

## Formulation of Synbiotic Yogurt with Modified Purple Yam Starch Incorporation: Evaluation of Syneresis, Probiotic Bacterial Viability, and Organoleptic Acceptance

### Formulasi Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Uwi Ungu Termodifikasi: Evaluasi Sineresis, Viabilitas Bakteri Probiotik, dan Daya Terima Organoleptik

Apriliyani Putri Pangaribuan<sup>a</sup>, Muharni Saputri<sup>a</sup>, Ika Julianti Tambunan<sup>a</sup>, Muzakkir<sup>a</sup>,  
Fanny Rizki Sembiring<sup>a</sup>, Meutia Indriana<sup>a</sup>, Salman<sup>a\*</sup>,

<sup>a</sup> Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

\*Corresponding Author: [salman@utnd.ac.id](mailto:salman@utnd.ac.id)

#### Abstract

**Background:** Yogurt quality improvement can be achieved through synbiotic formulations combining probiotic bacteria (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*) with prebiotics from modified purple yam starch (*Dioscorea alata*). This plant contains 7.54% inulin and has potential as a natural stabilizer, but its utilization in synbiotic yogurt remains suboptimal. This study aims to evaluate the effect of modified starch incorporation on probiotic viability, physical stability, and sensory acceptance. **Objective:** This research aimed to examine the capability of modified purple yam starch as a prebiotic source in synbiotic yogurt, focusing on its impact on syneresis, bacterial viability, and organoleptic properties. **Methods:** An experimental study using a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments. The process included purple yam starch extraction, starch modification via autoclaving (110°C and 121°C), yogurt fermentation using three bacterial strains, and evaluation of pH, syneresis, Total Plate Count (TPC), and hedonic tests by 20 panelists. Data analysis involved descriptive statistics, Mann-Whitney, and Spearman correlation tests. **Results:** Yogurt formulations with modified yam starch yielded optimal pH (6.81 with *L. rhamnosus*) and highest syneresis (30.02%). Bacterial viability reached  $431 \times 10^3$  CFU/mL ( $10^{-2}$  dilution) for *L. rhamnosus*. Organoleptic tests showed the highest scores for aroma ( $6.90 \pm 0.31$ ) and a significant correlation between taste-thickness ( $\rho=0.52$ ;  $p<0.05$ ). Color was consistent (score 6), while texture preference varied (scores 5-7). **Conclusion:** Modified purple yam starch effectively functions as a prebiotic and stabilizer in synbiotic yogurt, supporting probiotic viability and sensory acceptance. This formulation holds promise as a functional food product utilizing local ingredients.

**Keywords:** Synbiotic Yogurt, Modified Purple Yam Starch, Probiotic Viability, Syneresis Test, Hedonic Test.

#### Abstrak

**Latar Belakang:** Peningkatan kualitas yoghurt dapat dicapai melalui formulasi sinbiotik yang menggabungkan bakteri probiotik (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*) dengan prebiotik dari pati termodifikasi umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*). Tanaman ini mengandung inulin 7,54% dan berpotensi sebagai stabilizer alami, namun pemanfaatannya dalam yoghurt sinbiotik belum optimal. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh inkorporasi pati termodifikasi terhadap viabilitas probiotik, stabilitas fisik, dan penerimaan sensori produk. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan pati termodifikasi uwi ungu sebagai sumber prebiotik dalam yoghurt sinbiotik, dengan fokus pada pengaruhnya terhadap sineresis, viabilitas bakteri, dan karakteristik organoleptik. **Metode:** Penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan. Proses meliputi ekstraksi pati uwi ungu, modifikasi pati dengan autoklaf (110°C dan 121°C), fermentasi yoghurt

menggunakan tiga strain bakteri, serta evaluasi parameter pH, sineresis, Total Plate Count (TPC), dan uji hedonik oleh 20 panelis. Analisis data mencakup uji statistik deskriptif, Mann-Whitney, dan korelasi Spearman. **Hasil Penelitian:** Formulasi yoghurt dengan pati uwi ungu menghasilkan pH optimal 6,81 (*L. rhamnosus*) dan sineresis tertinggi 30,02%. Viabilitas bakteri mencapai  $431 \times 10^3$  CFU/mL (pengenceran  $10^{-2}$ ) untuk *L. rhamnosus*. Uji organoleptik menunjukkan skor tertinggi untuk aroma ( $6,90 \pm 0,31$ ) dan korelasi signifikan antara rasa-kekentalan ( $\rho=0,52$ ;  $p<0,05$ ). Warna yoghurt konsisten (skor 6) dengan preferensi tekstur bervariasi (skor 5-7). **Kesimpulan:** Pati termodifikasi uwi ungu terbukti efektif sebagai prebiotik dan stabilizer dalam yoghurt sinbiotik, mendukung viabilitas probiotik dan diterima secara sensori. Formulasi ini berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional berbasis bahan lokal.

**Kata Kunci:** Yoghurt Sinbiotik, Pati Uwi Ungu Termodifikasi, Viabilitas Probiotik, Uji Sineresis, Uji Hedonik.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

#### Article History:

Received: 03/05/2025,  
Revised: 24/07/2025,  
Accepted: 27/07/2025,  
Available Online: 27/05/2025.

#### QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i3.939>

## Pendahuluan

Yoghurt merupakan produk fermentasi susu yang dihasilkan melalui aktivitas bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Produk ini memiliki karakteristik sensori khas berupa rasa asam, tekstur semi-padat, serta kandungan nutrisi yang superior dibandingkan susu segar, antara lain protein (4-6%), asam laktat (0,6-1,3%), dan pH 3,8-4,6 [1]. Tren konsumsi yoghurt di Indonesia menunjukkan peningkatan signifikan, dari 1,04 juta liter pada 2002 menjadi 1,77 juta liter pada 2005 [2], dan terus bertumbuh hingga mencapai estimasi 5–6 juta liter per tahun pada 2023 [3,4]. Peningkatan ini didorong oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan manfaat kesehatan probiotik serta perkembangan produk yoghurt yang lebih beragam dan mudah diakses.

Pengembangan yoghurt sinbiotik-kombinasi probiotik dan prebiotik—menjadi solusi untuk meningkatkan viabilitas bakteri mengingat keterbatasan ketahanan hidup *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dalam saluran pencernaan [5,6]. Sinbiotik memadukan mikroorganisme hidup (probiotik) dengan substrat spesifik (prebiotik) yang mendukung pertumbuhannya, sehingga memberikan manfaat ganda bagi inang [7]. Salah satu kandidat prebiotik potensial adalah umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*) yang mengandung inulin 7,54% [8]. Inulin sebagai fruktan berantai pendek telah terbukti menjadi sumber karbon selektif untuk bakteri asam laktat [9].

Selain sebagai prebiotik, pati uwi ungu yang dimodifikasi melalui autoklaf (110–121°C) berpotensi sebagai stabilizer alami. Modifikasi termal ini mengubah struktur granula pati sehingga meningkatkan kapasitas penahan air dan mengurangi sineresis [10]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan 1% tepung uwi ungu menghasilkan yoghurt sinbiotik optimal, namun belum ada kajian menyeluruh mengenai pengaruh suhu modifikasi pati terhadap viabilitas bakteri dan stabilitas fisik produk. Modifikasi pati dapat meningkatkan kualitas tekstur, viskositas, dan daya tahan produk [11]. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa pati umbi uwi ungu memiliki potensi sebagai antioksidan dan dapat digunakan untuk menghambat enzim xantin, yang mendukung kualitas dan stabilitas produk makanan [10].

Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan pati termodifikasi dari umbi uwi ungu dalam pembuatan yoghurt sinbiotik. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh inkorporasi pati uwi ungu terhadap sineresis, viabilitas bakteri probiotik, dan sifat organoleptik yoghurt sinbiotik yang dihasilkan. Penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan

pemanfaatan sumber daya lokal sekaligus memberikan dasar ilmiah untuk pengembangan yoghurt fungsional dengan stabilitas dan viabilitas probiotik yang unggul.

## Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan yang berbeda [12]. Evaluasi sifat organoleptik dilakukan melalui uji hedonik yang melibatkan 20 panelis yang tidak terlatih. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali untuk memastikan keandalan dan validitas data yang diperoleh. Parameter yang diamati meliputi sifat fisik (sineresis), viabilitas bakteri probiotik, serta karakteristik sensori yang mencakup warna, aroma, rasa, dan tekstur dari produk yoghurt sinbiotik yang dihasilkan [5,13–15].

## Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan bakteri asam laktat *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Lactobacillus rhamnosus* sebagai kultur starter yang berperan dalam memfermentasi susu dengan menghasilkan senyawa asam laktat, diasetil, dan asam asetat. Bahan utama yang digunakan adalah susu UHT yang diperkaya dengan 8% susu skim dan 1% sukrosa sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan bakteri. Bahan kunci dalam penelitian ini adalah pati termodifikasi yang berasal dari umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*). Untuk keperluan analisis, digunakan bahan-bahan pendukung seperti aquades, media pertumbuhan MRS (*de Man Rogosa Sharpe*), agar, dan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

Sedangkan peralatan yang digunakan mencakup berbagai alat gelas seperti erlenmeyer, tabung reaksi, dan gelas ukur untuk keperluan preparasi sampel. Proses sterilisasi dilakukan menggunakan autoklaf, sedangkan untuk inkubasi digunakan oven listrik, inkubator, dan waterbath. Alat-alat preparasi meliputi spatula, panci stainless steel, pisau, pengaduk magnetik, parutan, dan kompor listrik. Penyimpanan produk menggunakan wadah cup yoghurt dan lemari pendingin, sementara pengukuran parameter menggunakan pH meter digital. Peralatan pendukung lain meliputi saringan stainless steel, peralatan tulis, dan tisu steril.

## Pembuatan Pati

Pembuatan pati diawali dengan pengupasan dan pencucian umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*) hingga bersih, kemudian direndam dalam air selama 1 hari. Selanjutnya, umbi diparut dan diperas menggunakan kain peras, lalu didiamkan selama 20 menit. Proses *naptuang* dilakukan dengan menuangkan bagian air dan mengambil endapannya. Endapan pati kemudian dipanaskan pada suhu 70°C menggunakan penangas air selama 15 menit, dikeringkan dalam oven pada suhu 56°C selama 24 jam, dan disimpan dalam wadah tertutup rapat [16–19].

## Pembuatan Pati Termodifikasi

Modifikasi pati dilakukan dengan menyuspensikan pati dalam air dengan perbandingan 1:3 (b/v). Suspensi tersebut dipanaskan dalam autoklaf pada suhu 110°C dan 121°C selama 30 menit, kemudian didinginkan selama 20 menit. Selanjutnya, suspensi disimpan pada suhu 4°C di pintu kulkas selama 24 jam. Pati yang telah dimodifikasi dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam, dihaluskan menggunakan blender, dan diayak dengan ayakan 100 mesh sebelum dikemas dalam plastik tertutup rapat [16–19].

## Pembuatan Starter Yoghurt Sinbiotik

Starter yoghurt sinbiotik dibuat dengan mencampurkan skim milk 8%, sukrosa 1%, dan akuades 250 mL dalam erlenmeyer, lalu dihomogenisasi selama 3 menit. Campuran tersebut disterilisasi pada suhu 115°C selama 15 menit dan didinginkan hingga mencapai suhu 45°C. Inokulasi dilakukan menggunakan bakteri asam laktat (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Lactobacillus rhamnosus*) sebanyak 3%, kemudian diinkubasi pada suhu 36°C selama 16 jam [10].

## Pembuatan Yoghurt Sinbiotik

Yoghurt sinbiotik dibuat dengan mencampurkan susu UHT 200 mL, skim 8% (16 g), sukrosa 1% (2 g), dan pati termodifikasi sesuai perlakuan. Campuran dihomogenisasi selama 5 menit, dipasteurisasi pada suhu 80°C selama 15 menit, dan didinginkan hingga 43°C. Inokulasi dilakukan menggunakan starter bakteri asam laktat (3%), kemudian diinkubasi pada suhu 43°C selama 6 jam.

### Prosedur Analisis Sineresis Yoghurt

Sineresis diukur dengan memisahkan cairan dari gel yoghurt menggunakan sentrifugasi. Sampel yoghurt ditimbang sebelum dan setelah disentrifugasi pada kecepatan 6 rpm selama 10 menit. Persentase sineresis dihitung menggunakan rumus [10]:

$$\text{Sineresis} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

dengan *A* sebagai berat awal sampel sebelum sentrifugasi (g) dan *B* sebagai berat akhir setelah sentrifugasi (g).

### Pengukuran pH

Tingkat keasaman yoghurt diukur menggunakan pH meter sebelum dan setelah fermentasi untuk memantau perubahan pH selama proses fermentasi [10].

### Perhitungan Total Plate Count (TPC)

Total bakteri dihitung dengan metode *plate count*. Sampel yoghurt diencerkan secara serial dalam NaCl fisiologis steril, kemudian diinokulasikan pada media nutrisi agar (NA) dan diinkubasi. Koloni yang tumbuh dihitung untuk menentukan jumlah bakteri viable [20].

### Uji Organoleptik Yoghurt Sinbiotik

Penilaian mutu sensoris yoghurt sinbiotik berbasis pati termodifikasi umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*) dilakukan melalui uji organoleptik dengan melibatkan 20 panelis agak terlatih (mahasiswa berusia 19-25 tahun). Evaluasi dilakukan menggunakan skala hedonik 1-7 untuk parameter warna, aroma, tekstur, kekentalan, dan cita rasa [10,18,19].

Untuk parameter warna, kriteria penilaian terdiri atas: 7 (sangat menarik), 6 (menarik), 5 (agak menarik), 4 (netral), 3 (agak tidak menarik), 2 (tidak menarik), dan 1 (sangat tidak menarik). Penilaian aroma didasarkan pada tingkat kesukaan panelis dengan skor: 7 (sangat suka), 6 (suka), 5 (agak suka), 4 (netral), 3 (agak tidak suka), 2 (tidak suka), dan 1 (sangat tidak suka) [10,18,19].

Aspek tekstur dinilai berdasarkan tingkat kelembutan menggunakan kriteria: 7 (sangat lembut), 6 (lembut), 5 (agak lembut), 4 (netral), 3 (agak tidak lembut), 2 (tidak lembut), dan 1 (sangat tidak lembut). Sedangkan untuk kekentalan dan cita rasa digunakan skala penilaian yang paralel: 7 (sangat enak/sangat kental), 6 (enak/kental), 5 (agak enak/agak kental), 4 (netral), 3 (agak tidak enak/agak tidak kental), 2 (tidak enak/tidak kental), dan 1 (sangat tidak enak/sangat tidak kental) [10,18,19].

Secara khusus, penilaian terhadap rasa asam dan tekstur dilakukan dengan skala 1 (sangat tidak suka) hingga 7 (sangat suka). Data yang diperoleh dari seluruh penilaian ini kemudian dianalisis secara komprehensif untuk mengevaluasi tingkat penerimaan panelis terhadap berbagai atribut sensoris yoghurt sinbiotik yang dihasilkan [10,18,19].

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif, uji Mann-Whitney, dan analisis korelasi Spearman untuk mengevaluasi pengaruh pemberian pati termodifikasi umbi uwi ungu pada yoghurt sinbiotik. Statistik deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran umum hasil pengamatan secara numerik, termasuk rata-rata, median, modus, serta rentang skor untuk parameter sensorik seperti warna, aroma, rasa, tekstur, dan kekentalan berdasarkan penilaian 20 panelis tidak terlatih menggunakan skala hedonik 1-7. Uji Mann-Whitney dilakukan untuk membandingkan perbedaan persepsi antara panelis laki-laki dan perempuan terhadap atribut sensorik yoghurt sinbiotik, khususnya pada parameter bau, rasa, dan kekentalan, dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil uji ini menunjukkan apakah jenis kelamin berpengaruh signifikan terhadap penerimaan sensorik produk.

Selain itu, analisis korelasi Spearman digunakan untuk mengevaluasi hubungan antarparameter sensorik, seperti antara bau-rasa, bau-kekentalan, dan rasa-kekentalan, dengan interpretasi korelasi dibagi menjadi tiga kategori: lemah ( $\rho < 0,4$ ), moderat ( $0,4 \leq \rho \leq 0,7$ ), dan kuat ( $\rho > 0,7$ ). Korelasi dianggap signifikan jika nilai  $p < 0,05$ . Distribusi frekuensi skor hedonik juga dianalisis untuk mengetahui proporsi panelis yang memberikan penilaian tertentu pada setiap parameter sensorik, sehingga dapat menggambarkan tingkat penerimaan konsumen secara lebih mendalam. Visualisasi boxplot dan heatmap digunakan untuk

mempermudah interpretasi data, di mana boxplot menampilkan distribusi skor hedonik secara grafis, sementara heatmap digunakan untuk memvisualisasikan korelasi antarparameter sensorik.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Identifikasi Tumbuhan

Hasil identifikasi tumbuhan dilakukan umbi ungu di "Herbarium Medanense" (MEDA) Universitas Sumatera Utara berasal dari famili *Dioscoreaceae*. Pengiriman bagian tumbuhan seperti umbi, daun tanpa mencantumkan nama daerah tumbuhan tersebut. Sampel tumbuhan yang diteliti telah teridentifikasi secara taksonomis sebagai *Dioscorea alata* L., dengan nama lokal "Umbi Uwi Ungu. Secara taksonomi, spesimen ini termasuk ke dalam Divisi *Spermatophyta*, Kelas *Monocotyledoneae*, Ordo *Dioscoreales*, dan Famili *Dioscoreaceae*.

