

## Pemanfaatan Probiotik *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* dalam Yoghurt Berbasis Susu Kacang Arab (*Cicer Arietinum L.*) dengan Perendaman Natrium Bikarbonat dan Penambahan Stevia

Jennifer Felicia Prananto<sup>1</sup>, Adolf J. N. Parhusip<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Jl. M.H. Thamrin Boulevard 1100 Lippo Village, Karawaci, Tangerang, Indonesia

### ABSTRACT

Yogurt is a functional food product rich in probiotics and plays a vital role in maintaining digestive health and the immune system. Animal-based yogurt contains lactose and cholesterol, making it unsuitable for those with lactose intolerance. Therefore, lactose-free, high-protein, and nutrient-rich chickpea milk can be an alternative ingredient for plant-based yogurt. However, chickpea yogurt has quite an unpleasant taste and aroma, as well as a bitter aftertaste due to phenolic compounds and lipoxygenase enzyme activity. This study aims to develop chickpea milk yogurt with optimal sensory and nutritional quality by soaking chickpeas in sodium bicarbonate solution (0, 1, 2, 3%; 8, 16, 24 hours), adding stevia (0.044, 0.088, 0.133%) as a low-calorie sweetener, and using a combination of probiotics *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum* (1:0, 2:1, 1:1, 1:2, 0:1) to support fermentation and yogurt stability. The results of the analysis showed that variations in the ratio of bacteria and stevia concentration significantly affected pH, total lactic acid, total LAB, total sugar, and protein, with a formulation of a 1:1 bacterial ratio and 0.088% stevia providing a pH of  $4.1 \pm 0.04$ , protein  $6.1 \pm 0.04\%$ , lactic acid  $0.96 \pm 0.01\%$ , total sugar  $1.65 \pm 0.00\%$ , good fermentation efficiency, high LAB viability ( $9.27 \pm 0.04 \log \text{CFU/ml}$ ), and the highest sensory acceptance. This combination is recommended as the best formulation for chickpea milk yogurt with optimal chemical, microbiological, and sensory qualities.

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Chickpea; *Lactobacillus casei*; *Lactobacillus plantarum*; Stevia; Yogurt

#### \*Corresponding author:

adolff.parhusip@uph.edu

#### Article history:

Submitted 4 Mar 2026

Revised 5 May 2026

Accepted 6 May 2026

Online Available 13 May 2026

Published 20 May 2026



## 1. Pendahuluan

Yoghurt merupakan produk pangan kaya probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan, terutama dalam meningkatkan pencernaan dan mendukung sistem imun tubuh. Umumnya, yoghurt dibuat dari susu hewani seperti susu sapi yang mengandung kolesterol, lemak jenuh, dan laktosa. Tingginya prevalensi intoleransi laktosa di Indonesia, mencapai 66% pada orang dewasa [1], mendorong potensi lain sebagai alternatif berbasis nabati. Yoghurt nabati dapat dibuat dari biji-bijian atau kacang-kacangan, seperti kedelai, kacang hijau, kacang merah, biji wijen, dan kacang arab [2]. Dalam 100 gram kacang Arab terdapat sekitar 380 kalori yang disertai dengan kandungan gizi yang cukup lengkap, meliputi 20,5 gram protein, 63 gram karbohidrat, 6 gram lemak, dan 12 gram serat. Selain itu, kacang Arab juga kaya akan vitamin dan mineral penting seperti 550 mikrogram asam folat, 99 mikrogram kolin, 4,3 miligram zat besi, 720 miligram kalium, 80 miligram magnesium, 60 miligram kalsium, 3 miligram zinc serta vitamin B, vitamin E, dan vitamin K [3], sedangkan susu kacang arab (*Cicer arietinum L.*) kaya protein dengan kandungan 23,8 g/100 g [4], serta bebas kolesterol dan laktosa [5].

Meskipun memiliki kandungan gizi tinggi, yoghurt kacang arab memiliki kendala rasa dan aroma, seperti langu dan *aftertaste* pahit akibat senyawa fenolik seperti asam fenolat dan tanin [6], serta aktivitas enzim lipoksigenase yang menurunkan mutu gizi dan menyebabkan *off-flavor* [7]. Perendaman kacang arab dalam larutan natrium bikarbonat dapat mengurangi senyawa penyebab rasa langu dengan memodifikasi struktur protein lipoksigenase sehingga lebih mudah terdegradasi. Efektivitas perendaman terhadap mutu sensorik dan fisikokimia yoghurt kacang arab perlu dievaluasi lebih lanjut.

Kultur probiotik *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* tidak hanya mendukung fermentasi dan tekstur yoghurt, tetapi juga berperan mereduksi logam berat melalui mekanisme biosorpsi dan akumulasi. Penelitian Parhusip (2025) menunjukkan rasio probiotik *Bifidobacterium sp.* dan *Lactobacillus sp.* efektif sebagai pereduksi logam berat *in vitro*, sehingga penerapannya pada

yoghurt kacang arab dapat menambah nilai fungsional bagi penderita intoleransi laktosa dan diabetes [8].

Produk yoghurt biasanya diberi pemanis untuk meningkatkan rasa, namun pemanis berkalori tinggi kurang aman bagi penderita diabetes [9]. Stevia, pemanis alami dari Stevia rebaudiana, memiliki efek hipoglikemik dan tidak memengaruhi metabolisme insulin sehingga cocok sebagai pemanis rendah kalori dalam yoghurt kacang arab.

