

---

## FORMULASI MINUMAN PROBIOTIK KOMBINASI SARI BUAH MANGGA (*Mangifera indica* L.) DAN NANAS (*Ananas comosus* L.) DENGAN PENAMBAHAN SUSU SKIM DAN BAKTERI ASAM LAKTAT

Lia Fadliah<sup>1\*</sup>, Kasrawati<sup>2</sup>, Jeny Riska Vatica<sup>3</sup>, Muazzinah<sup>4</sup> dan Nurul Azzuhra<sup>5</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Program Studi Farmasi Klinis, STIKes Medika Nurul Islam, Sigli, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Kebidanan, STIKes Medika Nurul Islam, Sigli, Indonesia

Received : 08 Maret 2026

Accepted : 18 April 2026

Published : 24 April 2026

---

### ABSTRACT

Digestive tract disorders such as diarrhea, gastritis, constipation, and Irritable Bowel Syndrome (IBS) are common health problems among the Indonesian population. Probiotics are known to play an important role in maintaining the balance of intestinal microbiota, inhibiting the growth of pathogenic bacteria, and enhancing immune responses. Mango (*Mangifera indica* L.) and pineapple (*Ananas comosus* L.) contain vitamins, dietary fiber, antioxidants, and natural prebiotic compounds that support the growth of lactic acid bacteria (LAB). The addition of skim milk serves as an additional nutrient source for LAB to optimize the fermentation process. This study aimed to formulate a probiotic beverage based on a combination of mango and pineapple juices with the addition of skim milk and lactic acid bacteria, as well as to evaluate the total LAB count, lactic acid content, and vitamin C content. This research employed a laboratory experimental method using a *post-test only group design*. The treatments consisted of skim milk concentrations of 1%, 2%, and 3%, with the addition of 10% LAB starter culture. The evaluation included LAB enumeration using the Total Plate Count method, determination of lactic acid content by titration with 0.1 N NaOH, and vitamin C analysis using the iodimetric titration method. The results showed that the formulation containing 1% skim milk produced the highest LAB count, reaching  $1.8 \times 10^{10}$  CFU/mL. The lactic acid content ranged from 0.45% to 2.07%, with formulations containing 2% and 3% skim milk meeting the Indonesian National Standard (BSN) requirements (0.5–2.0%). The average vitamin C content was 0,056%, which was considerably higher than the standard range specified by SNI (0.01–0.1%). It can be concluded that the combination of mango and pineapple juices with skim milk has the potential to be formulated as a probiotic beverage that meets quality standards. Formulations containing 2% and 3% skim milk exhibited the best physicochemical characteristics, while the 1% skim milk formulation resulted in the highest LAB count.

**Keywords:** probiotic beverage; mango juice; pineapple; skim milk; vitamin C; lactic acid bacteria.

### ABSTRAK

Gangguan saluran pencernaan seperti diare, gastritis, konstipasi, dan *Irritable Bowel Syndrome* (IBS) merupakan masalah kesehatan yang umum dijumpai pada masyarakat Indonesia. Probiotik diketahui berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, serta meningkatkan respons imun tubuh. Buah mangga (*Mangifera indica* L.) dan nanas (*Ananas comosus* L.) mengandung vitamin, serat pangan, antioksidan, dan senyawa prebiotik alami yang mendukung pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL). Penambahan susu skim berfungsi sebagai sumber nutrisi tambahan bagi BAL guna mengoptimalkan proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas dengan penambahan susu skim dan bakteri asam laktat, serta mengevaluasi kandungan total BAL, kadar asam laktat, dan kandungan vitamin C. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan rancangan *post-test only group design*. Variasi yang digunakan yaitu konsentrasi susu skim 1%, 2%, dan 3%, serta penambahan kultur

---

BAL 10%. Evaluasi meliputi jumlah BAL dengan metode *Total Plate Count*, kadar asam laktat dengan titrasi NaOH 0,1 N, serta vitamin C dengan titrasi iodimetri. Hasil penelitian menunjukkan formula dengan 1% susu skim menghasilkan jumlah BAL tertinggi yaitu  $1,8 \times 10^{10}$  CFU/mL. Kadar asam laktat berkisar 0,45 – 2,07%, dengan formula 2% dan 3% sesuai standar BSN (0,5–2,0%). Rata-rata kadar vitamin C 0,056% berada jauh lebih tinggi dalam rentang standar SNI (0,01–0,1%). Disimpulkan bahwa kombinasi sari buah mangga dan nanas dengan penambahan susu skim berpotensi diformulasikan sebagai minuman probiotik yang memenuhi standar mutu. Formula dengan susu skim 2% dan 3% memberikan karakteristik fisikokimia terbaik, sedangkan formula 1% susu skim menghasilkan jumlah BAL tertinggi.