### Hasil pembuatan Pati Umbi Uwi Ungu

Proses ekstraksi diawali dengan mencuci 5 kg umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*) segar menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran permukaan. Umbi yang telah bersih kemudian dipotong menjadi bentuk dadu berukuran 2×2×2 cm dan direndam dalam akuades dengan perbandingan 1:2 (berat umbi:volume air) selama 24 jam pada suhu ruang (25±2°C). Tahap pamarutan dilakukan menggunakan parutan stainless steel, kemudian hasil parutan disaring dua tahap menggunakan kain kasa steril dilanjutkan dengan kain katun tipis untuk memperoleh filtrat yang jernih. Filtrat yang didapatkan didiamkan selama 20 menit untuk memisahkan pati melalui proses pengendapan. Endapan pati kemudian dikeringkan menggunakan dua metode, yaitu oven pada suhu 56°C selama 24 jam dan penangas air 70°C selama 15 menit sesuai modifikasi Yelnetty et al. (2019) [10,18]. Dari proses ekstraksi ini diperoleh rendemen pati sebesar 0,3% dari berat basah awal. Pati kering selanjutnya dihaluskan dengan blender industri dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh, menghasilkan serbuk pati seberat 6 g dari 15 g simplisia awal. Serbuk pati akhir disimpan dalam wadah kedap cahaya yang dilengkapi silica gel pada suhu 4°C hingga digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

Pemilihan wadah simplisia yang baik dilakukan agar simplisia tidak mudah rusak. Maka dari itu, dipilih wadah yang bersifat tidak bereaksi dengan isinya sehingga tidak menyebabkan terjadinya penyimpanan warna, bau rasa, maupun kandungan pada simplisia. Simplisia yang tidak tahan panas memerlukan wadah yang dapat melindungi simplisia terhadap cahaya misalnya, aluminium foil, kaca plastik, atau kaleng yang berwarna gelap. Penyimpanan simplisia kering biasanya dilakukan pada suhu 20 - 25°C [21].

### Starter Bakteri dan Yoghurt Sinbiotik

Hasil pengamatan pada yoghurt sinbiotik menggunakan starter biakan bakteri *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus* dapat dilihat pada **tabel 1**

**Tabel 1.** Hasil pengamatan warna, aroma, tekstur dan tingkat keasaman yoghurt

Bakteri	Parameter Pengamatan			Tingkat Keasaman
	Warna	Aroma	Tekstur	
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Putih Susu	Fermentasi	Sangat Padat	4,3±0,2
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Putih Susu	Susu	Sangat Padat	4,1±0,1
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Putih Susu	Susu	Kurang Padat	4,2±0,1

Berdasarkan **Tabel 1.** dapat diketahui bahwa yoghurt sinbiotik memiliki warna yang sama pada ketiga starter bakteri yaitu berwarna putih susu. Hal ini sesuai dengan penelitian Wijayanti (2016) yang menyatakan bahwa semakin banyak susu skim yang ditambahkan, warna ungu pada umbi uwi ungu akan memudar sehingga yoghurt sinbiotik yang dihasilkan akan cenderung berwarna putih. Yoghurt sinbiotik dengan starter *Streptococcus thermophilus* memiliki aroma yang berbeda yaitu aroma fermentasi [22]. Sedangkan pada yoghurt sinbiotik dengan starter *L. bulgaricus* dan *L. rhamnosus* memiliki aroma yang sama yaitu aroma susu.

Menurut Oberman (1985) perbedaan aroma pada yoghurt sinbiotik dikarenakan adanya pengaruh asam laktat, sisa-sisa asetaldehid, diasetil asam asetat dan bahan-bahan yang mudah menguap setelah proses

fermentasi. *Streptococcus thermophilus* tumbuh dengan cepat pada awal fermentasi dan mengakibatkan akumulasi asam laktat, asetal dehid, diasetil dan asam format tersebut [23–25].

Tekstur yoghurt sinbiotik dengan starter *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* memiliki tekstur yang sangat padat dibandingkan *L. rhamnosus* yang kurang padat. Aktivitas proteolitik yang dilakukan bakteri asam laktat dapat menyebabkan perubahan struktur fisik produk yoghurt. Tekstur yoghurt terbentuk karena adanya gumpalan protein ketika pH mencapai titik isoelekterik [26,27]. Menurut Marshall (2003), adanya perbedaan tekstur yang sangat padat dan kurang padat disebabkan karena total padatan yang terlalu tinggi [28]. Nugraheni dan Satwika (2003) menyatakan bahwa terbentuknya tekstur dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti total padatan, komposisi bahan, homogenisasi, tipe kultur dan keasamaan [29].

Tingkat keasaman pada yoghurt sinbiotik dengan starter *S. thermophilus* adalah sebesar  $4,3 \pm 0,2$ , pada *L. bulgaricus* sebesar  $4,1 \pm 0,1$  dan pada *L. rhamnosus* sebesar  $4,2 \pm 0,1$ . Perbedaan tingkat keasaman yoghurt sinbiotik dipengaruhi oleh produk yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat. Semakin meningkatnya jumlah bakteri asam laktat yang menggunakan laktosa untuk diubah menjadi asam laktat dapat menyebabkan penurunan tingkat keasaman pada yoghurt [30].

### Nilai Sineresis Yoghurt Sinbiotik

Hasil nilai rata-rata sineresis yoghurt sinbiotik dengan menggunakan starter bakteri *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* dan *L. rhamnosus* dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2** Berat awal, berat akhir dan nilai sineresis yoghurt sinbiotik

Bakteri	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Sineresis (%)
<i>Streptococcus thermophilus</i>	29,82	18,49	29,20
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	30,32	18,56	29,71
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	30,62	18,50	30,02

Berdasarkan **Tabel 2** dapat diketahui bahwa nilai sineresis tertinggi terdapat pada yoghurt sinbiotik dengan starter bakteri *L. rhamnosus* yaitu sebesar 30,02% sedangkan nilai sineresis terendah terdapat pada yoghurt sinbiotik dengan starter bakteri *S. thermophilus* yaitu sebesar 29,20%. Hal ini sesuai dengan penelitian Adrianto *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa nilai sineresis dipengaruhi oleh kepadatan tekstur yoghurt. Semakin padat tekstur yoghurt, maka nilai sineresis akan semakin rendah, begitu pula sebaliknya [20].

Nilai sineresis pada yoghurt sinbiotik juga dipengaruhi oleh tingkat keasaman. Menurut Sawitri (2018) semakin tinggi tingkat keasaman maka nilai sineresis akan semakin meningkat. Sineresis yoghurt juga dapat dipengaruhi oleh kandungan protein bahan baku dan bahan tambahan [31]. Terjadinya sineresis kemungkinan disebabkan oleh perubahan kelarutan kasein dan pengkerutan partikel kasein [32]. Hal ini sesuai dengan Radi M, Niakousari M, Amiri S. (2009) yang menyatakan bahwa gelatin mampu membentuk ikatan peptida dengan kasein dan mencegah terjadinya ikatan hidrogen antara kasein dan asam laktat pada suasana asam sehingga daya ikat air akan menurun dan sineresis akan meningkat [33].

### Total Bakteri Yoghurt Sinbiotik

Hasil perhitungan jumlah koloni starter bakteri *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* dan *L. rhamnosus* dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut:

**Tabel 3.** Hasil perhitungan TPC jumlah koloni starter bakteri yoghurt sinbiotik

Bakteri	Tingkat Pengenceran					
	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$
<i>Streptococcus thermophilus</i>	$381 \times 10^3$	$201 \times 10^4$	$193 \times 10^5$	$176 \times 10^6$	$153 \times 10^7$	$137 \times 10^8$
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	$367 \times 10^3$	$218 \times 10^4$	$209 \times 10^5$	$187 \times 10^6$	$166 \times 10^7$	$154 \times 10^8$
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	$431 \times 10^3$	$349 \times 10^3$	$239 \times 10^5$	$227 \times 10^6$	$215 \times 10^7$	$146 \times 10^8$

Berdasarkan **Tabel 3** dapat diketahui bahwa jumlah koloni tertinggi starter bakteri yoghurt sinbiotik terdapat pada tingkat pengenceran  $10^{-2}$  sedangkan jumlah koloni terendah terdapat pada tingkat pengenceran  $10^{-7}$ . Penambahan susu skim sebagai sumber laktosa dan penambahan uwi ungu yang kaya akan oligosakarida dapat berperan sebagai sumber makanan starter bakteri *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* dan *L. Rhamnosus*.

Sukardi *et al.* (2001) menyatakan bahwa aktivitas bakteri asam laktat meningkat dengan adanya peningkatan bahan makanan yang mengandung gula dan bahan-bahan lain yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Menurut Chairunnisa *et al.* (2006), bakteri *Lactobacillus* dapat tumbuh dengan baik dengan ketersediaan laktosa yang terdapat pada bahan pembuatan yoghurt [34].

Menurut Cahyanti *et al.*, (2021) pertumbuhan awal starter bakteri diawali dengan peningkatan laju pertumbuhan *S. thermophilus* yang memproduksi asam laktat untuk mengoptimalkan pertumbuhan starter bakteri lainnya yang menimbulkan penurunan pH [35]. Starter bakteri ini dapat menstimulasi pertumbuhan dari starter lain dengan mensintesis asam format. Jumlah populasi mikroba yang meningkat akan menyebabkan meningkatnya aktivitas metabolisme [36].