Penelitian sebelumnya membuktikan *Lactobacillus* sp. mampu mereduksi logam berat melalui pengikatan dan penyerapan [10], namun penerapannya pada produk pangan fungsional belum tersedia. Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan memanfaatkan *L. casei* dan *L. plantarum* dalam yoghurt berbasis kacang arab yang diperkaya stevia, mengintegrasikan efektivitas probiotik *in vitro* ke produk pangan fungsional yang bebas laktosa, tinggi protein nabati, ramah bagi penderita diabetes, dan berpotensi mendukung detoksifikasi logam berat.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang arab Garbanzo yang dibeli secara online, aquadest, soda kue “Kopoe-Kopoe”, susu skim bubuk “Laktona”, ekstrak stevia 97% “Nutiver”, kultur murni *L. casei*, kultur murni *L. plantarum*, media de Man Rogosa Sharpe Broth (MRSB) “Merck”, de Man Rogosa Sharpe Agar (MRSA) “Merck”, natrium klorida (NaCl) “Merck”, alkohol 70%, pewarna kristal-violet, larutan Iodin, aseton-alkohol, larutan cat Safranin, hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) “Smart Lab”, sodium dihidrogen fosfat monohidrat (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O) “Smart Lab”, dinatrium hidrogen fosfat (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) “Smart Lab”, indikator fenolftalein 1%, tembaga(II) sulfat pentahidrat (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) “Smart Lab”, asam sitrat “Smart Lab”, natrium karbonat anhidrat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) “Smart Lab”, HCl pekat “Smart Lab”, kalium iodida (KI) “Smart Lab”, asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) “Smart Lab”, natrium thiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) “Smart Lab”, *starch indicator*, kalium sulfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) “Smart Lab”, selenium “Smart Lab”, asam borat “Smart Lab”, asam linoleat “Smart Lab”, Tween-20 “Smart Lab”, natrium borat “Smart Lab”, natrium hidroksida (NaOH) “Smart Lab”.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *steamer*, kompor, *blender*, kain saring, *heater*, termometer, *water bath* “Memmert”, timbangan analitik “AS ONE”, mikropipet, tip, pipet tetes, mikroskop, bunsen, *tray*, pH meter, cawan petri *disposable*, penjepit kayu, tabung reaksi, jarum ose, *colony counter* “Prio”, spidol, gelas beaker “Iwaki”, erlenmeyer “Iwaki”, labu takar “Iwaki”, buret “Iwaki”, corong, gelas ukur “Iwaki”, pipet volumetric “Iwaki”, *rubber bulb*, labu Kjeldahl, alat destilasi “Buchi”, batang pengaduk, *kuvet quartz*, mesin sentrifugasi “Hermle”, lemari asam, spektrofotometer UV-vis “DLAB SP-V1000”, autoklaf “Gea”, inkubator “Memmert”, *vortex* “Hwashin”, *aluminium foil*, *magnetic stirrer*, *colony counter* “Prio”, dan *laminar air flow*.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan tahap persiapan kultur dan pembuatan starter yoghurt, pembuatan susu kacang arab, serta pembuatan yoghurt susu kacang arab yang dilanjutkan dengan analisis parameter kimia, mikrobiologi, dan sensori. Pada tahap awal, kultur bakteri *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* disiapkan sebagai kultur stok, kemudian disegarkan menjadi kultur kerja menggunakan media MRSB dengan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kultur kerja selanjutnya diuji kemurniannya melalui pewarnaan Gram dan uji katalase [11] sebelum digunakan sebagai starter yoghurt, yaitu dengan menginokulasikan 10 mL kultur ke dalam 90 mL susu skim yang telah dipanaskan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Tahap berikutnya adalah pembuatan susu kacang arab dengan dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi natrium bikarbonat (0%, 1%, 2%, dan 3%) serta waktu perendaman (8, 16, dan 24 jam) pada suhu ruang. Setelah perendaman, kacang arab diuji aktivitas enzim lipoksigenase [12], kemudian ditiriskan, dikupas, dikukus, dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:8, disaring, serta dipanaskan pada suhu 85–90°C selama 30 menit hingga diperoleh susu kacang arab. Susu yang dihasilkan kemudian digunakan dalam pembuatan yoghurt dengan penambahan susu skim bubuk 10% (b/v) dan ekstrak stevia pada konsentrasi 0,04%, 0,09%, dan 0,13%, kemudian dihomogenkan. Campuran dipanaskan pada suhu 85°C selama 15 menit dan didinginkan hingga 40°C sebelum diinokulasi starter yoghurt sebanyak 3%

dengan variasi rasio *L. casei* dan *L. plantarum* yaitu 1:0, 1:1, 2:1, 1:2, dan 0:1, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 16 jam.

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan faktorial dengan tiga faktor perlakuan, yaitu konsentrasi natrium bikarbonat, waktu perendaman, dan rasio kultur bakteri, sehingga diperoleh sejumlah kombinasi perlakuan yang masing-masing dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Setiap perlakuan dianalisis terhadap parameter pH [13], total asam tertitrasi [14], total bakteri asam laktat [15], total gula metode Luff Schoorl [16], serta total protein metode Kjeldahl [17], dan dilengkapi dengan uji sensori berupa uji skoring dan hedonik. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%, dan apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Identifikasi Probiotik *L. casei* dan *L. Plantarum*

Identifikasi bakteri probiotik *L. casei* dan *L. plantarum* dilakukan melalui pewarnaan Gram, uji morfologi, dan uji katalase. Hasil identifikasi *L. casei* dan *L. plantarum* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

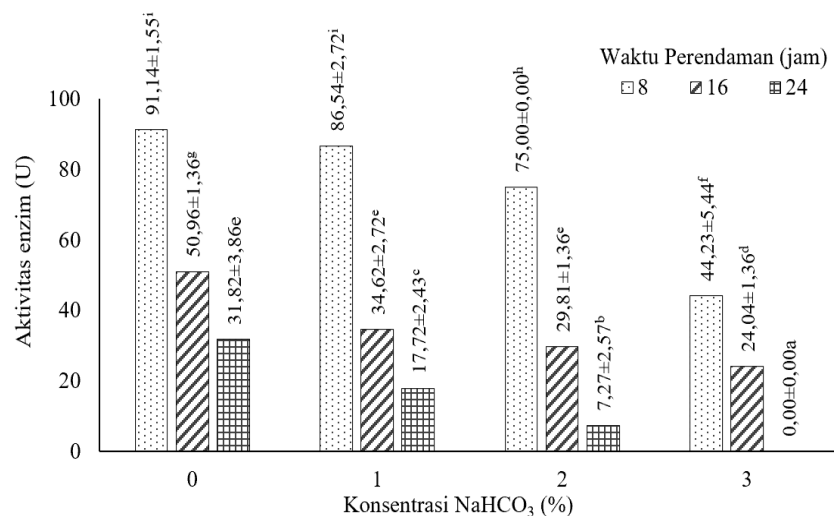
**Tabel 1.** Hasil identifikasi *L. casei* dan *L. plantarum*

Kultur BAL	Pewarnaan Gram	Bentuk	Uji Katalase
<i>L. casei</i>	+	Basil	-
<i>L. plantarum</i>	+	Basil	-

Hasil pewarnaan Gram kultur kerja bakteri *L. casei* dan *L. plantarum* menunjukkan bahwa kedua kultur bakteri tergolong sebagai bakteri Gram positif berdasarkan warna ungu kebiruan pada sel. Perbedaan warna pada hasil uji Gram positif negatif menunjukkan adanya perbedaan struktur pada dinding sel bakteri. Struktur dinding sel bakteri Gram positif memiliki kandungan peptidoglikan yang tebal, berbeda dengan bakteri Gram negatif yang memiliki struktur dinding sel dengan kandungan lipid yang tinggi [18]. Pengamatan morfologi bakteri *L. casei* dan *L. plantarum* menunjukkan bahwa kedua bakteri berbentuk basil, sesuai dengan karakteristik umum *Lactobacillus* [18]. Pada hasil uji katalase, tidak terbentuknya gelembung gas pada kedua isolat bakteri menunjukkan bahwa kedua bakteri merupakan bakteri katalase negative, sesuai dengan sifat bakteri asam laktat *L. casei* dan *L. plantarum*.