**Kata kunci:** minuman probiotik; sari mangga; nanas; susu skim; vitamin C; bakteri asam laktat.

---

**\*Corresponding Author:**

Lia Fadliah

Program Studi Farmasi Klinis, STIKes Medika Nurul Islam, Sigli, Indonesia

Email: [lia23031991@gmail.com](mailto:lia23031991@gmail.com)

---

## PENDAHULUAN

Tingginya prevalensi gangguan pencernaan di Indonesia, seperti dispepsia yang dialami oleh sekitar 40–50% penduduk, *Irritable Bowel Syndrome* (IBS) sebesar 3–5%, gangguan fungsional gastrointestinal lainnya hingga 19,9%, serta tingginya kasus diare pada anak balita yang mencapai 40% dengan jutaan kasus setiap tahunnya menunjukkan perlunya strategi preventif berbasis pangan untuk mendukung kesehatan saluran cerna. Salah satu pendekatan yang berpotensi dikembangkan adalah pemanfaatan pangan fungsional berupa minuman probiotik.

Minuman probiotik merupakan salah satu produk pangan fungsional yang semakin berkembang karena memberikan manfaat kesehatan, terutama dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan meningkatkan sistem imun. Kandungan utama dalam minuman probiotik adalah bakteri asam laktat (BAL) (Avcı, 2025; Sarita et al., 2025). Selain itu, BAL juga diketahui berperan dalam meningkatkan kesehatan usus, memperkuat sistem imun, serta menghasilkan senyawa antimikroba yang bermanfaat bagi tubuh (Aroskar, 2025; Soundharrajan et al., 2026).

Buah mangga (*Mangifera indica* L.) dan nanas (*Ananas comosus* L.) memiliki potensi sebagai bahan dasar minuman probiotik karena kandungan serat pangan, vitamin, antioksidan, dan senyawa prebiotik alami yang dapat mendukung pertumbuhan BAL. Serat pangan, oligosakarida, dan polifenol pada mangga berperan sebagai prebiotik yang menunjang pertumbuhan *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, serta membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus (Kartikorini, 2020; Dimidi et al., 2024). Sementara itu, nanas mengandung vitamin C, senyawa fenolik, dan enzim bromelin yang berkontribusi dalam meningkatkan proses pencernaan dan memberikan efek antiinflamasi serta imunomodulator (Putri et al., 2023). Kandungan gula dan komponen bioaktif berperan penting mendukung proses fermentasi dan pertumbuhan mikroorganisme probiotik.

Selain bahan sari buah, penambahan susu skim menjadi faktor penting dalam formulasi minuman probiotik karena berfungsi sebagai sumber protein, laktosa, dan mineral yang dibutuhkan bakteri asam laktat untuk tumbuh dan berfermentasi secara optimal (Ranadheera et al., 2021; Mokoena, 2022). Komponen nutrisi dalam susu skim diketahui mampu meningkatkan viabilitas dan aktivitas metabolik bakteri probiotik selama proses fermentasi maupun penyimpanan produk (Ziarno, 2020; Sah et al., 2022).

Minuman probiotik yang beredar di pasaran saat ini didominasi oleh produk berbasis susu fermentasi seperti yogurt drink, kefir, dan minuman probiotik komersial seperti Yakult yang mengandung bakteri asam laktat dan dikembangkan dari substrat susu skim (Ranadheera et al., 2021; Prado et al., 2021). Produk tersebut umumnya diformulasikan dari bahan dasar susu dengan penambahan gula dan perisa, sehingga karakteristiknya cenderung seragam dan masih berfokus pada matriks dairy (Granato et al., 2020; Sah et al., 2022). Meskipun terdapat inovasi varian rasa buah, seperti penambahan rasa mangga pada produk komersial, penggunaan buah umumnya hanya sebagai flavoring, bukan sebagai bahan utama atau kombinasi sari buah yang difermentasi secara langsung (Pimentel et al., 2021; Swain et al., 2022).

Penelitian komprehensif yang mengkaji formulasi kombinasi kedua sari buah dengan penambahan susu skim sebagai sumber nutrisi tambahan untuk mengoptimalkan pertumbuhan bakteri probiotik masih terbatas. Selain itu, belum banyak studi yang mengevaluasi secara simultan aspek fisikokimia, mikrobiologi, dan organoleptik untuk menentukan formulasi terbaik. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu mengisi kesenjangan tersebut guna menghasilkan inovasi minuman probiotik berbasis buah yang stabil, bernilai gizi tinggi, serta memiliki tingkat penerimaan konsumen yang baik.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2025 di Laboratorium Biologi Stikes Medika Nurul Islam Sigli, Cot Teungoh, Kecamatan Pidie, Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh.

### **Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan laboratorium dan penunjang proses fermentasi, antara lain panci, botol kaca, sendok, termometer, autoklaf, cawan petri, timbangan analitik, saringan, pipet volume beserta bola hisap, tabung reaksi, kapas, plastik, karet, spatula, erlenmeyer, pengaduk, labu ukur, kertas saring, pipet tetes, penangas air, hot plate, spidol, *beaker glass*, serta oven. Bahan yang digunakan terdiri atas buah mangga dan nanas sebagai bahan baku utama, susu skim, kultur yogurt komersial (merek Greenfields)

yang mengandung *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus paracasei*, dan *Lactobacillus rhamnosus*, serta bahan kimia pendukung berupa NaOH, indikator fenolftalein (PP), media deMann Rogosa Sharpe Agar (MRSa), akuades, dan larutan NaCl.