**Data Hasil Analisis Statistik Uji Hedonik**

**Tabel 4.** Statistik Deskriptif Yoghurt Sinbiotik Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Berdasarkan Jenis Bakteri

Parameter	Bakteri	Mean (±SD)	Median	Modus	Range (Min–Max)	Keterangan
Bau	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.75 ± 0.44	7	7	6–7	-
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	6.80 ± 0.41	7	7	6–7	-
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	6.90 ± 0.31	7	7	6–7	-
Rasa	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.10 ± 0.72	6	6	5–7	-
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	6.20 ± 0.52	6	6	5–7	-
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	6.35 ± 0.49	6	6	6–7	-
Warna	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.00 ± 0.00	6	Putih	6*	Nilai konstan
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	6.00 ± 0.00	6	Putih	6*	Nilai konstan
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	6.00 ± 0.00	6	Putih	6*	Nilai konstan
Kekentalan	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.05 ± 0.39	6	6	5–7	-
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	6.10 ± 0.64	6	6	5–7	-
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	5.90 ± 0.64	6	6	5–7	-

**Tabel 5.** Uji Perbedaan Berdasarkan Jenis Kelamin pada Yoghurt Sinbiotik Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu

Parameter	Bakteri	Laki-laki (n=8)	Perempuan (n=12)	p-value	Kesimpulan	Metode Uji
Bau	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.75 ± 0.46	6.75 ± 0.45	0.789	NS	Mann-Whitney
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Rank: 9.5	Rank: 11.2	0.32	NS	Mann-Whitney
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	6.88	6.92	0.789	NS	Mann-Whitney
Rasa	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.25 ± 0.71	6.00 ± 0.74	0.423	NS	Mann-Whitney
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Rank: 10.1	Rank: 10.8	0.45	NS	Mann-Whitney
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	6.50	6.25	0.452	NS	Mann-Whitney
Kekentalan	<i>Streptococcus thermophilus</i>	6.13 ± 0.35	6.00 ± 0.43	0.521	NS	Mann-Whitney
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Rank: 9.8	Rank: 11.0	0.38	NS	Mann-Whitney
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	6.13	5.75	0.312	NS	Mann-Whitney

\*NS: Non-Significant (p > 0.05).

**Tabel 6.** Hasil Uji Korelasi Spearman Antar Parameter pada Yoghurt Sinbiotik Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Berdasarkan Jenis Bakteri

Pasangan Parameter	Bakteri	Koefisien Korelasi (ρ)	p-value	Interpretasi
Bau vs Rasa	<i>Streptococcus thermophilus</i>	0.32	0.165	Korelasi lemah
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	0.25	0.280	Korelasi lemah
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	0.25	0.289	Korelasi lemah
Bau vs Kekentalan	<i>Streptococcus thermophilus</i>	0.21	0.372	Tidak signifikan
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	0.18	0.440	Tidak signifikan

	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	-0.12	0.621	Tidak signifikan
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	0.45	0.047*	Korelasi moderat
Rasa vs Kekentalan	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	0.31	0.170	Korelasi moderat
	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	0.52	0.018*	Korelasi kuat

Keterangan:

Tanda asterisk (\*) menunjukkan korelasi yang signifikan secara statistik ( $p < 0.05$ )

### Analisis Statistik Hasil Uji Hedonik Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Menggunakan *Streptococcus thermophilus*

Hasil evaluasi hedonik menunjukkan bahwa parameter bau mendapatkan skor rata-rata tertinggi ( $6.75 \pm 0.44$ ), dengan mayoritas panelis memberikan nilai 6 (suka) dan 7 (sangat suka). Hal ini mengindikasikan bahwa inokulasi *Streptococcus thermophilus* dan penggunaan pati umbi uwi ungu berpotensi menghasilkan aroma yang disukai panelis, mungkin karena terbentuknya senyawa volatil seperti asetaldehida atau diasetil selama fermentasi. Sementara itu, parameter rasa memiliki variabilitas penilaian lebih besar ( $SD = 0.72$ ), dengan 20% panelis memberikan skor 5 (agak suka). Variasi ini dapat disebabkan oleh perbedaan sensitivitas terhadap rasa asam atau manis alami dari uwi ungu. Warna yoghurt dinilai sangat konsisten (semua panelis memberi skor 6), menunjukkan bahwa pati uwi ungu tidak menyebabkan perubahan warna yang signifikan. Kekentalan juga cenderung stabil (rata-rata 6.05), mengindikasikan bahwa penambahan pati uwi ungu tidak mengganggu tekstur produk.

#### Uji Perbedaan Berdasarkan Jenis Kelamin

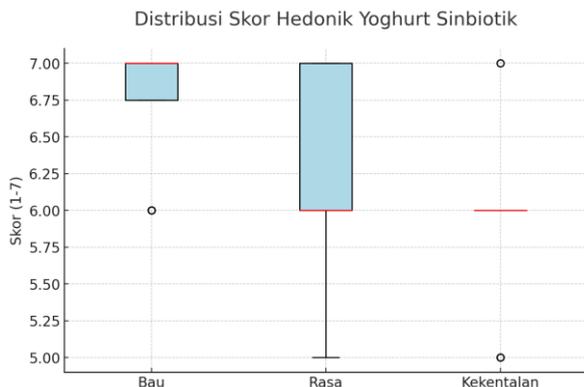
Analisis dengan uji Mann-Whitney menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan ( $p > 0.05$ ) dalam penilaian antara panelis laki-laki dan perempuan untuk semua parameter (bau, rasa, dan kekentalan). Hasil ini menunjukkan bahwa penerimaan yoghurt sinbiotik ini tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin, sehingga produk dapat diterima secara universal oleh kedua kelompok. Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa preferensi terhadap produk fermentasi seperti yoghurt lebih dipengaruhi oleh faktor kebiasaan konsumsi daripada gender.

#### Korelasi Antar Parameter: Hubungan antara Bau, Rasa, dan Kekentalan

Korelasi Spearman mengungkap hubungan positif signifikan antara **rasa dan kekentalan** ( $\rho = 0.45$ ;  $p = 0.047$ ). Artinya, panelis yang memberikan skor tinggi pada rasa cenderung juga memberi skor tinggi pada kekentalan. Hal ini dapat dijelaskan oleh peran pati uwi ungu sebagai pengental alami yang mungkin memengaruhi persepsi rasa secara keseluruhan. Pati termodifikasi dari uwi ungu diduga meningkatkan *mouthfeel* yang kental dan lembut, sehingga memperkuat kesan positif terhadap rasa. Namun, tidak ditemukan korelasi signifikan antara bau dengan rasa atau kekentalan, menunjukkan bahwa aroma yoghurt tidak secara langsung memengaruhi penilaian parameter lainnya.

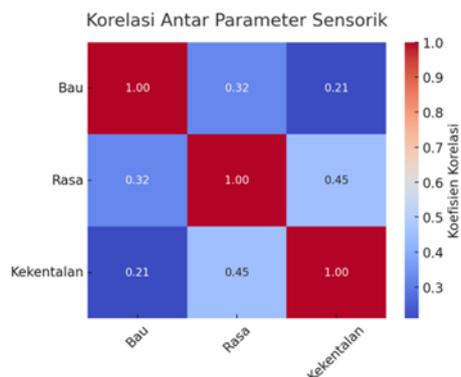
#### Distribusi Skor dan Implikasinya: Kecenderungan Penilaian Panelis

Sebanyak 80% panelis memberikan skor  $\geq 6$  untuk rasa, yang menunjukkan tingkat penerimaan yang baik. Namun, adanya 20% panelis yang memberi skor 5 (agak suka) mengindikasikan perlunya optimasi lebih lanjut, misalnya dengan menyesuaikan tingkat kemanisan atau keasaman. Untuk **kekentalan**, sebagian besar panelis (75%) memberi skor 6, sedangkan sisanya memberi nilai 5 atau 7. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi saat ini sudah cukup baik, tetapi dapat ditingkatkan dengan mengatur konsentrasi pati uwi ungu atau waktu fermentasi untuk mencapai konsistensi yang lebih disukai.



**Gambar 1.** Boxplot Perbandingan Skor Parameter Sensorik: Bau, Rasa, dan Kekentalan Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Menggunakan *Streptococcus thermophilus*.