#### 3.2 Aktivitas Enzim Lipoksigenase Kacang Arab dengan Perendaman Natrium Bikarbonat

Aktivitas enzim lipoksigenase kacang arab yang telah direndam dalam larutan natrium bikarbonat dengan konsentrasi dan waktu perendaman yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil uji aktivitas enzim lipoksigenase kacang arab

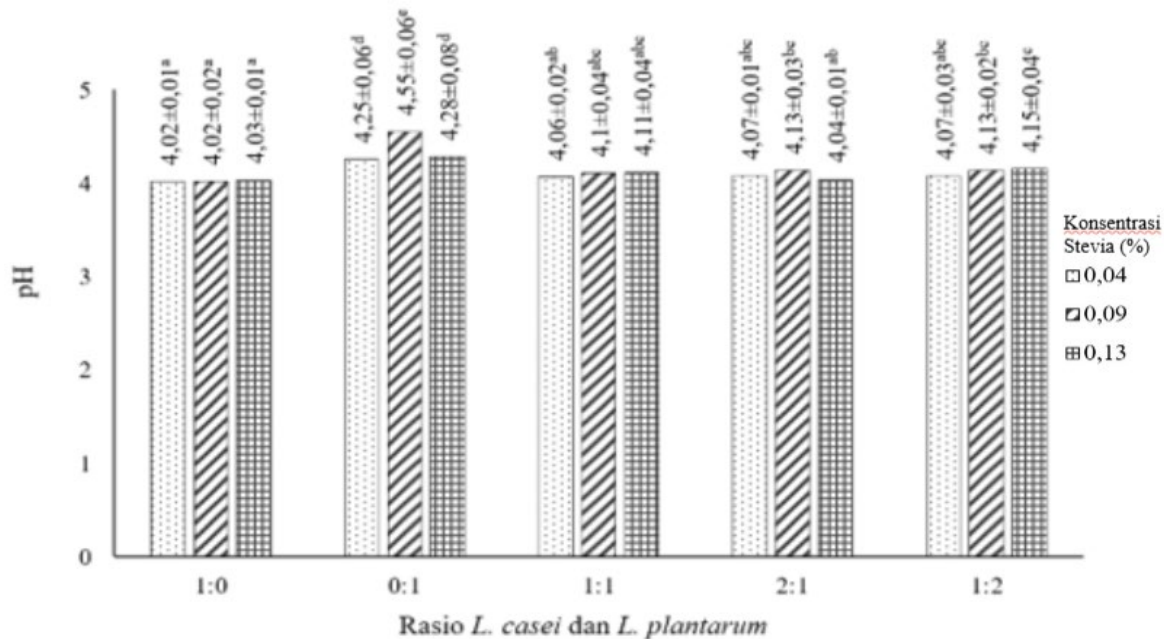
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

Aktivitas enzim lipoksigenase-1 pada kacang arab, yang didefinisikan sebagai satu unit enzim (U) setara dengan peningkatan absorbansi 1,0 per menit pada 234 nm, bervariasi antara 0 hingga 91,14 U kacang arab. Aktivitas tertinggi masih terdeteksi pada perlakuan perendaman tanpa penambahan  $\text{NaHCO}_3$  (0%) selama 8 jam sebesar  $91,14 \pm 1,55$  U, menunjukkan bahwa perlakuan tersebut belum efektif dalam menginaktivasi enzim. Sebaliknya, perendaman selama 24 jam dengan penambahan 3%  $\text{NaHCO}_3$  menghasilkan aktivitas lipoksigenase yang tidak terdeteksi ( $0,00 \pm 0,00$  U), yang mengindikasikan terjadinya inaktivasi enzim akibat perubahan pH dan kerusakan struktur protein enzim oleh paparan basa dalam waktu lama, enzim lipoksigenase memiliki pH aktivasi optimal yang berkisar dari 6 sampai 7 [19]. Inaktivasi lipoksigenase ini berkontribusi pada penurunan rasa kacang atau *beany flavor*, yang umumnya disebabkan oleh pembentukan senyawa karbonil rantai pendek hasil oksidasi asam lemak tak jenuh ganda yang dikatalisis oleh lipoksigenase [20], sehingga perendaman dengan  $\text{NaHCO}_3$  3% selama 24 jam dapat dianggap sebagai perlakuan paling efektif untuk memperbaiki mutu sensori yoghurt susu kacang arab.

### 3.3 Pengaruh Rasio Starter Yoghurt dan Konsentrasi Stevia terhadap Yoghurt Susu Kacang Arab

#### 3.3.1 Nilai pH

Nilai pH merupakan salah satu indikator penting untuk menentukan tingkat keasaman dan kualitas produk yoghurt susu kacang arab. Nilai pH yoghurt susu kacang arab pada berbagai rasio *L. casei* dan *L. plantarum* serta adanya perbedaan konsentrasi stevia dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Grafik nilai pH yoghurt susu kacang arab

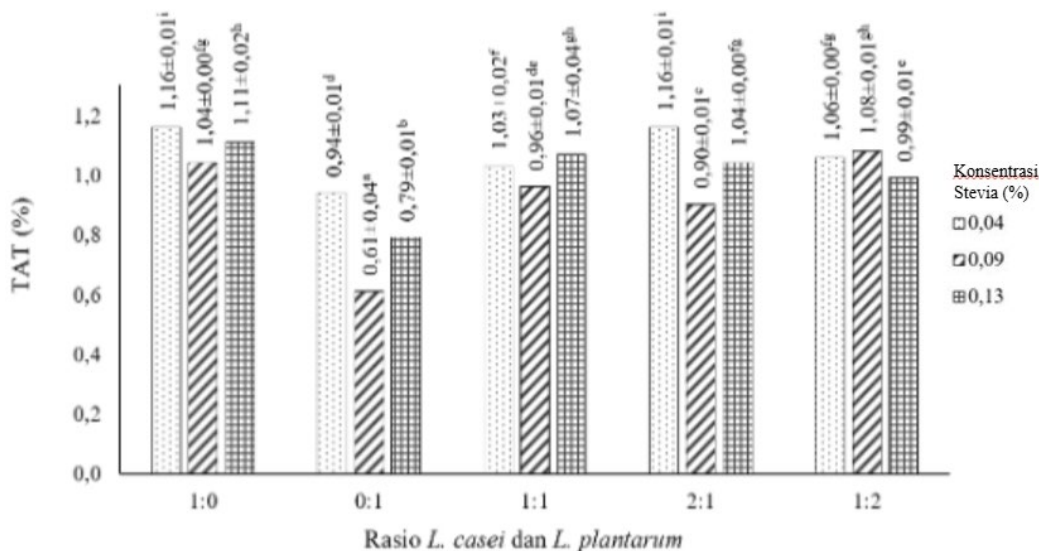
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

