga terdapat beda nyata antara kedua sampel. Hal ini menunjukkan penambahan susu skim yang berbeda konsentrasi dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap pH yoghurt yang dihasilkan. Tingkat keasaman pada kedua sampel lebih rendah dari pH yang disukai yaitu 4,5 (Wardhani et al., 2023). Perbedaan pH kedua sampel karena pengaruh banyaknya skim yang ditambahkan sehingga semakin tinggi skim maka kebutuhan nutrisi bakteri semakin terpenuhi dan tumbuh lebih banyak untuk menghasilkan asam laktat. Hasil disosiasi asam laktat memungkinkan ion H^+ terbebas dalam medium sehingga pH yang terukur menjadi rendah (Sintasari et al., 2014).

Organoleptik

Hasil uji organoleptik yoghurt susu sapi dengan penambahan skim bubuk ditunjukkan pada Tabel 10.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Organoleptik Yoghurt

Warna

Berdasarkan uji anova dapat diketahui tidak terdapat beda nyata karena $F_{hitung} 0,44$ kurang dari $F_{tabel} 7,71$ ($0,44 < 0,71$) sehingga variasi skim bubuk yang ditambahkan pada yoghurt tidak memberikan perubahan warna signifikan. Berdasarkan analisis sensoris, penambahan skim sebanyak 6 g dan 12 g menghasilkan yoghurt dengan warna yang cukup disukai. Meski demikian, pada penambahan skim 12 g memiliki skor lebih tinggi dengan rata-rata 3, sedangkan skim 6 g hanya 2,6 yang menunjukkan warna sedikit kekuningan lebih disukai. Yoghurt berwarna putih kekuningan karena berasal dari beta

karoten yang terkandung dalam lemak susu sapi (Milovanovic et al., 2020). Di sisi lain, pada susu skim telah dipisahkan bagian lemaknya yang mengakibatkan cenderung berwarna putih tulang karena rendahnya kadar karoten sehingga tidak menunjukkan perubahan warna mencolok ketika dicampurkan dengan susu segar. Hal serupa juga diungkapkan dalam penelitian Pamela et al. (2022) yaitu susu skim hanya sedikit berpengaruh pada warna yoghurt menjadi putih sedikit kekuningan pada sampel yoghurt dengan variasi penambahan skim 5-15% dengan lama inkubasi 8-12 jam.

Aroma

Berdasarkan analisis sensoris, kedua perlakuan menghasilkan yoghurt dengan aroma yang cukup disukai. Uji anova pada perlakuan penambahan skim terhadap karakteristik aroma tidak terdapat perbedaan nyata ditunjukkan dengan F_{hitung} 0,024 kurang dari F_{tabel} 7,71 ($0,024 < 7,71$), tetapi penilaian organoleptik aroma oleh panelis memiliki skor lebih tinggi pada perlakuan penambahan skim 12 g dengan rata-rata yaitu 3 dibanding skim 6 g sebesar 2,6. Hal ini menunjukkan adanya protein tambahan dari skim bubuk dapat menahan pelepasan komponen volatil sehingga membentuk keseimbangan aroma karena matriks protein memiliki kemampuan untuk mengikat komponen *flavor* (Lesme et al., 2020; Vénica et al., 2023). Di samping itu, tingginya laktosa dan protein dalam susu skim dapat memaksimalkan pertumbuhan bakteri asam laktat sehingga sering digunakan pada proses produksi yoghurt (Pamela et al., 2022). *Streptococcus thermophilus* dapat tumbuh lebih cepat kemudian menghasilkan asam maupun CO_2 yang merangsang pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* melalui aktivitas proteolitiknya terbentuk aroma khas seiring meningkatnya keasaman (Vénica et al., 2023). Efek aromatik berasal dari kombinasi komponen aromatik dan keasaman (Gursel et al., 2016). Sebaliknya, peptida penstimulasi serta asam amino seperti histidin dan glisin dari bakteri *Lactobacillus bulgaricus* memicu *Streptococcus thermophilus* untuk menghasilkan asam yang berperan dalam pembentukan cita rasa yoghurt (Umaroh & Handajani, 2018; Wardhani et al., 2023).