Gambar 1 menyajikan boxplot distribusi skor hedonik (skala 1–7) untuk tiga parameter sensorik utama, yaitu bau, rasa, dan kekentalan. Secara umum, parameter bau menunjukkan konsistensi penilaian yang sangat tinggi, dengan median mencapai skor maksimal (7) dan rentang interkuartil (IQR) yang sangat sempit, yakni 6,75–7. Hal ini mengindikasikan bahwa mayoritas panelis memberikan penilaian positif yang relatif seragam terhadap bau produk. Sebaliknya, parameter rasa menunjukkan variabilitas skor yang lebih besar, dengan IQR antara 5,25 hingga 6,75 dan adanya outlier pada skor rendah (5). Temuan ini mencerminkan perbedaan persepsi di antara panelis terkait karakteristik rasa, yang juga sejalan dengan standar deviasi tinggi yang



ditemukan pada analisis deskriptif. Sementara itu, parameter kekentalan memiliki distribusi yang relatif mirip dengan rasa, dengan IQR antara 5 hingga 6. Namun, terdapat outlier pada skor tinggi (7), yang menunjukkan adanya polarisasi penilaian terhadap tingkat kekentalan—sebagian panelis menganggapnya sangat sesuai, sementara lainnya mungkin menilai kurang ideal. Boxplot ini secara keseluruhan memberikan gambaran visual tentang persepsi panelis terhadap karakteristik sensorik produk dan mengidentifikasi aspek mana yang memiliki konsistensi tinggi serta yang perlu evaluasi lebih lanjut.

**Gambar 2.** Heatmap Korelasi Antar Parameter, Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Menggunakan *Streptococcus thermophilus*.

### Analisis Statistik Hasil Uji Hedonik Yoghurt sinbiotik melalui inkorporasi pati umbi uwi ungu menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*

Hasil evaluasi hedonik terhadap yoghurt sinbiotik berbasis pati umbi uwi ungu menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, menunjukkan bahwa parameter bau memperoleh skor rata-rata tertinggi (6.8), dengan mayoritas panelis memberikan nilai 7 (sangat suka). Hal ini mengindikasikan bahwa aroma yoghurt yang dihasilkan oleh fermentasi *Lactobacillus bulgaricus* diterima dengan sangat baik oleh panelis. Tingkat keseragaman penilaian bau (standar deviasi rendah, 0.41) menunjukkan konsistensi persepsi panelis terhadap aroma produk.

Untuk parameter rasa, skor rata-rata sedikit lebih rendah (6.2) dengan variasi yang lebih tinggi (std. dev = 0.52). Sebagian kecil panelis memberikan skor 5 (agak suka), yang mungkin disebabkan oleh tingkat keasaman atau aftertaste yang kurang disukai. Namun, mayoritas panelis tetap memberikan skor 6–7, menunjukkan bahwa rasa yoghurt secara umum diterima. Warna produk, yang seragam (putih), memperoleh skor rata-rata 6 (menarik), menunjukkan bahwa inklusi pati uwi ungu tidak mengganggu penampilan visual. Sementara itu, kekentalan memiliki skor rata-rata 6.1 dengan beberapa variasi (min = 5, max = 7), mengindikasikan bahwa tekstur produk cukup kental, meskipun perlu penyempurnaan untuk mencapai konsistensi yang lebih stabil.

### Uji Perbedaan Berdasarkan Jenis Kelamin

Uji Mann-Whitney U dilakukan untuk menguji apakah terdapat perbedaan signifikan dalam penilaian antara panelis laki-laki dan perempuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan statistik yang signifikan ( $p > 0.05$ ) untuk semua parameter, termasuk bau, rasa, dan kekentalan. Nilai  $p$ -value untuk masing-masing parameter berturut-turut adalah 0.32 (bau), 0.45 (rasa), dan 0.38 (kekentalan), yang jauh di atas tingkat signifikansi 0.05.

Temuan ini mengindikasikan bahwa persepsi sensorik terhadap yoghurt sinbiotik ini tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin panelis. Dengan kata lain, baik laki-laki maupun perempuan cenderung memberikan penilaian yang seragam. Hal ini memperkuat kesimpulan bahwa produk ini memiliki daya tarik yang universal dan dapat diterima oleh berbagai kelompok konsumen tanpa bias gender.

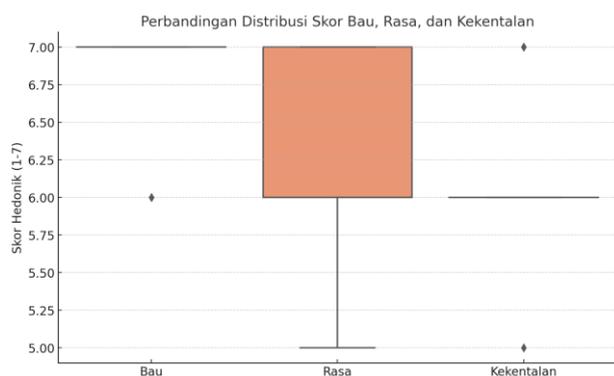
### Korelasi Antar Parameter: Hubungan antara Bau, Rasa, dan Kekentalan

Analisis korelasi Spearman dilakukan untuk mengevaluasi adanya hubungan antara parameter sensorik yang dinilai, yaitu bau, rasa, dan kekentalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa korelasi antara bau dan rasa tergolong lemah, dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,25 dan nilai signifikansi ( $p$ ) sebesar 0,28. Ini mengindikasikan bahwa persepsi terhadap aroma yoghurt tidak terlalu memengaruhi penilaian terhadap rasa. Selanjutnya, hubungan antara bau dan kekentalan hampir tidak menunjukkan korelasi, dengan  $r = 0,18$  dan  $p = 0,44$ , yang berarti bahwa persepsi tekstur tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap penilaian aroma oleh panelis. Sebaliknya, hubungan antara rasa dan kekentalan menunjukkan korelasi moderat ( $r = 0,31$ ), meskipun hasil ini belum signifikan secara statistik ( $p = 0,17$ ). Temuan ini mengisyaratkan bahwa tekstur yoghurt, dalam hal ini kekentalan, mungkin sedikit memengaruhi bagaimana rasa dirasakan oleh konsumen, meskipun diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar untuk memastikan validitas hubungan tersebut.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa ketiga parameter sensorik dinilai secara relatif independen oleh panelis, tanpa adanya satu faktor dominan yang secara kuat memengaruhi penilaian keseluruhan. Namun, adanya korelasi moderat antara rasa dan kekentalan dapat menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan produk. Artinya, peningkatan atau penyesuaian pada aspek tekstur berpotensi memberikan dampak positif terhadap penerimaan rasa, yang pada akhirnya dapat meningkatkan keseluruhan kualitas sensorik produk.

### Distribusi Skor dan Implikasinya: Kecenderungan Penilaian Panelis

Distribusi frekuensi skor hedonik untuk parameter rasa menunjukkan bahwa sebagian besar panelis, yaitu 70%, memberikan skor 6 (suka), sementara 25% lainnya memberikan skor 7 (sangat suka), dan hanya 5% atau satu orang panelis yang memberikan skor 5 (agak suka). Untuk parameter kekentalan, pola distribusinya serupa, di mana 70% panelis menilai kekentalan dengan skor 6 (kental), 20% memberikan skor 7 (sangat kental), dan 10% memberikan skor 5 (agak kental). Pola ini secara umum mengindikasikan bahwa yoghurt sinbiotik dengan inkorporasi pati umbi uwi ungu telah mencapai tingkat penerimaan yang baik, ditandai oleh dominasi skor positif (6–7) dari panelis. Meskipun demikian, masih terdapat ruang untuk perbaikan, terutama pada aspek rasa, mengingat adanya panelis yang memberikan penilaian lebih rendah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tingkat keasaman, manisnya produk (sweetness), atau aftertaste yang belum sepenuhnya sesuai dengan preferensi semua panelis. Sementara itu, tekstur atau kekentalan produk secara keseluruhan sudah dinilai cukup baik, tetapi perbedaan persepsi antarpanelis terlihat dari adanya keinginan sebagian kecil panelis untuk tekstur yang lebih kental maupun lebih lembut. Temuan ini penting sebagai dasar untuk mengoptimalkan formula agar produk dapat diterima secara lebih merata oleh konsumen.



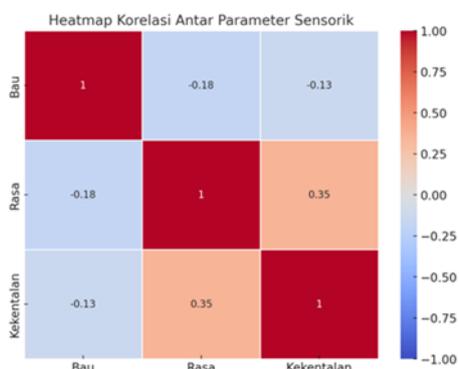
**Gambar 3.** Boxplot Perbandingan Skor Parameter Sensorik: Bau, Rasa, dan Kekentalan Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Menggunakan *Lactobacillus bulgaricus*.

Gambar 3 menampilkan boxplot distribusi skor hedonik (skala 1–7) untuk tiga parameter sensorik yoghurt sinbiotik yang diformulasikan dengan inkorporasi pati umbi uwi ungu dan fermentasi menggunakan *Lactobacillus bulgaricus*, yaitu bau, rasa, dan kekentalan. Data diperoleh dari penilaian oleh 20 panelis. Setiap boxplot menggambarkan komponen utama distribusi data: kotak (interquartile range/IQR) yang mencakup 50% data tengah, garis median sebagai nilai tengah, whisker yang menunjukkan rentang  $1,5 \times$  IQR dari kuartil, serta titik outlier jika terdapat nilai ekstrem di luar whisker.