Nilai pH yoghurt susu kacang arab yang dihasilkan berada pada kisaran 4,01 hingga 4,54, masih sesuai dengan batasan pH ideal produk yoghurt menurut SNI yaitu 3,80-4,50. Nilai pH tertinggi ( $4,55 \pm 0,06$ ) dan terendah ( $4,02 \pm 0,01$ ) diperoleh menunjukkan perbedaan kemampuan bakteri dalam memproduksi asam laktat. *L. plantarum* dinilai lebih efisien pada substrat nabati sehingga dapat mempertahankan pH fermentasi dengan lebih stabil [21], sedangkan *L. casei* cenderung menghasilkan produksi asam lebih intensif sehingga menurunkan pH [22]. Perlakuan terbaik untuk memperoleh pH stabil adalah stevia 0,04% atau 0,09% dengan rasio starter 1:0, yang menghasilkan pH  $4,02 \pm 0,01$  dan  $4,02 \pm 0,02$ . Kombinasi ini efektif mempertahankan stabilitas protein dan karakteristik yoghurt karena *L. casei* mampu mempercepat penurunan pH pada bahan nabati dengan menghasilkan asam laktat [23]. Karbohidrat dipecah menjadi bentuk monosakarida pada fermentasi asam laktat. Monosakarida diubah menjadi asam laktat dengan bantuan enzim laktase dehidrogenase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat melalui jalur *Embden Meyerhoff Parnas* (EMP). Asam laktat dibentuk melalui jalur EMP, glukosa dirombak menjadi piruvat, lalu diubah menjadi asam laktat dengan bantuan enzim laktase dehidrogenase

[24]. Metabolisme karbohidrat *L. plantarum* sebagai bakteri homofermentatif melalui jalur EMP seharusnya dapat menunjukkan kemampuan penurunan pH yang lebih baik selama fermentasi dibandingkan dengan *L. casei*.

### 3.3.2 Total Asam Tertitrasi

Total asam tertitrasi merupakan nilai yang menunjukkan jumlah asam laktat yang terkandung dalam yoghurt. Hasil analisis total asam tertitrasi (TAT) yoghurt susu kacang arab dapat dilihat pada **Gambar 3**.

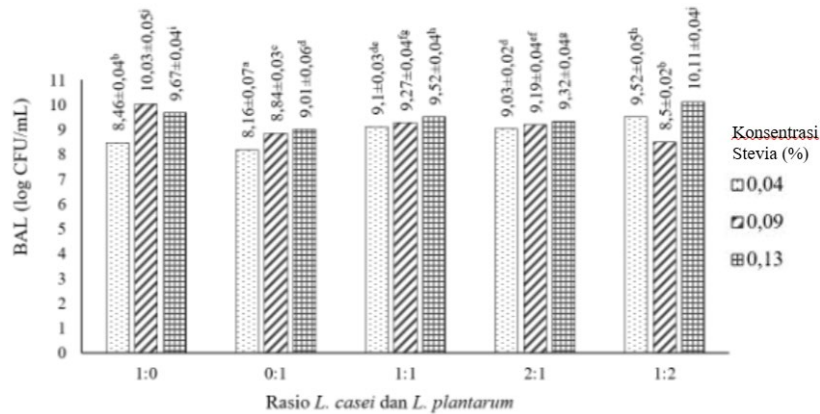


**Gambar 3.** Grafik total asam tertitrasi yoghurt susu kacang arab  
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

Total asam tertitrasi (TAT) menunjukkan kadar asam laktat dalam yoghurt sebagai hasil fermentasi laktosa oleh bakteri asam laktat. Menurut SNI 2981:2009, kadar asam laktat pada yoghurt probiotik yang memenuhi standar berada pada kisaran 0,5-2,0%. Nilai TAT pada yoghurt susu kacang arab berbeda signifikan akibat variasi rasio bakteri *starter* dan konsentrasi stevia. Kadar asam laktat tertinggi terdapat pada yoghurt dengan stevia 0,04% dan rasio *starter* 1:0 atau 2:1 ( $1,16 \pm 0,01$  dan  $1,16 \pm 0,00$ ), sedangkan terendah pada rasio 0:1 dengan stevia 0,09% ( $0,61 \pm 0,04$ ). Penggunaan starter *L. casei* pada yoghurt berbahan dasar nabati memberikan kontribusi besar terhadap pembentukan asam laktat karena aktivitas glikolisisnya yang lebih efisien dibandingkan bakteri lain, namun proses ini dapat terhambat pada konsentrasi stevia 0,10% akibat perubahan tekanan osmotik atau interaksi komponen yang mengganggu sel bakteri dan dikarenakan stevia dapat berperan sebagai antibakteri, antiinflamasi, dan antifungi, sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi akan berkurang [25]. Berdasarkan analisis statistik, efisiensi fermentasi terbaik dicapai pada penggunaan stevia 0,04% dengan rasio starter 1:0 atau 2:1, yang secara efektif menghasilkan nilai Total Asam Tertitrasi (TAT) maksimum dan keasaman konsisten sesuai standar SNI 2981:2009 tanpa menghambat metabolisme mikroorganisme [21].

### 3.3.3 Total Bakteri Asam Laktat

Total bakteri asam laktat (BAL) merupakan indikator utama keberhasilan proses fermentasi karena bakteri asam laktat berperan dalam produksi asam laktat, menyebabkan penurunan pH, dan pembentukan karakteristik yoghurt. Jumlah total bakteri asam laktat dihitung dan dinyatakan dalam satuan log CFU/ml. Jumlah bakteri asam laktat terdapat pada yoghurt susu kacang arab dapat dilihat pada **Gambar 4**.

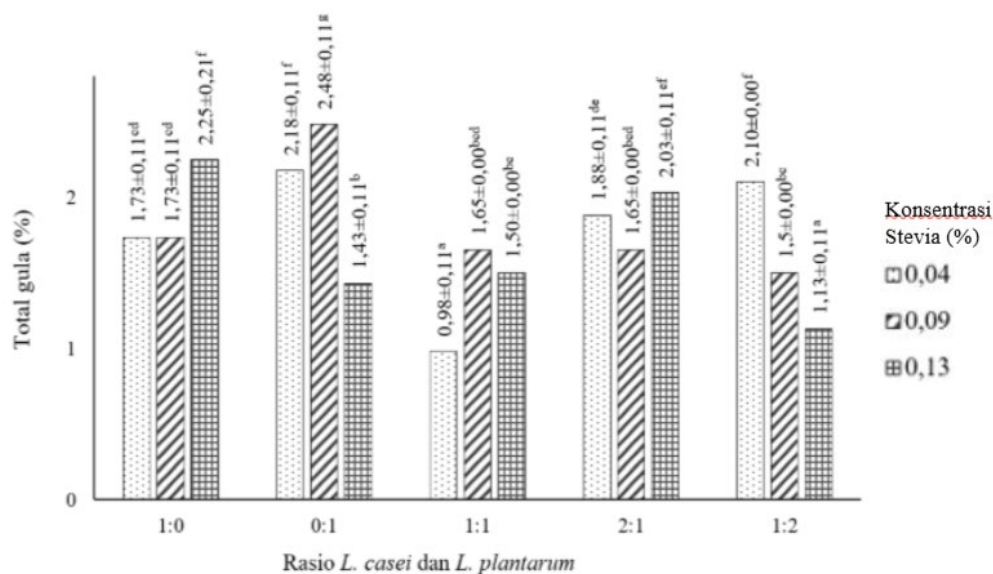


**Gambar 4.** Grafik total bakteri asam laktat yoghurt susu kacang arab  
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