### **Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi susu skim (1%, 2%, dan 3%) terhadap karakteristik minuman probiotik dari kombinasi sari buah mangga dan nanas dan bakteri asam laktat. Penelitian dilakukan dengan proses fermentasi di laboratorium.

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium kuantitatif dengan rancangan *post-test only group design*, terdiri dari tiga kelompok perlakuan tanpa kontrol negatif. Tujuannya untuk mengamati pengaruh variasi konsentrasi susu skim (1%, 2%, dan 3%) terhadap karakteristik minuman probiotik berbahan dasar dari kombinasi sari buah mangga (*Mangifera indica* L.), nanas (*Ananas comosus* L.) dan bakteri asam laktat (BAL) dari kultur yogurt. Setiap formula difermentasi selama 12 jam pada suhu 37°C, kemudian dianalisis secara fisikokimia dan mikrobiologis untuk mengevaluasi mutu hasil fermentasi.

Evaluasi dilakukan berdasarkan tiga parameter utama, yaitu: jumlah koloni BAL dengan metode Total Plate Count (TPC), kadar asam laktat melalui titrasi NaOH 0,1 N dan uji kadar vitamin C. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali untuk memastikan keandalan data. Desain ini sejalan dengan metode yang digunakan oleh Jay et al. (2022).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh buah mangga (*Mangifera indica* L.) dan nanas (*Ananas comosus* L.) yang tersedia di wilayah Desa Blang Baroh, Kecamatan Glumpang Baro, Kota Sigli. Sampel yang digunakan merupakan sari buah mangga dan nanas menggunakan metode ekstraksi cair. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan buah mangga dan nanas segar dengan kualitas baik.

Teknik pengambilan sampel secara *purposive sampling*, dengan pengambilan sampel secara sengaja dengan pertimbangan peneliti. Buah mangga dan nanas yang telah terpilih menjadi sampel penelitian yang kemudian dijadikan sebagai bahan pengujian dibawa ke ruang laboratorium, untuk membuat minuman probiotik.

Karakteristik Buah mangga dan nanas yang digunakan meliputi: buah mangga dan nanas yang sudah matang, berwarna orange kekuningan serta buahnya yang tidak rusak dan busuk. Daging buah mangga dan nanas yang memiliki berat kurang lebih 250 gram. Selanjutnya sampel susu skim didapat dari toko kue di pasar

Kota Beureunun Kecamatan Mutiara, Kabupaten Pidie, susu skim digunakan dengan konsentrasi 1%, 2%, dan 3%.

Bakteri yang digunakan adalah kultur yogurt (merek Greenflieds) dengan kandungan bakteri *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus paracasei*, dan *Lactobacillus rhamnosus* yang juga didapatkan dari toko dipasar Beureunun Kecamatan Mutiara, Kabupaten Pidie.

## Prosedur Penelitian

### Preparasi Buah Mangga dan Nanas

Buah mangga dan nanas segar dengan kondisi baik dipilih, dikupas, dan dibersihkan. Sebanyak 500 g buah dihaluskan menggunakan blender dengan penambahan 700 mL air, kemudian disaring untuk memperoleh filtrat. Sari buah yang diperoleh dipanaskan hingga mendidih sebagai proses pasteurisasi, kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang sebelum digunakan dalam formulasi minuman probiotik.

### Pembuatan Minuman Probiotik

Minuman probiotik diformulasikan dalam tiga perlakuan berdasarkan variasi konsentrasi susu skim, yaitu 1% (FI), 2% (FII), dan 3% (FIII) dengan volume akhir masing-masing formula sebesar 200 mL. Setiap formula mengandung sari buah mangga dan nanas serta kultur yogurt sebanyak 10%. Seluruh bahan dicampurkan dan botol sampel dipanaskan dalam air mendidih hingga mencapai suhu 80°C selama 10 menit, kemudian didinginkan hingga suhu 40–43°C. Selanjutnya, kultur bakteri ditambahkan dan campuran dihomogenkan, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 12 jam untuk proses fermentasi.

**Tabel 1.** Formula Minuman Probiotik Sari Buah Mangga dan Nanas dengan Penambahan Susu Skim.

Komposisi	Formula %		
	FI	FII	FIII
Sari Buah Mangga dan Nanas	200 ml	200 ml	200 ml
Susu Skim	1%	2%	3%
Kultur Yogurt	10%	10%	10%

Keterangan :

FI = Formula dengan kandungan susu skim konsentrasi 1% ;

FII= Formula dengan kandungan susu skim konsentrasi 2% ;

FIII = Formula dengan kandungan susu skim konsentrasi 3% ; dan

K = Kontrol tanpa susu Skim.

## Evaluasi Minuman Probiotik

### 1. Uji Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Jumlah bakteri asam laktat dianalisis menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan media de Mann Rogosa Sharpe Agar (MRSA). Media MRSA

disiapkan dengan melarutkan 13,64 g MRSA dalam 200 mL akuades, kemudian dipanaskan hingga mendidih sambil diaduk dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm. Media yang telah steril didinginkan hingga suhu ruang sebelum digunakan.