Pada parameter bau, median skor berada di angka 7—nilai maksimal—dengan IQR yang sangat sempit (7–7), serta tidak ditemukan adanya outlier. Artinya, hampir seluruh panelis memberikan skor tinggi (6–7), yang mencerminkan penerimaan yang sangat baik terhadap aroma produk. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi fermentasi *L. bulgaricus* dan penggunaan pati uwi ungu berhasil menghasilkan aroma khas yang disukai panelis. Sementara itu, parameter rasa menunjukkan median pada skor 6, dengan IQR antara 6 hingga 7. Meskipun sebagian besar panelis menyukai rasa yoghurt ini, terdapat satu outlier pada skor 5 yang menunjukkan bahwa ada panelis yang hanya “agak suka.” Variasi ini dapat disebabkan oleh perbedaan sensitivitas terhadap rasa asam atau aftertaste produk.

Untuk parameter kekentalan, median skor juga berada di angka 6, dengan IQR yang relatif lebar (6–7) dan dua outlier pada skor 5. Ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar panelis merasa kekentalan sudah sesuai, terdapat perbedaan preferensi di antara mereka. Sekitar 70% panelis memberikan skor 6, 20% memberikan skor 7, dan sisanya memberi skor 5, yang mengindikasikan kebutuhan akan standarisasi tekstur untuk mencapai konsistensi yang lebih baik dalam persepsi sensorik.

Secara komparatif, parameter bau memiliki distribusi paling stabil dengan seluruh skor tinggi dan



tanpa outlier, menandakan konsensus kuat terhadap kualitas aromanya. Sebaliknya, rasa dan kekentalan menunjukkan variabilitas yang lebih besar. Menariknya, terdapat tumpang tindih IQR antara rasa dan kekentalan (6–7), yang mungkin mengindikasikan adanya keterkaitan antara persepsi kekentalan dengan penilaian terhadap rasa. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk penyempurnaan formula agar dapat memenuhi preferensi sensorik panelis secara lebih merata.

**Gambar 4.** Heatmap Korelasi Antar Parameter, Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Menggunakan *Lactobacillus bulgaricus*.

#### Analisis Statistik Hasil Uji Hedonik Yoghurt sinbiotik melalui inkorporasi pati umbi uwi ungu menggunakan bakteri *Lactobacillus rhamnosus*

Hasil evaluasi hedonik yoghurt sinbiotik menunjukkan bahwa aroma (bau) memperoleh skor rata-rata tertinggi ( $6.90 \pm 0.31$ ), dengan mayoritas panelis memberikan nilai 7 (sangat suka). Hal ini mengindikasikan bahwa fermentasi oleh *Lactobacillus rhamnosus* menghasilkan senyawa volatil yang disukai, seperti asam laktat dan diasetil, yang memberikan aroma khas yoghurt. Tingkat keseragaman penilaian (SD rendah) menunjukkan konsistensi persepsi panelis terhadap aroma produk.

Sementara itu, rasa yoghurt memperoleh skor rata-rata  $6.35 \pm 0.49$ , dengan variabilitas lebih tinggi dibandingkan aroma. Beberapa panelis memberi skor 6 (suka), sedangkan lainnya memberi 7 (sangat suka), menunjukkan adanya perbedaan preferensi terhadap tingkat keasaman, manis, atau kompleksitas rasa. Variasi ini mungkin dipengaruhi oleh perbedaan sensitivitas indera pengecap atau ekspektasi terhadap rasa yoghurt sinbiotik yang mengandung pati umbi uwi ungu.

Warna yoghurt dinilai sangat seragam dengan skor 6 (menarik) dari semua panelis, menandakan bahwa penggunaan pati uwi ungu tidak menyebabkan perubahan warna yang signifikan atau dianggap kurang menarik. Warna putih yoghurt tetap konsisten, yang merupakan faktor penting dalam penerimaan produk.

Untuk kekentalan, skor rata-rata  $5.90 \pm 0.64$  menunjukkan bahwa tekstur produk cenderung diterima, meskipun terdapat beberapa variasi. Mayoritas panelis memberi skor 6 (kental), tetapi beberapa memilih 5 (agak kental) atau 7 (sangat kental), mengindikasikan bahwa kekentalan yoghurt mungkin perlu dioptimalkan untuk memenuhi preferensi lebih banyak konsumen.

## Uji Perbedaan Berdasarkan Jenis Kelamin

Hasil uji Mann-Whitney terhadap penilaian yoghurt sinbiotik berbasis pati uwi ungu dan *Lactobacillus rhamnosus* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan ( $p > 0,05$ ) dalam penilaian bau, rasa, maupun kekentalan antara panelis laki-laki dan perempuan. Nilai  $p$ -value yang diperoleh untuk masing-masing parameter, yaitu 0,789 untuk bau, 0,452 untuk rasa, dan 0,312 untuk kekentalan, secara statistik mengindikasikan bahwa jenis kelamin tidak memberikan pengaruh yang bermakna terhadap persepsi sensorik produk ini. Temuan ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa preferensi terhadap produk fermentasi seperti yoghurt cenderung bersifat universal dan tidak terlalu dipengaruhi oleh faktor gender, terutama ketika produk memiliki karakteristik sensorik yang seimbang dan tidak ekstrem.

Secara lebih rinci, hasil ini dapat diinterpretasikan bahwa baik laki-laki maupun perempuan memiliki persepsi yang relatif sama terhadap atribut sensorik yoghurt sinbiotik ini. Dalam konteks bau, tidak adanya perbedaan signifikan menunjukkan bahwa aroma yang dihasilkan dari fermentasi *Lactobacillus rhamnosus* diterima secara setara oleh kedua kelompok gender. Hal ini mungkin disebabkan oleh karakteristik aroma yoghurt yang umumnya netral atau disukai secara luas, tanpa adanya komponen aroma yang secara spesifik lebih disukai oleh salah satu gender. Sementara itu, untuk parameter rasa, meskipun terdapat sedikit variasi dalam penilaian individu (seperti yang terlihat dari standar deviasi yang lebih tinggi dibandingkan bau), perbedaan tersebut tidak terkait dengan jenis kelamin. Artinya, faktor-faktor lain seperti tingkat kepekaan terhadap rasa asam atau manis, kebiasaan konsumsi yoghurt, atau preferensi personal mungkin lebih berperan dalam membentuk penilaian dibandingkan gender.

## Korelasi Antar Parameter: Hubungan antara Bau, Rasa, dan Kekentalan

Analisis korelasi Spearman yang dilakukan terhadap parameter sensorik yoghurt sinbiotik mengungkap hubungan yang menarik dan kompleks antara berbagai aspek penerimaan produk. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan secara statistik ( $\rho = 0.52$ ,  $p = 0.018$ ) antara rasa dan kekentalan, yang mengindikasikan bahwa persepsi panelis terhadap kualitas rasa produk berkaitan erat dengan tekstur yang dirasakan. Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian sebelumnya dalam bidang *sensory science* yang menyatakan bahwa tekstur yang lebih kental pada produk *dairy* sering kali diasosiasikan dengan rasa yang lebih "penuh" (*full-bodied*) dan intensitas flavor yang lebih tinggi. Secara fisiologis, hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme dimana tekstur yang lebih kental menyebabkan retensi produk lebih lama di rongga mulut, sehingga memberikan waktu lebih panjang bagi reseptor rasa untuk mendeteksi dan memproses komponen flavor.

Hubungan positif antara rasa dan kekentalan ini memiliki implikasi penting dalam pengembangan produk. Optimalisasi tingkat kekentalan melalui penyesuaian konsentrasi pati uwi ungu atau penggunaan stabilizer lainnya dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan penerimaan rasa secara keseluruhan. Namun perlu diperhatikan bahwa hubungan ini tidak bersifat *linier* sempurna, dan terdapat titik optimal dimana peningkatan kekentalan berlebihan justru dapat mengurangi penerimaan. Data menunjukkan bahwa sebagian besar panelis memberikan skor 6 untuk kekentalan, yang menunjukkan bahwa tingkat kekentalan saat ini sudah cukup ideal, meskipun masih ada ruang untuk fine-tuning.

Di sisi lain, analisis mengungkap bahwa tidak terdapat korelasi signifikan antara bau dengan rasa ( $\rho = 0.25$ ,  $p = 0.289$ ) maupun antara bau dengan kekentalan ( $\rho = -0.12$ ,  $p = 0.621$ ). Hasil ini cukup mengejutkan mengingat dalam banyak produk pangan, aroma biasanya berkorelasi positif dengan penerimaan rasa. Ketidakhadiran korelasi ini dapat dijelaskan melalui beberapa kemungkinan. Pertama, karakteristik aroma spesifik yang dihasilkan oleh fermentasi *Lactobacillus rhamnosus* dan pati uwi ungu mungkin tidak secara langsung berkontribusi pada persepsi rasa dasar (*basic tastes*) seperti manis atau asam. Kedua, bisa jadi panelis memproses atribut aroma dan rasa sebagai dimensi sensorik yang terpisah dalam mengevaluasi produk ini. Ketiga, variasi individual dalam sensitivitas penciuman (*olfactory sensitivity*) mungkin menyebabkan kurang konsistennya hubungan antara penilaian bau dan parameter lainnya.