Total bakteri asam laktat (BAL) merupakan indikator utama keberhasilan fermentasi karena berperan dalam produksi asam laktat, penurunan pH, dan pembentukan karakteristik yoghurt. Menurut SNI 2981:2009, yoghurt harus mengandung minimal  $10^7$  CFU/mL bakteri hidup agar memenuhi standar mikrobiologis. Penggunaan kombinasi kedua isolat bakteri dapat meningkatkan jumlah asam laktat dan populasi BAL secara lebih efektif dibandingkan isolat tunggal dikarenakan jumlah metabolit yang terbentuk diduga menjadi lebih besar dan populasi bakteri asam laktat dapat meningkat [26]. Perbedaan yang terjadi kemungkinan disebabkan kemampuan adaptasi *Lactobacillus plantarum* yang lebih baik pada media fermentasi dengan stevia, meskipun senyawa aktif stevia dapat menghambat pertumbuhan bakteri [27]. Total bakteri asam laktat pada produk yoghurt dapat mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi stevia karena memiliki senyawa steviosida yang bersifat antibakteri [28]. Steviosida dapat menghambat pertumbuhan pada bakteri *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei* [29]. Namun penggunaan konsentrasi stevia pada konsentrasi rendah (0,025-0,3%) diketahui tidak memberikan efek pada pertumbuhan aktivitas bakteri asam laktat [25].

### 3.3.4 Total Gula

Total gula pada yoghurt mencakup seluruh kandungan gula dari bahan baku maupun yang terbentuk selama fermentasi, di mana sebagian gula dikonversi oleh bakteri asam laktat menjadi asam laktat dan metabolit lain [25]. Hasil analisis total gula pada yoghurt susu kacang arab dapat dilihat pada **Gambar 5**.

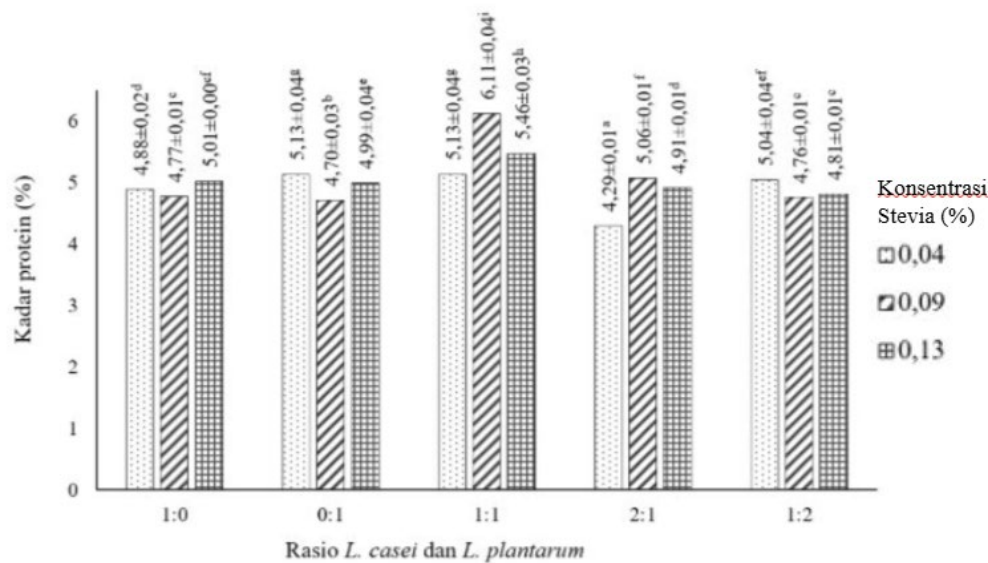


**Gambar 5.** Grafik total gula yoghurt susu kacang arab  
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

Tingginya total gula pada rasio 0:1 disebabkan *L. plantarum* memanfaatkan karbohidrat lebih lambat, sedangkan sinergi kedua bakteri pada rasio 1:1 mempercepat metabolisme gula, menghasilkan kadar gula terendah [30][31]. Perlakuan rasio 1:1 dengan stevia 0,04% dianggap paling baik karena fermentasi berlangsung paling efisien. Glukosa dimanfaatkan oleh *L. casei* dan *L. plantarum* sebagai sumber energi dan bagian lainnya dimetabolisme lebih lanjut menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Kandungan gula pada pemanis stevia tidak dapat difermentasi oleh bakteri. Glikosida yang terkandung dalam stevia, seperti rebaudiosida dan steviosida tidak dapat difermentasi oleh bakteri asam laktat [32]. Penambahan stevia dapat menyebabkan jumlah bakteri asam laktat yang terbentuk menjadi lebih sedikit, sehingga gula yang diubah menjadi asam organik semakin berkurang dan sisa gula menjadi lebih banyak [33].

### 3.3.5 Kadar Protein

Selama proses fermentasi berlangsung, bakteri asam laktat memiliki aktivitas proteolitik yang dapat memecah protein menjadi peptida dan asam amino. Kadar protein yoghurt susu kacang arab dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik kadar protein yoghurt susu kacang arab  
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

Total protein pada yoghurt dipengaruhi oleh kandungan protein bahan baku, yaitu susu dan kacang arab, serta aktivitas proteolitik bakteri asam laktat yang memecah protein menjadi peptida dan asam amino, meningkatkan pencernaan dan nilai gizi produk. Kadar protein yoghurt susu kacang arab berbeda signifikan antar perlakuan akibat variasi rasio *L. casei* dan *L. plantarum* serta konsentrasi stevia, dengan seluruh perlakuan memenuhi syarat protein minimum 2,7% menurut SNI 2981:2009. Tingginya kadar protein pada rasio 1:1 disebabkan sinergi kedua spesies BAL dalam aktivitas proteolitik melalui mekanisme komplementaritas sistem proteolitik, di mana efisiensi pemecahan protein tidak hanya bergantung pada jumlah protease, tetapi lebih pada keragaman jenis enzim yang dihasilkan. *L. casei* berperan dominan dalam pemecahan awal protein kompleks melalui protease dinding selnya yang kuat, sementara *L. plantarum* menyediakan spektrum peptidase ekstraseluler yang lebih luas untuk mendegradasi peptida tersebut menjadi asam amino bebas. Kerja sama ini menciptakan efek *cross-feeding*, di mana hasil pemecahan satu spesies menjadi nutrisi bagi spesies lainnya, sehingga metabolisme kedua bakteri menjadi lebih aktif dan optimal dalam membongkar struktur protein kacang arab yang kompleks tanpa terhambat oleh konsentrasi stevia 0,09% [34].