Sampel diencerkan secara bertingkat dengan mengambil 5 mL sampel dan menambahkannya ke dalam 45 mL larutan NaCl steril untuk memperoleh pengenceran  $10^{-1}$ , kemudian dilanjutkan hingga pengenceran  $10^{-8}$ . Sebanyak 1 mL dari pengenceran  $10^{-5}$  hingga  $10^{-8}$  dituangkan ke dalam cawan petri steril, kemudian ditambahkan media MRSA steril dan diratakan hingga menutupi dasar cawan. Setelah media memadat, cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Koloni yang tumbuh dihitung pada cawan dengan jumlah koloni 30–300 CFU dan dinyatakan sebagai CFU/mL dengan memperhitungkan faktor pengenceran sesuai metode TPC (Soesetyaningsih, 2020).

## 2. Uji Total Asam Laktat

Uji total asam dilakukan dengan diambil 10 ml sampel, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas, selanjutnya dihomogenkan dan disaring. Filtrat di ambil 10 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan 2 tetes indikator PP. Dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH hingga warna larutan berubah menjadi merah muda dan warna tersebut tidak berubah kembali selama 30 detik. Pada akhir titrasi dihitung jumlah NaOH yang digunakan.

$$\text{Total Asam(\%)} = \frac{V \times N \times 0,09 \times fp \times 100\%}{\text{volume sampel}}$$

Keterangan :

V = Volume NaOH

N - Normalitas NaOH Fp = Faktor pengenceran

0,09 = Berat Equifalen Asam Laktat

## 3. Uji Kadar Vitamin C

Penentuan kadar vitamin C dilakukan menggunakan metode titrasi iodimetri sesuai Farmakope Indonesia Edisi VI.

### a. Standarisasi larutan Natrium Tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )

Standarisasi larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dilakukan menggunakan larutan standar  $\text{KIO}_3$  0,1 N. Sebanyak 10 mL larutan  $\text{KIO}_3$  0,1 N dipipet ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 5 mL larutan KI 10% dan 2 mL larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Larutan dititrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  hingga berwarna kuning muda, selanjutnya ditambahkan indikator amilum 1% dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang (Karinda et al., 2013).

#### b. Standarisasi Larutan Iodium (I<sub>2</sub>)

Larutan iodium distandarisasi menggunakan larutan standar Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,03 N. Sebanyak 10 mL Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ditambahkan indikator amilum, kemudian dititrasi dengan larutan iodium hingga terbentuk warna biru tua yang stabil (Karinda et al., 2013).

#### c. Penetapan Kadar Vitamin C

Kadar vitamin C dalam minuman probiotik sari buah mangga dan nanas ditentukan melalui titrasi iodimetri berdasarkan reaksi redoks antara asam askorbat dan iodium. Sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 10 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%. Sampel dititrasi menggunakan larutan iodium 0,01 N hingga mendekati titik akhir, kemudian ditambahkan indikator amilum 1%. Titrasi dilanjutkan hingga terbentuk warna biru tua yang stabil sebagai titik akhir. Volume iodium yang digunakan dicatat untuk perhitungan kadar vitamin C.

Perhitungan kadar vitamin C dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar Vit C} = \frac{V \times N \times 8,806}{\text{Volume Sampel}} \times 100\%$$

Keterangan: V = volume larutan iodium yang digunakan (mL); N = normalitas larutan iodium (0,01 N); 8,806 = berat ekuivalen asam askorbat (mg/mmol) Volume sampel = 10 mL.

#### **Analisis Data**

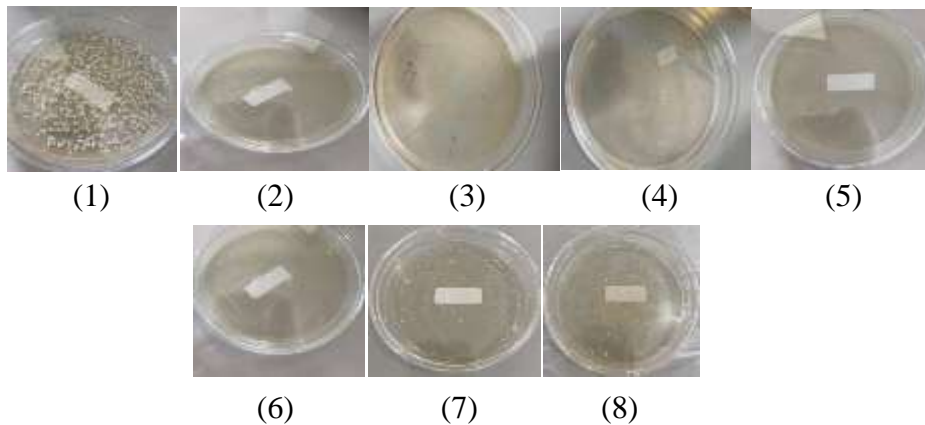
Data penelitian dianalisis secara deskriptif dan *One Way* ANOVA. Analisis deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata dari setiap parameter pengujian, kadar vitamin C, jumlah bakteri asam laktat (BAL), kadar asam laktat, serta hasil uji organoleptik dan . Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan dan membandingkan perbedaan hasil antar formula minuman probiotik yang menggunakan konsentrasi susu skim sebesar 0% 1%, 2%, dan 3%. Seluruh hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan interpretasi dan perbandingan antar perlakuan.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