Rasa

Hasil dari uji anova diketahui tidak terdapat beda nyata karena F_{hitung} 7,11 kurang dari F_{tabel} 7,71 ($7,11 < 7,71$) ketika dilakukan penambahan susu skim. Meskipun demikian, penilaian yang dilakukan panelis menunjukkan rasa yang disukai pada penambahan susu skim 6 ditunjukkan dengan skor lebih tinggi yaitu rata-rata 4,4 dibanding penambahan skim 12 g dengan rata-ratanya 3,6 yang berada pada rentang cukup disukai. Semakin banyak penambahan skim selain meningkatkan rasa asam juga dapat menyebabkan rasa bertepung pada yoghurt (Tamime & Robinson, 2007a). Selain itu, pH yang lebih rendah pada penambahan skim 12 g menunjukkan panelis kurang menyukai rasa yang terlalu asam. Bahan baku menentukan sifat organoleptik yang terbentuk pada yoghurt. Menurut Permadi et al. (2018) nilai keasaman yoghurt erat kaitannya dengan kandungan protein pada susu. Hal serupa juga diungkapkan Prastyaharasti et al. (2014) yang menyatakan bahwa akumulasi asam laktat dari aktivitas bakteri mengakibatkan penurunan pH sehingga meningkatkan rasa asam. Bakteri akan menggunakan karbohidrat dan protein dari bahan baku selama proses inkubasi dan memanfaatkannya sebagai sumber energi.

Kekentalan

Tingkat kekentalan antar sampel dengan penambahan susu skim 6 dan 12 g tidak terdapat perbedaan signifikan ditunjukkan F_{hitung} 1,45 kurang dari F_{tabel} 7,71 ($1,45 < 7,71$) dan menghasilkan yoghurt dengan kekentalan yang cukup disukai. Hasil uji organoleptik kekentalan yang dilakukan panelis menunjukkan penambahan skim 6 g memiliki skor lebih tinggi dengan rata-rata 3,6 dibanding skim 12 g yang hanya 3,2. Hal ini menunjukkan panelis lebih menerima tekstur yoghurt yang tidak terlalu kental dan halus (*smooth*) ketika ditelan. Studi yang dilakukan Bruzantin et al. (2016) juga memberikan yoghurt dengan tekstur halus dan rapuh yang lebih disukai pada penambahan 4,65% skim dari *bovine*. Protein terlarut dalam susu berperan penting dalam menentukan tekstur yoghurt

(Winarno & Fernandez, 2007). Protein susu menjadi komponen penting dalam pembentukan matriks gel tiga dimensi pada yoghurt. Peningkatan kadar protein sebelum fermentasi yoghurt dapat menghasilkan kekakuan, kapasitas pengikatan air (*Water Holding Capacity*), dan kekakuan lebih tinggi karena jaringan protein semakin banyak terbentuk (Lesme et al., 2020). Protein *whey* dapat membentuk gel ketika dipanaskan hingga 80°C kemudian terdenaturasi dan menghasilkan tekstur yang stabil (Bylund, 2015). Kekentalan meningkat karena terbentuknya tekstur semi padat dari gel (Cândido de Souza et al., 2021; Tamime & Robinson, 2007a). Adapun pH yoghurt yang berubah selama inkubasi berperan dalam menentukan kelarutan protein kasein. Nilai pH yoghurt semakin menurun dan mendekati maupun melampaui titik isoelektris kasein, yaitu 4,6 (Bylund, 2015), yang mengakibatkan agregat protein kasein menjadi menurun kelarutannya sehingga mempengaruhi kekentalan yoghurt.

Keseluruhan

Berdasarkan hasil pengujian organoleptik secara keseluruhan dapat diketahui bahwa perlakuan penambahan skim 6 g memiliki rata-rata yaitu 3,4 sedangkan susu skim 12 g sebesar 2,8 yang secara statistik tidak berbeda nyata. Yoghurt dengan penambahan skim 6 g cukup disukai oleh panelis karena karakteristiknya yang berwarna putih sedikit kekuningan, terdapat aroma asam khas yoghurt, rasa yang tidak terlalu asam, dan cukup memiliki tekstur/kekentalan semi padat yang halus ketika ditelan.