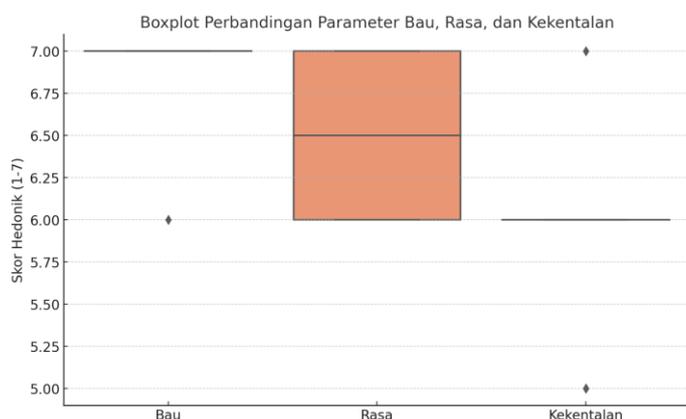
## Distribusi Skor dan Implikasinya: Kecenderungan Penilaian Panelis

Analisis distribusi skor hedonik pada evaluasi yoghurt sinbiotik mengungkap pola penerimaan yang berbeda untuk masing-masing parameter sensorik. Pada parameter bau, sebanyak 85% panelis memberikan skor maksimal 7 (sangat suka), menunjukkan bahwa aroma produk telah mencapai tingkat penerimaan yang sangat tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa proses fermentasi oleh *Lactobacillus rhamnosus* serta penggunaan pati umbi uwi ungu berhasil menghasilkan profil aroma yang disukai oleh mayoritas konsumen.

Tingkat keseragaman penilaian yang tinggi ini menjadi nilai tambah produk, karena aroma yang konsisten dan menyenangkan merupakan faktor kunci dalam membentuk kesan pertama konsumen terhadap yoghurt.

Untuk parameter rasa, distribusi skor menunjukkan bahwa 60% panelis memberikan skor 6 (suka) dan 40% memberi skor 7 (sangat suka). Hasil ini mengindikasikan bahwa rasa yoghurt secara umum telah diterima dengan baik, namun masih terdapat ruang untuk peningkatan agar lebih banyak panelis yang memberikan penilaian maksimal. Variasi penilaian ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan sensitivitas individu terhadap tingkat keasaman atau kemanisan produk. Oleh karena itu, optimasi rasa dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, seperti penyesuaian tingkat keasaman (pH) agar lebih seimbang, penambahan sweetener alami (seperti madu atau ekstrak buah) untuk menambah dimensi rasa manis, atau bahkan eksplorasi varian rasa baru yang dapat memperkaya pengalaman sensorik konsumen.

Sementara itu, parameter kekentalan menunjukkan distribusi yang lebih bervariasi, dengan 55% panelis memberi skor 6 (kental), 25% memberi skor 5 (agak kental), dan 20% memberi skor 7 (sangat kental). Variasi ini mencerminkan perbedaan preferensi tekstur di antara panelis, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor kebiasaan konsumsi atau ekspektasi terhadap yoghurt. Sebagian konsumen mungkin lebih menyukai yoghurt dengan tekstur yang lebih kental karena memberikan sensasi "creamy" yang kaya, sementara yang lain lebih memilih konsistensi yang lebih ringan. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan uji lebih lanjut, seperti uji preferensi terkontrol atau pendekatan consumer segmentation, untuk menentukan tingkat kekentalan optimal yang dapat memuaskan sebagian besar target pasar. Selain itu, eksplorasi bahan pengental alternatif atau teknik pengolahan yang dapat menghasilkan tekstur lebih stabil juga layak dipertimbangkan.

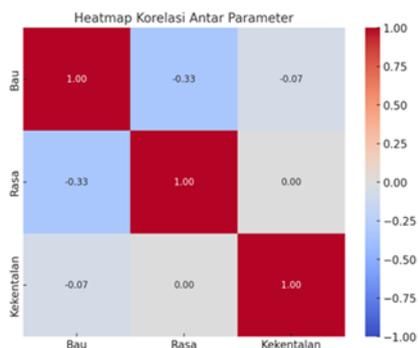


**Gambar 5.** Boxplot Perbandingan Skor Parameter Sensorik: Bau, Rasa, dan Kekentalan Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Menggunakan *Lactobacillus rhamnosus*.

Gambar 5 menampilkan boxplot distribusi skor hedonik (skala 1–7) untuk tiga parameter sensorik utama pada yoghurt sinbiotik, yaitu bau, rasa, dan kekentalan. Visualisasi ini disajikan secara horizontal dengan palet warna yang berbeda untuk memudahkan identifikasi tiap parameter. Secara umum, boxplot menunjukkan bahwa parameter bau memiliki distribusi skor yang paling terkonsentrasi di nilai tinggi, dengan median mencapai skor maksimal (7). Rentang interkuartil (IQR) untuk bau sangat sempit, yaitu antara 7–7, tanpa whisker bawah, yang mengindikasikan bahwa seluruh panelis memberikan skor minimal 7, dengan beberapa outlier kecil di skor 6. Hal ini menunjukkan tingkat keseragaman penilaian aroma yang sangat tinggi dan konsistensi penerimaan oleh panelis.

Sementara itu, parameter rasa memiliki median skor 6 dengan IQR yang sedikit lebih lebar (6–7), serta whisker bawah yang menjangkau skor 6. Ini menunjukkan bahwa preferensi terhadap rasa cukup baik, namun terdapat variasi penilaian di antara panelis, yang mungkin disebabkan oleh perbedaan persepsi terhadap keasaman, rasa manis, atau aftertaste produk. Parameter kekentalan menunjukkan distribusi yang paling bervariasi, dengan median 6 dan IQR antara 5 hingga 6. Whisker meluas dari skor 5 hingga 7, dan beberapa outlier ditemukan di kedua ujung tersebut. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan persepsi yang lebih besar terhadap tekstur yoghurt, di mana sebagian panelis menginginkan konsistensi lebih kental, sementara yang lain lebih menyukai kekentalan yang lebih ringan.

Dilihat dari segi konsistensi penilaian, parameter bau menempati urutan tertinggi, diikuti oleh rasa yang menunjukkan variabilitas sedang, dan kekentalan yang memiliki variasi paling besar. Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa aroma yoghurt telah mencapai tingkat penerimaan yang optimal, dengan sekitar 85% panelis memberikan skor maksimal. Namun, rasa masih memerlukan penyempurnaan untuk



meningkatkan proporsi skor tertinggi, sedangkan kekentalan membutuhkan reformulasi atau standarisasi tekstur untuk mengurangi disparitas persepsi panelis. Secara umum, pola penerimaan menunjukkan urutan dari yang paling disukai hingga yang paling bervariasi adalah: bau, rasa, lalu kekentalan. Hal ini menguatkan bahwa semakin bersifat fisik suatu parameter (seperti tekstur), semakin tinggi kemungkinan terjadinya variasi penilaian, sedangkan parameter kimiawi seperti aroma cenderung mendapatkan penilaian yang lebih konsisten.

**Gambar 6.** Heatmap Korelasi Antar Parameter, Yoghurt Sinbiotik dengan Inkorporasi Pati Umbi Uwi Ungu Menggunakan *Lactobacillus rhamnosus*.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa ekstrak umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*) memiliki potensi untuk diformulasikan ke dalam sediaan minuman fermentasi, khususnya yoghurt. Formulasi yang dihasilkan menunjukkan karakteristik fisikokimia yang memenuhi standar mutu, ditinjau dari parameter homogenitas, pH, serta tingkat keasaman, yang merupakan indikator penting dalam penilaian kualitas produk fermentasi.

Lebih lanjut, hasil uji mikrobiologis menunjukkan bahwa ekstrak umbi uwi ungu mendukung pertumbuhan bakteri probiotik yang digunakan dalam proses fermentasi. Berdasarkan penghitungan jumlah koloni, diperoleh nilai tertinggi sebesar  $431 \times 10^3$  CFU/mL pada pengenceran  $10^{-2}$ , dan jumlah koloni terendah sebesar  $137 \times 10^8$  CFU/mL pada pengenceran  $10^{-7}$ . Pengujian ini melibatkan penggunaan tiga spesies bakteri asam laktat, yaitu *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Lactobacillus rhamnosus*, yang berperan penting dalam proses fermentasi yoghurt.

Dengan demikian, ekstrak umbi uwi ungu tidak hanya berperan sebagai sumber nutrisi dalam formulasi minuman fermentasi, tetapi juga berkontribusi dalam mendukung aktivitas dan viabilitas bakteri probiotik. Hasil ini menunjukkan bahwa uwi ungu berpotensi sebagai bahan baku lokal alternatif yang dapat dikembangkan dalam industri pangan fungsional, khususnya produk yoghurt berbasis fermentasi.