Penggunaan konsentrasi stevia 0,13% pada yoghurt susu kacang arab seharusnya masih berada dalam rentang yang mendukung aktivitas bakteri dan berpotensi menghasilkan kadar protein lebih tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi stevia. Penggunaan konsentrasi stevia yang rendah hingga sedang, yaitu 0,025% hingga 0,3%, diketahui mampu mendukung pertumbuhan aktivitas bakteri asam laktat seperti proteolisis yang berperan dalam pemecahan protein. Hasil uji kadar protein menunjukkan

bahwa konsentrasi stevia 0,13% belum menghasilkan yoghurt dengan kadar protein yang paling optimal. Hal tersebut diduga adanya efek stevia terhadap aktivitas bakteri asam laktat seperti terjadinya tekanan osmotik atau perubahan lingkungan fermentasi yang dapat menurunkan efisiensi kerja enzim proteolitik, meskipun konsentrasi tersebut belum berada pada jumlah yang dianggap sebagai antibakteri [25].

### 3.3.6 Uji Skoring

Uji skoring dilakukan untuk menilai intensitas setiap parameter sensori yoghurt susu kacang arab dan mengetahui pengaruh konsentrasi stevia terhadap karakteristik sensori produk. Uji skoring dilakukan terhadap parameter yang meliputi warna, tekstur, aroma, rasa asam, rasa manis, rasa kacang, dan *aftertaste* yoghurt susu kacang arab. Hasil uji skoring ditunjukkan pada **Tabel 2**. Hasil uji skoring menunjukkan bahwa variasi konsentrasi stevia memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter sensori yoghurt kacang arab. Parameter warna, tekstur, rasa kacang, dan *aftertaste* tidak menunjukkan perbedaan signifikan ( $p > 0,05$ ), yang mengindikasikan bahwa penambahan stevia hingga 0,13% tidak cukup untuk mempengaruhi karakter visual maupun sifat fisik yoghurt [35]. Sebaliknya, parameter aroma, rasa asam, dan rasa manis menunjukkan perbedaan signifikan ( $p \leq 0,05$ ). Aroma asam tertinggi diperoleh pada konsentrasi stevia 0,09% dan terendah pada 0,13%, kemungkinan akibat interaksi antara intensitas pemanis dan profil aroma asam yoghurt [36]. Rasa manis meningkat seiring bertambahnya konsentrasi stevia, dengan nilai tertinggi pada 0,13%, sesuai dengan karakter stevia sebagai pemanis berintensitas tinggi [37]. Secara keseluruhan, penambahan stevia terutama mempengaruhi aroma, rasa asam, dan rasa manis, sementara parameter sensori lainnya relatif tidak terpengaruh signifikan, sehingga pemanis berperan penting dalam profil rasa tanpa mengubah sifat fisik dan visual yoghurt susu kacang arab. Konsistensi yoghurt lebih dipengaruhi oleh proses fermentasi dan protein nabati dibandingkan dengan efek pemanis stevia yang bersifat non-kalorik.

**Tabel 2.** Hasil uji skoring yoghurt susu kacang arab

Parameter	Konsentrasi Stevia		
	0,04%	0,09%	0,13%
Warna	3,24±0,94 <sup>a</sup>	2,92±1,07 <sup>a</sup>	3,16±1,11 <sup>a</sup>
Tekstur	4,3±1,02 <sup>a</sup>	4,08±0,92 <sup>a</sup>	4,2±0,99 <sup>a</sup>
Aroma	3,86±0,95 <sup>a</sup>	4,52±0,71 <sup>b</sup>	3,7±1,02 <sup>a</sup>
Rasa Asam	3,78±1,09 <sup>b</sup>	3,78±1,11 <sup>b</sup>	3,2±1,11 <sup>a</sup>
Rasa Manis	4,04±0,97 <sup>a</sup>	4,52±0,84 <sup>b</sup>	5,24±0,8 <sup>c</sup>
Rasa Kacang	2,6±1,2 <sup>a</sup>	2,38±1,05 <sup>a</sup>	2,76±1,2 <sup>a</sup>
<i>Aftertaste</i>	2,04±0,95 <sup>a</sup>	1,88±0,87 <sup>a</sup>	2,02±1,04 <sup>a</sup>

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

1 = sangat tidak kekuningan; sangat tidak kental; sangat tidak beraroma asam; sangat tidak berasa asam; sangat tidak berasa manis; sangat tidak berasa kacang (*beany*); sangat tidak pahit

6 = sangat kekuningan; sangat kental; sangat beraroma asam; sangat berasa asam; sangat berasa manis; sangat berasa kacang (*beany*); sangat pahit

### 3.3.7 Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap yoghurt susu kacang arab sehingga dapat diketahui pengaruh variasi konsentrasi stevia terhadap tingkat penerimaan produk. Penilaian meliputi parameter warna, tekstur, aroma asam, rasa asam, rasa manis, rasa kacang, *aftertaste*, dan kesukaan secara keseluruhan. Hasil uji hedonik yoghurt susu kacang arab dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil uji hedonik yoghurt susu kacang arab

Parameter	Konsentrasi Stevia		
	0,04%	0,09%	0,13%
Warna	5,3±1,04 <sup>a</sup>	5,64±0,85 <sup>a</sup>	5,48±0,91 <sup>a</sup>
Tekstur	5,44±1,16 <sup>a</sup>	5,3±1,28 <sup>a</sup>	5,46±1,23 <sup>a</sup>

Aroma	4,92±1,37 <sup>a</sup>	5,22±1,25 <sup>a</sup>	5,1±1,3 <sup>a</sup>
Rasa Asam	4,84±1,3 <sup>a</sup>	5,32±1,15 <sup>a</sup>	4,8±1,5 <sup>a</sup>
Rasa Manis	4,96±1,18 <sup>a</sup>	5,12±1,29 <sup>a</sup>	4,98±1,55 <sup>a</sup>
Rasa Kacang	4,68±1,6 <sup>a</sup>	5,06±1,5 <sup>a</sup>	4,72±1,64 <sup>a</sup>
<i>Aftertaste</i>	4,98±1,56 <sup>a</sup>	5,44±1,3 <sup>a</sup>	5,14±1,63 <sup>a</sup>
Keseluruhan	5,02±1,17 <sup>a</sup>	5,36±0,96 <sup>a</sup>	5,06±1,33 <sup>a</sup>