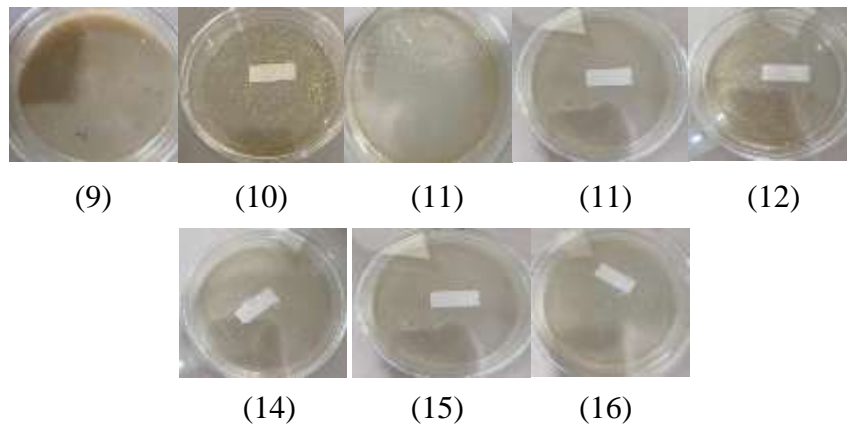
#### **Hasil Uji Total Bakteri Asam Laktat (BAL) Minuman Probiotik Sari Buah Mangga Dan Nanas Dengan Penambahan Susu Skim**

Hasil perhitungan jumlah total bakteri asam laktat (BAL) pada minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas dengan variasi konsentrasi susu skim sebesar 1%, 2%, dan 3%. Hasil pengamatan diperoleh melalui metode pengenceran bertingkat ( $10^{-1}$  hingga  $10^{-8}$ ) yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan jumlah koloni BAL pada media. Data yang ditampilkan menunjukkan

adanya perbedaan jumlah BAL pada masing-masing formula, sehingga dapat diketahui bahwa variasi konsentrasi susu skim berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan BAL selama proses fermentasi. Dengan demikian, tabel ini menjadi dasar untuk menentukan formula yang paling optimal dalam menghasilkan viabilitas BAL sesuai standar mutu minuman probiotik. Hasil uji total bakteri asam laktat (BAL) minuman probiotik sari buah mangga dan nanas dengan susu skim dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

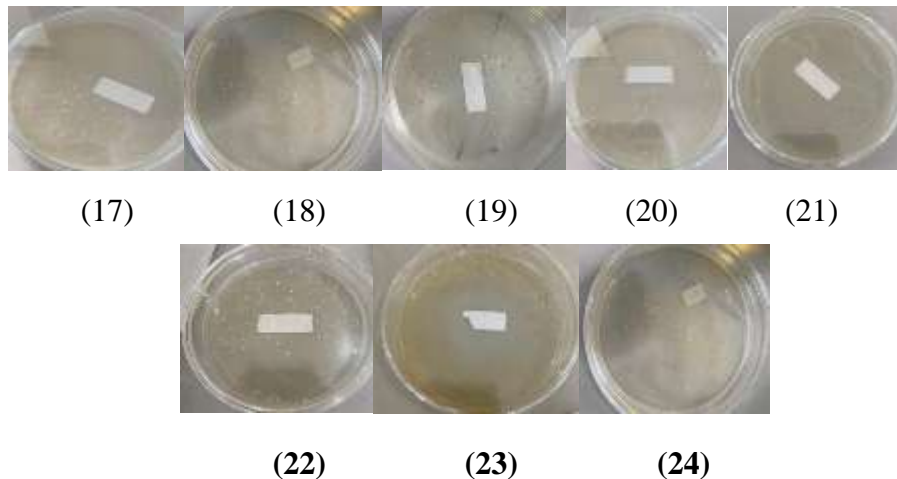


**Gambar 1. Sediaan Formula I,** (1) Pengenceran  $10^{-1}$ ; (2) Pengenceran  $10^{-2}$ ; (3) Pengenceran  $10^{-3}$ ; (4) Pengenceran  $10^{-4}$ ; (5) Pengenceran  $10^{-5}$ ; (6) Pengenceran  $10^{-6}$ ; (7) Pengenceran  $10^{-7}$ ; (8) Pengenceran  $10^{-8}$ .



**Gambar 2. Sediaan Formula II,** (9) Pengenceran  $10^{-1}$ ; (10) Pengenceran  $10^{-2}$ ; (11) Pengenceran  $10^{-3}$ ; (12) Pengenceran  $10^{-4}$ ; (13) Pengenceran  $10^{-5}$ ; (14) Pengenceran  $10^{-6}$ ; (15) Pengenceran  $10^{-7}$ ; (16) Pengenceran  $10^{-8}$ .