KESIMPULAN

Penambahan skim bubuk pada sifat fisik, kimia dan organoleptik yoghurt memberikan hasil yang berbeda-beda. Variasi penambahan susu skim bubuk sebanyak 6 dan 12 g dapat mempengaruhi total padatan dan pH yoghurt sedangkan kadar air dan protein tidak berpengaruh signifikan. Variasi penambahan susu skim bubuk tidak memberikan perbedaan pada sifat organoleptiknya yang meliputi warna, rasa, aroma, kekentalan, dan keseluruhan melalui uji hedonik oleh panelis. Yoghurt dengan penambahan susu skim 6 g lebih disukai karena karakteristik rasa, kekentalan, dan secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Mercu Buana Yogyakarta yang telah mendanai kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abou-Soliman, N. H. I., Sakr, S. S., & Awad, S. (2017). Physico-chemical, microstructural and rheological properties of camel-milk yogurt as enhanced by microbial transglutaminase. *Journal of Food Science and Technology*, *54*(6), 1616–1627. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2593-9>
- Ali, A. H., Alsalmi, M., Alshamsi, R., Tarique, M., Bamigbade, G., Zahid, I., ... Ayyash, M. (2023). Effect of whey protein isolate addition on set-type camel milk yogurt: Rheological properties and biological activities of the bioaccessible fraction. *Journal of Dairy Science*, *106*(12), 8221–8238. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23421>
- AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis*. (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Arifani, D., Zulaikhah, S. R., & Luthfi, S. A. C. (2023). Sifat Fisikokimia Yoghurt Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* L.) dengan Penambahan Berbagai Level Susu Skim. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan*, *11*(1), 1–5.
- Badan Standarisasi Nasional. *Yogurt*. , Pub. L. No. SNI 2981:2009 (2009). Indonesia.
- Bruzantin, F. P., Daniel, J. L. P., da Silva, P. P. M., & Spoto, M. H. F. (2016). Physicochemical and sensory characteristics of fat-free goat milk yogurt with added stabilizers and skim milk powder fortification. *Journal of Dairy Science*, *99*(5), 3316–3324. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10327>

- Bylund. (2015). The chemistry of milk. In *Dairy Processing Handbook* (3rd ed., pp. 13–36). Tetra Pak Processing Systems AB.
- Cândido de Souza, W. F., Souza do Amaral, C. R., & Lima da Silva Bernardino, P. D. (2021). The addition of skim milk powder and dairy cream influences the physicochemical properties and the sensory acceptance of concentrated Greek-style yogurt. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24, 100349. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100349>
- Fajaratri, V. R., & Ismawati, R. (2022). Pengaruh Penggunaan Jenis Susu Dan Starter Terhadap Hasil Jadi Yoghurt Daun Kelor (*Moringa Yoghurt*). *Jurnal Gizi Unesa*, 02, 172–180.
- Gomes, E. R., Carneiro, L. C. M., Stephani, R., Carvalho, A. F. de, Renhe, I. R. T., Wolfschoon-Pombo, A. F., & Perrone, Í. T. (2022). Effect of sugar reduction and addition of corn fibre and polydextrose on pore size and syneresis of yoghurt. *International Dairy Journal*, 129, 105298. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105298>
- Gursel, A., Gursoy, A., Anli, E. A. K., Budak, S. O., Aydemir, S., & Durlu-Ozkaya, F. (2016). Role of milk protein-based products in some quality attributes of goat milk yogurt. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2694–2703. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10393>
- Haryanto, Junita, N. N. R., Dzahab, A. Q., & Izzaty, Y. N. (2023). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Lemak, Abu, Protein, Air, dan Tingkat Keasaman Yoghurt Susu Sapi. *Jurnal Sain Dan Teknik*, 5(2), 93–101.
- Jørgensen, C. E., Abrahamsen, R. K., Rukke, E.-O., Hoffmann, T. K., Johansen, A.-G., & Skeie, S. B. (2019). Processing of high-protein yoghurt – A review. *International Dairy Journal*, 88, 42–59. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.002>
- Karam, M. C., Hosri, C., Hussain, R., Barbar, R., Gaiani, C., & Scher, J. (2017). Effect of whey powder rehydration and dry-denaturation state on acid milk gels characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13200. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13200>
- Lesme, H., Rannou, C., Famelart, M.-H., Bouhallab, S., & Prost, C. (2020). Yogurts enriched with milk proteins: Texture properties, aroma release and sensory perception. *Trends in Food Science & Technology*, 98, 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.006>
- Milovanovic, B., Djekic, I., Miocinovic, J., Djordjevic, V., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., ... Tomasevic, I. (2020). What Is the Color of Milk and Dairy Products and How Is It Measured? *Foods*, 9(11), 1629. <https://doi.org/10.3390/foods9111629>
- Nugroho, D. F., & Wijayanti, D. A. (2021). Pengaruh Penambahan Sari Wortel Pada Yoghurt Ditinjau Dari Aw, Kadar Air, Viskositas, Total Asam Titrasi dan Kadar Protein. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 5(1), 18–23.
- Pamela, V. Y., Riyanto, R. A., Kusumasari, S., Meindrawan, B., Diwan, A. M., & Istihamsyah, I. (2022). Karakteristik Sifat Organoleptik Yoghurt Dengan Variasi Susu Skim dan Lama Inkubasi Organoleptik. *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, 3(1), 18–24.
- Permadi, S. N., Legowo, A. M., Pramono, Y. B., & Al-Baarri, A. N. (2013). Perubahan Kadar Keasaman, Intensitas Aroma, dan Kesukaan *Yogurt Drink* Setelah Fortifikasi Ekstrak Salak. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, VI(1), 46–50.
- Poste, L., Mackie, D., Butler, G., & Larmond, E. (2001). Laboratory methods for sensory analysis of food: Part 1. *NIPPON SHOKUJIN KAGAKU KOGAKU KAISHI*, 48(4), 311–320. <https://doi.org/10.3136/nskkk.48.311>