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

1 = sangat tidak suka

7 = sangat suka

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa penambahan stevia pada yoghurt susu kacang arab pada konsentrasi 0,04%, 0,09%, dan 0,13% tidak menimbulkan perbedaan signifikan pada seluruh parameter sensori hedonik, termasuk warna, tekstur, aroma, rasa asam, rasa manis, rasa kacang, *aftertaste*, dan penilaian keseluruhan. Yoghurt dengan stevia 0,09% cenderung memperoleh skor tertinggi pada hampir semua atribut, seperti warna (5,64±0,85<sup>a</sup>), aroma (5,22±1,25<sup>a</sup>), rasa asam (5,32±1,15<sup>a</sup>), rasa manis (5,12±1,29<sup>a</sup>), *aftertaste* (5,44±1,3<sup>a</sup>), dan keseluruhan (5,36±0,96<sup>a</sup>), sedangkan nilai terendah sering ditemukan pada stevia 0,04%. Konsentrasi 0,09% memberikan keseimbangan rasa yang disukai panelis tanpa menimbulkan *aftertaste* yang mengganggu. Stevia sebagai pemanis alami non-kalori tidak mengubah tekstur, konsistensi, atau karakter fisik yoghurt secara signifikan, sehingga penerimaan keseluruhan tetap tinggi [35]. Penggunaan konsentrasi optimal 0,09% efektif sebagai pengganti gula konvensional tanpa merusak karakter sensori yoghurt [38]. Tingkat kemanisan yang sesuai dapat mendukung atribut lain dalam yoghurt susu kacang arab tanpa menimbulkan *aftertaste* mengganggu atau merusak karakteristik alami yoghurt seperti rasa asam.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa waktu perendaman kacang arab terbaik untuk menonaktifkan enzim lipoksigenase terdapat pada waktu 24 jam menggunakan konsentrasi natrium bikarbonat 3%, menunjukkan tidak ada aktivitas enzim lipoksigenase. Variasi rasio *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* serta konsentrasi stevia dalam pembuatan yoghurt susu kacang arab memengaruhi karakteristik kimia, mikrobiologis, dan sensori yoghurt. Formulasi dengan rasio bakteri 1:1 dan stevia 0,09% memberikan hasil paling optimal, ditunjukkan oleh pH (4,1±0,04), protein (6,1±0,04%), asam laktat (0,96±0,01%), total gula (1,65±0,00%), efisiensi fermentasi baik, viabilitas BAL tinggi (9,27±0,04 log CFU), serta tingkat penerimaan sensori tertinggi, sehingga kombinasi ini direkomendasikan sebagai formulasi terbaik untuk yoghurt susu kacang arab berkualitas kimia, mikrobiologi, dan sensori optimal.

#### Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas Pelita Harapan (UPH) atas pendanaan yang diberikan untuk Penelitian Internal dengan nomor kontrak: P-023-DDS-FaST/VII/2025, serta Laboratorium Mikrobiologi - Teknologi Pangan UPH.

#### Daftar Pustaka

- [1] B. Santoso, "Prevalensi Intoleransi Laktosa Pada Orang Dewasa di Indonesia," *Jurnal Gizi Klinis*, vol. 9, no. 2, hlm. 56–60, 2017.
- [2] R. K. Ikhwan, L. Kurniawati, dan N. Suhartatik, "Karakteristik Yoghurt Susu Wijen (Sesamun Indicum L.) dengan Variasi Penambahan Susu Skim," *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, vol. 3, no. 2, hlm. 95–105, 2018. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v3i2.2691>.
- [3] Kemenkes. (2022). 9 Manfaat Kacang Arab yang Sayang untuk Dilewatkan. <https://www.alodokter.com/jangan-lewatkan-segudang-manfaat-kacang-arab-ini>. (Diakses pada 5 Mei 2026),
- [4] T. C. Wallace, "The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus," *Nutrients*, vol. 8, no. 12, hlm. 766, 2016. <https://doi.org/10.3390/nu8120766>.

- [5] W. S. U. Roland, L. Pouvreau, J. Curran, F. Van De Velde, dan P. M. T. De Kok, "Flavor Aspects of Pulse Ingredients," *Cereal Chemistry*, vol. 94, no. 1, hlm. 58–65, 2017. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-06-16-0161-FI>.
- [6] A. A. Ismayasari, Wahyuningsih, dan O. Paramita, "Studi Eksperimen Pembuatan Enting-enting dengan Bahan Dasar Kedelai Sebagai Bahan Pengganti Kacang Tanah," *Food Science and Culinary Education Journal.*, vol. 3, no. 1, 2014. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2021.009.02.4>.
- [7] A. Randa, Yusmarini, dan Y. Zalfiatri, "Pemanfaatan NaHCO<sub>3</sub> dalam Pembuatan Tempe Berbahan Baku Biji Nangka dan Biji Saga," *Jom FAPERTA*, vol. 4, no. 2, 2017.
- [8] A. J. N. Parhusip dan Dipakalyano, "Kombinasi Probiotik *Bifidobacterium bifidum* dan *Lactobacillus fermentum* untuk Mereduksi Logam Arsen, Kadmium, dan Tembaga," 2025.
- [9] W.N. Munawaroh dan Indratiningsih, "Produksi *Low Calorie Sweet Bio-yoghurt* dengan Penambahan Ekstrak Daun Stevia (*Stevia Rebaudiana*) Sebagai Pengganti Gula," *Agritech*, vol. 35, no. 4, 2015. 10.22146/agritech.9331
- [10] J. N. Bhakta, Y. Munekage, K. Ohnishi, dan B. B. Jana, "Isolation and Identification of Cadmium- and Lead-Resistant Lactic Acid Bacteria for Application as Metal Removing Probiotic," *International Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 9, hlm. 433–440, 2012. <https://doi.org/10.1007/s13762-012-0049-3>.
- [11] W. Rahmatullah, E. Novianti, dan A. D. L. Sari, "Identifikasi Bakteri Udara Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram," *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, vol. 6, no. 2, hlm. 83–91, 2021. 10.56727/bsm.v6i2.62
- [12] S. Ciabotti, A. C. P. Juhász, J. M. G. Mandarino, L. L. Costa, A. D. Corrêa, A. A. Simão, dan E. N. F. Santos, "Chemical Composition and Lipoxygenase Activity of Soybean (*Glycine max* L. Merrill.) Genotypes for Human Consumption with Different Tegument Colours," *Brazilian Journal Of Food Technology*, vol. 22, hlm. e2018003, 2019. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.00318>.
- [13] R. Hidayat, "Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH dan Sifat Organoleptik Drink Yoghurt Dari Susu Sapi yang Diperkaya dengan Ekstrak Buah Mangga," *Animal Agriculture Journal*, vol. 2, no. 1, hlm. 160–167, 2013.
- [14] Association of Official Analytical Collaboration (AOAC), *Official Methods of Analysis of AOAC International*, edisi ke-20. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, 2016.
- [15] J. M. Jay, *Modern Food Microbiology*, edisi ke-6. Maryland, US: Aspen Publisher, 2000.
- [16] Zuhairiah, E. Ginting, D. Romatua, dan F. Fahdi, "Identifikasi Kadar Glukosa dan Sukrosa pada Madu Hutan," *Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal*, vol. 1, no. 2, hlm. 5–10, 2019. <https://doi.org/10.36656/jpjh.v1i2.62>.
- [17] Association of Official Analytical Chemist (AOAC), *Official Methods of Analysis, edisi ke-18. United States of America: Association of Official Analytical Chemist, Inc.*, 2010.
- [18] S. Nurhidayati, Faturrahman, dan M. Ghazali, "Deteksi Bakteri Patogen yang Berasosiasi dengan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Bergejala Penyakit Ice-Ice," *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, vol. 1, no. 2, 2015. <https://doi.org/10.29303/jstl.v1i2.53>
- [19] G. N., Inayah, A. Rahamadayanti, A. Argiyanti, R. I. Sukma, B. Supriatno, & S. Anggraeni (2022). Alternatif kegiatan praktikum tingkat SMA: Pengaruh pH terhadap hasil kerja katalase menggunakan respirometer Ganong. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5501–5510. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3289>
- [20] E. J. Quinto, P. Jiménez, I. Caro, J. Tejero, J. Mateo, dan T. Girbés, "Probiotic Lactic Acid Bacteria: A Review," *Food and Nutrition Sciences*, vol. 5, hlm. 1765–1775, 2014. <https://doi.org/10.4236/fns.2014.518190>.
- [21] X. Yang, J. Hong, L. Wang, C. Cai, H. Mo, J. Wang, X. Fang, dan Z. Liao, "Effect of Lactic Acid Bacteria Fermentation on Plant-Based Products," *Fermentation*, vol. 10, no. 1, hlm. 48, 2024. <https://doi.org/10.3390/fermentation10010048>.
- [22] A. J. N. Parhusip, J. Fraulencia, Alfredo, E. Kristianto, F. M. N. Sanaky, N. A. Anugrahati, dan C. J. Kurniawan, "Microencapsulation of Probiotic Lactic Acid Bacteria Using Freeze-Drying with Isolated Whey Protein and Trehalose as Coating Material," *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, vol. 29, no. 1, hlm. 168–175, 2024. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v29i1>
- [23] N. A. Usman, K. Suradi, dan J. Gumilar, "Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei* Terhadap Mutu Mikrobiologi dan Kimia Mayonnaise Probiotik," *Jurnal Ilmu Ternak*, vol. 18, no. 2, hlm. 79–85, 2018. <https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.19771>.