## Konflik Kepentingan

Penelitian ini dilaksanakan secara independen dan objektif. Seluruh proses, mulai dari perencanaan hingga pelaporan, dilakukan dengan menjunjung tinggi integritas akademik tanpa intervensi eksternal. Dengan pendekatan terbuka dan beretika, hasil penelitian ini memiliki validitas ilmiah yang kuat serta memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan penghargaan yang tulus kepada Universitas Tjut Nyak Dhen dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sumatera Utara atas penyediaan fasilitas penelitian. Dukungan institusional ini sangat berperan dalam kelancaran pelaksanaan studi ini.

## Referensi

- [1] Timo AM, Purwantiningsih TI. Kualitas kimia dan organoleptik yoghurt yang dibuat menggunakan kultur yoghurt dan jenis susu yang berbeda. *JAS* 2020;5:34–40.
- [2] Alfaridhi KK, Lunggani AT, Kusdiyantini E. Penambahan filtrat tepung umbi dahlia (*Dahlia variabilis* Willd.) sebagai prebiotik dalam pembuatan yoghurt sinbiotik. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi* 2013;15:64–72.
- [3] Singh R, Saharan H. Demystifying the trend of european companies to capture the asian market of yogurt: A case of international trade. *FOCUS: Journal of International Business* 2023;10:110–26.
- [4] Euromonitor International. *Packaged Milk and Yogurt in Indonesia*. 2023.
- [5] Rohman E, Maharani S. Peranan Warna, Viskositas, Dan Sineresis Terhadap Produk Yoghurt. *Edufortech* 2020;5. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v5i2.28812>.
- [6] Purwijantiningih E. Uji antibakteri yoghurt sinbiotik terhadap beberapa bakteri patogen enterik. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati* 2011:173–7.
- [7] Fadhlurrohman I, Wulandari C, Al-Ryadhi MRA. Diversifikasi Produk Susu Fermentasi dengan Pemanfaatan Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) sebagai Inovasi Pangan Fungsional. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, vol. 4, 2023, p. 363–74.
- [8] Louise ISY, Sulistyani SM, Al HP. Produksi Inulin Berbasis Umbi-Umbian Lokal Sebagai Bahan Dasar Obat. *Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA* 2020;4:14–23.
- [9] Aviany HB, Pujiyanto S. Analisis Efektivitas Probiotik di Dalam Produk Kecantikan sebagai Antibakteri terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Berkala Bioteknologi* 2020;3.
- [10] Yelnetty A, Tamasoleng M. The addition of Yam Tuber (*Dioscorea alata*) flour as a source of prebiotic on biomilk synbiotic characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 247, IOP Publishing; 2019, p. 12052.
- [11] Tamba O. Pengaruh Teknik Gelatinisasi dan Penambahan CaCl<sub>2</sub> Terhadap Karakteristik Pati Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L.) Yang Dimodifikasi Menggunakan Metode Presipitasi 2023.
- [12] Rahmawati A, Erina R. Rancangan Acak Lengkap (Ral) Dengan Uji Anova Dua Jalur. *Optika Jurnal Pendidikan Fisika* 2020;4:54–62. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.333>.
- [13] Fatmala N, Adam K Al, Risna YK. Karakteristik Sensoris Dan Nilai pH Yoghurt Dengan Variasi Starter Bakteri Yang Di Inkubasi Selama 8 Jam. *Jurnal Sains Pertanian (Jsp)* 2023;7:106–9. <https://doi.org/10.51179/jsp.v7i3.2223>.
- [14] Hendaro DR, Handayani AP, Esterelita E, Handoko YA. Mekanisme Biokimiawi Dan Optimalisasi *Lactobacillus Bulgaricus* Dan *Streptococcus Thermophilus* Dalam Pengolahan Yoghurt Yang Berkualitas. *Jurnal Sains Dasar* 2021;8:13–9. <https://doi.org/10.21831/jsd.v8i1.24261>.
- [15] Ramayani G, Rustanti N, Fitranti DY. Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Aktivitas Antioksidan, Dan Penerimaan Yoghurt Herbal Sinbiotik Dengan Penambahan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmannii*). *Journal of Nutrition College* 2018;7:140. <https://doi.org/10.14710/jnc.v7i3.22273>.
- [16] Hargono H. Pembuatan Bioetanol Dari Pati Umbi Uwi (*Discorea Alata*) Melalui Proses Fermentasi Dan Distilasi. *Metana* 2020;16. <https://doi.org/10.14710/metana.v16i2.34136>.
- [17] Mojiono M, Ajiid MDS, Wulandari S, Apriliyanti F, Alamsyah F, Fansuri H. Profil Umbi Uwi (*Dioscorea Alata*) Dan Potensi Aplikasi Pada Beragam Produk Pangan: Review. *Jurnal Agrosains Karya Kreatif Dan Inovatif* 2022;7:36–41. <https://doi.org/10.31102/agrosains.2022.7.1.36-41>.
- [18] Yaumi Y, Hadju R, Yelnetty A, Lontaan N. Kualitas Sensoris Yoghurt Sinbiotik Menggunakan Pati Termodifikasi dari Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea Alata*). *Zootec* 2020;40:196. <https://doi.org/10.35792/zot.40.1.2020.26953>.
- [19] Korengkeng AC, Yelnetty A, Hadju R, Tamasoleng M. Kualitas Fisikokimia dan Mikrobial Yoghurt Sinbiotik Yang Diberi Pati Termodifikasi Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea Alata*) Dengan Level Berbeda. *Zootec* 2019;40:124. <https://doi.org/10.35792/zot.40.1.2020.26922>.
- [20] Adrianto R, Wiraputra D, Jyoti MD, Andaningrum AZ, Rachmawati E, Stj R. Total Bakteri Asam Laktat, Total Asam, Nilai pH, Sineresis, Total Padatan Terlarut, dan Sifat Organoleptik Yoghurt Metode Back Slooping. *Jurnal Agritechno* 2020;13:105–11.
- [21] Syarifah AL, Retnowati R, Makin CMBM. Pengaruh Temperatur Penyimpanan Terhadap Kadar Kurkumin Simplisia Rimpang Temugiring (*Curcuma heyneana* Val.). *PHARMADEMICA: Jurnal Kefarmasian Dan Gizi* 2023;3:1–10.

- [22] Wijayanti IA, Purwadi P, Thohari I. Pengaruh Penambahan Tepung Sagu pada Yoghurt terhadap Sifat Fisik Es Krim Yoghurt. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak* 2016;11:38–45.
- [23] Oberman H, Libudzisz Z. Fermented milks. *Microbiology of Fermented Foods* 1998:308–50.
- [24] Tamime AY. Fermented milks. John Wiley & Sons; 2008.
- [25] Shah NP. Probiotics and fermented milks. *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks* 2006;87:341–54.
- [26] Setiarto RHB, Widhyastuti N. Pengaruh starter bakteri asam laktat dan penambahan tepung talas termodifikasi terhadap kualitas yogurt sinbiotik. *Indonesian Journal of Industrial Research* 2017;11:18–30.
- [27] Kinasih PN. Aktivitas antioksidan dan profil asam amino yoghurt hasil fermentasi susu sapi dengan starter dadih n.d.
- [28] Marshall RT, Goff HD, Hartel RW. Ice cream. Springer Science & Business Media; 2003.
- [29] Nugraheni A, Satwika D. Pengaruh Penambahan Natrium Bikarbonat dan Perlakuan Inokulasi dalam Pembuatan Yoghurt Susu Kacang Tanah. *Buletin Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan*, 2003.
- [30] Fadillah M, Syamsu M, Kaulika SA. Uji Tingkat Keasaman dan Sifat Fisik Yoghurt dengan Penambahan Ekstrak Daun Pegagan (*Centella asiatica*) dan Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*). *Risenologi* 2022;7:49–53.
- [31] Sawitri ME. Kajian Karakteristik Yoghurt Sinbiotik Yang Diperkaya Dengan Inulin 2018.
- [32] Manab A. Kajian sifat fisik yogurt selama penyimpanan pada suhu 4°C. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak* 2008;3:52–8.
- [33] Radi M, Niakousari M, Amiri S. Physicochemical, textural and sensory properties of low-fat yogurt produced by using modified wheat starch as a fat replacer. 2009.
- [34] Chairunnisa H. Penggunaan starter bakteri asam laktat pada produk susu fermentasi “lifihomi” (Utilization of lactic acid bacteria in fermented milk product “lifihome”). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran* 2006;6.
- [35] Cahyanti AN, Sampurno A, Nofiyanto E, Iswoyo I. Pertumbuhan Starter dengan Memanfaatkan Nangka dan Cempedak sebagai Additif Gula Pada Yogurt Susu Kambing. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI AGRIBISNIS PETERNAKAN (STAP)*, vol. 8, 2021, p. 482–9.
- [36] Bahow G, Yelnetty A, Tamasoleng M, Pontoh WJH. Karakteristik Es Krim Menggunakan Starter Bakteri Probiotik *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus*. *ZOOTEC* 2016;36:69–76.