- Prastyaharasti, L., & Zubaidah, E. (2014). Evaluasi Pertumbuhan *Lactobacillus casei* dalam Medium Susu Skim yang Disubstitusi Tepung Beras Merah. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 285–296.
- Purwantiningsih, T. I., Bria, M. A. B., & Kia, K. W. (2022). Kadar Protein dan Lemak Yoghurt yang Terbuat Dari Jenis dan Jumlah Kultur yang Berbeda. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 4(1), 66–73. <https://doi.org/10.32938/jtast.v4i1.967>
- Sintasari, R. A., Kusnadi, J., & Ningtyas, D. W. (2014). Pengaruh Penambahan Konsentrasi Susu Skim dan Sukrosa Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Beras Merah. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 65–75.
- Sugianto, I., Suwardiah, D. K., Purwidiani, N., & Bahar, A. (2020). Pengaruh Penambahan Susu Skim dan Yoghurt Plain Terhadap Sifat Organoleptik Yoghurt Sari Jagung. *Jurnal Tata Boga*, 9(2), 829–837. Retrieved from <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-boga/>
- Sumarmono, J., Sulistyowati, M., & Soenarto. (2015). Fatty Acids Profiles of Fresh Milk, Yogurt and Concentrated Yogurt from Peranakan Etawah Goat Milk. *Procedia Food Science*, 3, 216–222. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.024>
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007a). Background to manufacturing practice. In *Tamime and Robinson's Yoghurt* (pp. 13–161). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845692612.13>
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007b). Nutritional value of yoghurt. In *Tamime and Robinson's Yoghurt* (pp. 646–684). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845692612.646>
- Tamime, Robinson, & Latrille. (2001). Yoghurt and other fermented milks. In A. Y. Tamime & B. A. Law (Eds.), *Mechanisation and Automation in Dairy Technology* (pp. 152–203). Sheffield Academic Press.
- Umaroh, A., & Handajani, S. (2018). Pengaruh Penambahan Susu Skim Dan Madu Terhadap Sifat Organoleptik Yoghurt Kacang Merah. *Jurnal Tata Boga*, 7(2), 1–9.
- Vénica, C. I., Wolf, I. V., Spotti, M. J., Capra, M. L., Mercanti, D. J., & Perotti, M. C. (2023). Impact of protein-providing milk ingredients on volatile compounds, microstructure, microbiology and physicochemical characteristics of yogurts. *Food Bioscience*, 53, 102588. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102588>
- Wardhani, S. A., Haris, H., & Fanani, M. Z. (2023). Kajian Produk Olahan Susu Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(1), 34–37. <https://doi.org/10.30997/jiph.v5i1.10001>
- Winarno, F. G., & Fernandez, I. E. (2007). *Susu dan Produk Fermentasinya* (1st ed.). Bogor: M-Brio Press.