- [24] D. Wahyuningsih, W. W. Hidayah, dan A. L. N. Aminin, "Jelly Fermented Soy Whey as Antioxidants Source of Alternative Functional Food," *Jurnal Sains dan Matematika*, vol. 22, no. 3, hlm. 67–71, 2014.
- [25] A. V. A. Putri, N. Hafida, dan V. Megawati, "Pengaruh Daya Antibakteri Ekstrak Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) pada Konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% Terhadap *Streptococcus mutans* (*In Vitro*)," *Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi*, 2017. <https://doi.org/10.23917/jikg.v13i2.4147>
- [26] P. A. Retnowati dan J. Kusnadi, "Pembuatan Minuman Probiotik Sari Buah Kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan Isolat *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum*," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 2, hlm. 70–81, 2014.
- [27] Y. Wenda, P. M. Wowor, dan M. A. Leman, "Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara *In Vitro*," *E-GiGi*, vol. 5, no. 1, 2017. <https://doi.org/10.35790/eg.5.1.2017.15416>.
- [28] C. Tandrian, Nurwantoro, dan B. Dwiloka, "Pengaruh Penambahan Pemanis Alami Daun Stevia Terhadap Total Padatan Terlarut, Total Asam, Total Bakteri Asam Laktat, dan Tingkat Kesukaan Cocogurt," *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 8, no. 2, hlm. 30–36, 2024. <https://doi.org/10.14710/jtp.2024.30014>
- [29] M. Kishta-Derani, G. F. Neiva, J. R. Boynton, Y. E. Kim, dan M. Fontana, "The Antimicrobial Potential of Stevia in an *In Vitro* Microbial Caries Model," *American Journal of Dentistry*, vol. 29, no. 2, hlm. 87–92, 2016.
- [30] K. Khotimah dan J. Kusnadi, "Aktivitas Antibakteri Minuman Probiotik Sari Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) Menggunakan *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei*," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 3, hlm. 110–120, 2014.
- [31] K. Savijoki, H. Ingmer, dan P. Varmanen, "Proteolytic Systems of Lactic Acid Bacteria," *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 70, no. 4, hlm. 394–406, 2006. <https://doi.org/10.1007/s00253-006-0427-1>.
- [32] A. Limanto, "Stevia, Pemanis Pengganti Gula dari Tanaman *Stevia rebaudiana*," *Jurnal Kedokteran Meditek*, vol. 23, no. 61, 2017. <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v23i61.1466>.
- [33] R. A. Sintasari, J. Kusnadi, dan D. W. Ningtyas, "Pengaruh Penambahan Konsentrasi Susu Skim dan Sukrosa Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Beras Merah," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 3, hlm. 65–75, 2014.
- [34] A. I. Juliana, M. Amaro, dan N. Nazaruddin, "Pengaruh Konsentrasi Starter Bakteri *Lactobacillus plantarum* Terhadap Beberapa Komponen Mutu Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)," *Pro Food*, vol. 6, no. 2, hlm. 673–684, 2021. <https://doi.org/10.29303/profood.v6i2.136>.
- [35] B. B. Sembiring, Mardiah, dan M. Z. Fanani, "Glikosida Steviol Sebagai Pemanis Rendah Kalori Berbasis Ekstrak Stevia," *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, vol. 6, no. 2, 2024.
- [36] R. Tao dan S. Cho, "Consumer-Based Sensory Characterization of Steviol Glycosides (Rebaudioside A, D, and M)," *Foods*, vol. 9, no. 8, hlm. 1026, 2020. <https://doi.org/10.3390/foods9081026>.
- [37] R. Silva *et al.*, "Metabolic Adaptability of *Lactobacillus plantarum* in Plant-Based Fermentation Systems," *Frontiers in Microbiology*, vol. 13, 2022. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.846501>
- [38] D. Chadha, N. Hamid, K. Kantono, dan M. Marsan, "Changes In Temporal Sensory Profile, Liking, Satiety, and Postconsumption Attributes of Yogurt with Natural Sweeteners," *Journal of Food Science*, vol. 87, no. 7, hlm. 3190–3206, 2022. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16224>.