**Gambar 3.** Sediaan Formula III, (17) Pengenceran  $10^{-1}$ ; (18) Pengenceran  $10^{-2}$ ; (19) Pengenceran  $10^{-3}$ ; (20) Pengenceran  $10^{-4}$ ; (21) Pengenceran  $10^{-5}$ ; (22) Pengenceran  $10^{-6}$ ; (23) Pengenceran  $10^{-7}$ ; (24) Pengenceran  $10^{-8}$ .

**Tabel 2.** Data Perhitungan Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Parameter Uji	Rata-rata Jumlah Koloni		
	FI (1%)	FII (2%)	FIII (3%)
Total BAL	$1,8 \times 10^{10}$ CFU/ml	$8,5 \times 10^8$ CFU/ml	$1,1 \times 10^8$ CFU/ml

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan total bakteri asam laktat (BAL) pada tiga formula minuman probiotik dengan variasi konsentrasi susu skim 1%, 2%, dan 3%. Berdasarkan data tersebut, formula I dengan konsentrasi susu skim 1% memiliki jumlah BAL paling tinggi yaitu sebesar  $1,8 \times 10^{10}$  CFU/ml, sedangkan formula II dan III menunjukkan jumlah BAL lebih rendah, masing-masing sebesar  $8,5 \times 10^8$  CFU/ml dan  $1,1 \times 10^8$  CFU/ml. Perbedaan jumlah koloni BAL ini mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi susu skim dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri, di mana konsentrasi 1% lebih mendukung pertumbuhan BAL dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi. Konsentrasi susu skim 1%, kondisi media cenderung berada pada titik optimal bagi pertumbuhan BAL. Kandungan nutrisi seperti laktosa, protein (terutama kasein), vitamin, dan mineral tersedia dalam jumlah cukup tanpa menyebabkan tekanan osmotik yang tinggi. Laktosa sebagai sumber karbon utama dapat dimanfaatkan secara efisien oleh BAL untuk menghasilkan energi melalui fermentasi, sehingga mempercepat fase eksponensial pertumbuhan dan meningkatkan jumlah koloni.

Konsentrasi yang lebih tinggi (2% dan 3%), meskipun secara teoritis jumlah nutrisi meningkat, kondisi ini justru dapat menghambat pertumbuhan BAL. Hal ini dapat disebabkan oleh peningkatan tekanan osmotik dalam media. Tekanan osmotik yang tinggi dapat menyebabkan sel bakteri mengalami stres osmotik, sehingga mengganggu aktivitas metabolisme dan memperlambat pembelahan sel. Selain itu, peningkatan konsentrasi protein dan padatan total dari susu skim juga

dapat meningkatkan viskositas media. Viskositas yang lebih tinggi berpotensi menghambat difusi oksigen (meskipun BAL umumnya anaerob fakultatif) dan distribusi nutrisi secara merata, sehingga pertumbuhan bakteri menjadi kurang optimal.

Berdasarkan Cai et al., (2021) dan Santos et al., (2025), Peningkatan konsentrasi susu skim dapat meningkatkan tekanan osmotik media, yang berpotensi menimbulkan *osmotic stress* pada sel BAL. Kondisi ini dapat mengganggu aktivitas fisiologis dan menurunkan efisiensi metabolisme bakteri sehingga pertumbuhan menjadi terhambat. Lebih lanjut berdasarkan Yang et al., (2024) viskositas yang tinggi pada media fermentasi berpotensi menghambat difusi nutrisi dan metabolit. Kondisi ini menyebabkan distribusi substrat menjadi kurang merata sehingga aktivitas enzimatik dan metabolisme BAL tidak berlangsung optimal.

Pengujian total BAL menggunakan metode total plate count (TPC). Perhitungan dengan metode TPC menunjukkan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media agar (Yunita., et al, 2015). Uji total BAL bertujuan untuk mengetahui kemampuan hidup BAL dalam minuman probiotik, kemudian membandingkan dengan syarat total BAL pada minuman probiotik sesuai SNI yaitu minimal  $0,1 \times 10^8$  CFU/mL.

Langkah pertama dalam pengujian total bakteri yang dilakukan adalah pertama diencerkan sampel 5 ml dalam larutan NaCl steril 45 ml. Dilakukan sampai pengenceran ke  $10^{-8}$ . Diambil 1 ml dari masing-masing pengenceran  $10^{-1}$  sampai  $10^{-8}$ . Dimasukkan dalam cawan petri steril. Dituang dan diratakan pada media MRSA steril sampai dasar cawan tertutup. Ditunggu hingga padat. Selanjutnya diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Dicatat pertumbuhan koloni pada setiap cawan yang mengandung koloni.

Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa rata-rata nilai total bakteri asam laktat (BAL) pada setiap konsentrasi dan pengenceran yang diberikan tidak sama. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan jumlah total bakteri asam laktat (BAL) yang terdapat pada formula I pengenceran  $10^{-8}$  memiliki total bakteri  $1,8 \times 10^{10}$  CFU/ml, formula II pengenceran  $10^{-7}$  memiliki total bakteri  $8,5 \times 10^8$  CFU/ml, dan formula III pengenceran  $10^{-6}$  memiliki total bakteri  $1,1 \times 10^8$  CFU/ml. Jumlah ini menunjukkan bahwa semua formula telah memenuhi standar minimal jumlah BAL pada produk minuman probiotik.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Putri et al. (2023) yang melaporkan bahwa minuman probiotik sari buah nanas dengan penambahan susu skim menghasilkan total BAL sebesar  $10^8$ – $10^9$  CFU/mL setelah inkubasi, sehingga masih memenuhi standar viabilitas probiotik. Penelitian Wulandari et al. (2020) juga menemukan bahwa kombinasi sari buah mangga dengan isolat *Lactobacillus plantarum* mampu mempertahankan jumlah BAL di atas  $10^8$  CFU/mL selama penyimpanan. Selain itu, menurut Ziarno (2024), penambahan susu skim dalam formulasi probiotik dapat berperan sebagai prebiotic carrier yang membantu

mempertahankan viabilitas BAL, karena kandungan protein dan laktosa dalam susu skim mampu melindungi sel bakteri selama fermentasi maupun penyimpanan.

### **Hasil Uji Total Asam Laktat Minuman Probiotik Kombinasi Sari Buah Mangga Dan Nanas Dengan Penambahan Susu Skim**

Berdasarkan uji total asam laktat pada minuman probiotik dilakukan dengan menghitung kadar setara asam laktat menggunakan metode titrasi. Hasil uji total asam laktat minuman probiotik kombinasi buah mangga dan nanas sebagai berikut:

**Tabel 3.** Data Uji Total Asam Laktat Minuman Probiotik Kombinasi Sari Buah Mangga Dan Nanas Dengan Penambahan Susu Skim

<b>Sediaan</b>	<b>Sampel (ml)</b>	<b>V NaOH (ml)</b>	<b>NaOH (N)</b>	<b>Perubahan warna</b>	<b>Total Asam Laktat (%)</b>
Formula I	10 ml	0,5 ml	0,1 N	Merah Muda	0,45%
Formula II	10 ml	0,8 ml	0,1 N	Merah Muda	1,35%
Formula III	10 ml	1 ml	0,1 N	Merah Muda	2,07%

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa kadar total asam laktat meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi susu skim pada masing-masing formula. Formula I dengan susu skim 1% menghasilkan kadar asam laktat terendah sebesar 0,45%, sedangkan Formula III dengan susu skim 3% menghasilkan kadar tertinggi sebesar 2,07%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi susu skim, semakin besar pula aktivitas fermentasi bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam laktat. Pentingnya uji ini karena kadar asam laktat berpengaruh terhadap cita rasa, tingkat keasaman, dan mutu fungsional minuman probiotik. Selain itu, kadar asam laktat pada Formula II dan III berada dalam rentang standar mutu probiotik menurut SNI (0,5–2,0%), sehingga kedua formula tersebut dapat dikategorikan sesuai dengan standar kualitas yang dipersyaratkan.

Kadar asam laktat merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu dan daya simpan produk. Peningkatan kadar asam laktat pada minuman fermentasi sangat dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam laktat (BAL) selama proses fermentasi. Semakin tinggi aktivitas BAL, maka asam organik yang dihasilkan, terutama asam laktat, juga semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan temuan Ningtyas et al., (2017) pada yogurt dengan penambahan susu skim, dimana konsentrasi susu skim yang lebih tinggi menghasilkan kadar asam yang lebih besar akibat meningkatnya ketersediaan nutrisi bagi BAL.

Pada penelitian ini pengujian kadar asam laktat dilakukan dengan metode titrasi. Total asam secara tidak langsung menunjukkan kadar asam laktat yang terbentuk. Metode titrasi akan mengukur titik ekuivalen, dimana asam laktat akan bereaksi dengan NaOH sebagai peniternya. Proses titrasi akan mencapai titik ekuivalen dibantu dengan penambahan indikator PP sehingga terjadi perubahan

warna dari bening ke merah muda. Cara menentukan titik ekuivalen pada proses titrasi adalah dengan mengamati perubahan warna pada larutan titrat berdasarkan jenis indikator yang digunakan. Rata-rata hasil dari uji total kadar asam laktat dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil uji total asam laktat minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas dengan penambahan susu skim fermentasi selama 12 jam menunjukkan bahwa total asam minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas dengan penambahan susu skim yang difermentasi 12 jam sesuai dengan persyaratan mutu minuman probiotik yang telah ditetapkan oleh BSN (2009) berkisar antara 0,5%-2,0%. Nilai total asam tertinggi dimiliki minuman probiotik sari buah mangga dan nanas dengan penambahan susu skim dengan konsentrasi 3% yaitu 2,07% sedangkan nilai total asam terendah minuman probiotik sari buah mangga dan nanas dengan penambahan susu skim dengan konsentrasi 1% yaitu 0,45%.

Hal ini berarti nilai total asam minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas dengan penambahan susu skim semakin tinggi konsentrasi susu skim maka total asam yang dihasilkan oleh minuman probiotik semakin tinggi. Dari hasil pengujian uji total asam laktat hanya formula II dan III dengan konsentrasi 2 dan 3% yang memenuhi syarat total asam laktat yaitu 1,35 dan 2,07%.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi bahan tambahan seperti susu skim dapat mempercepat pertumbuhan BAL sehingga produksi asam laktat lebih tinggi (Ranadheera, 2021). Dengan demikian, penelitian ini menguatkan bukti bahwa formulasi dengan konsentrasi susu skim yang lebih tinggi mampu menghasilkan mutu minuman probiotik yang lebih sesuai standar, baik dari segi total asam maupun viabilitas BAL.

#### **Hasil Uji Penetapan Kadar Vitamin C Minuman Probiotik Kombinasi Sari Buah Mangga dan Nanas Dengan Penambahan Susu Skim**

Uji total kadar vitamin C pada minuman probiotik dilakukan dengan menghitung kadar vitamin C menggunakan metode titrasi iodimetri. Hasil uji total kadar vitamin C minuman probiotik kombinasi buah mangga dan nanas sebagai berikut :

**Tabel 4.** Hasil Penetapan Kadar Vitamin C Minuman Probiotik Kombinasi Sari Buah Mangga dan Nanas

<b>Titration</b>	<b>Volume Iodine (V) mL</b>	<b>Normality (N)</b>	<b>% Vitamin C Content</b>
1	0,5	0,097	0,042%
2	0,7	0,097	0,059%
3	0,8	0,097	0,068%
<b>Average</b>			<b>0,056%</b>

Berdasarkan Tabel 4, kadar vitamin C rata-rata pada minuman probiotik adalah 0,056%, dengan kisaran 0,042–0,068%. Nilai tersebut masih berada dalam standar SNI untuk minuman probiotik (0,01–0,1%), sehingga semua formula dinyatakan memenuhi persyaratan. Meskipun terjadi penurunan kadar vitamin C akibat proses pemanasan dan fermentasi, kandungan yang tersisa tetap memberikan manfaat sebagai sumber antioksidan alami.

Hasil titrasi terhadap natrium tiosulfat menunjukkan normalitas rata-rata sebesar 0,097 N. Nilai ini relatif stabil pada ketiga kali pengulangan (0,098 N; 0,096 N; 0,098 N) sehingga dapat dikatakan bahwa larutan natrium tiosulfat yang digunakan sudah sesuai untuk dijadikan titran standar. Pembakuan ini penting karena larutan natrium tiosulfat bersifat tidak stabil, mudah teroksidasi oleh oksigen, serta terpengaruh cahaya dan suhu (Hale, 2024). Dengan demikian, proses pembakuan menjamin keakuratan dalam penentuan konsentrasi iodium.

Hasil pembakuan iodium dengan natrium tiosulfat diperoleh nilai normalitas rata-rata sebesar 0,181 N. Ketiga kali titrasi memberikan hasil yang konsisten (0,183 N; 0,176 N; 0,186 N, sehingga dapat digunakan sebagai larutan standar dalam uji vitamin C. Hasil pembakuan iodium dengan natrium tiosulfat diperoleh melalui proses standarisasi larutan, yaitu dengan menitrasi larutan iodium menggunakan natrium tiosulfat sebagai titran yang telah diketahui atau distandarisasi sebelumnya. Pembakuan iodium dilakukan karena larutan iodium bersifat tidak stabil sehingga konsentrasinya perlu ditentukan secara akurat melalui standarisasi.

Hasil ini menunjukkan bahwa metode iodometri cukup akurat untuk menentukan konsentrasi larutan standar. Menurut penelitian Yulia et al. (2025), metode iodometri merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam analisis vitamin C karena sederhana, cepat, dan memberikan hasil yang cukup presisi.

Pengujian kadar vitamin C dilakukan dengan metode titrasi iodimetri. Metode ini didasarkan pada reaksi redoks antara asam askorbat dengan larutan iodin. Asam askorbat (vitamin C) dalam sampel mengalami oksidasi menjadi dehidroaskorbat, sementara iodium tereduksi menjadi iodida. Penentuan titik ekuivalen pada titrasi iodimetri dibantu dengan penambahan indikator amilum, yang akan memberikan perubahan warna larutan dari tidak berwarna menjadi biru tua pada saat seluruh vitamin C dalam sampel telah bereaksi dengan iodium.

Berdasarkan hasil titrasi, kadar vitamin C pada sampel diperoleh rata-rata sebesar 0,056%. Nilai ini didapatkan dari tiga kali pengulangan yaitu 0,042%, 0,059%, dan 0,068%. Perbedaan hasil antar pengulangan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kecepatan titrasi, kepekaan dalam melihat perubahan warna indikator, serta homogenitas larutan sampel.

Kadar vitamin C yang diperoleh termasuk dalam kisaran yang cukup baik untuk sediaan berbasis sari buah. Menurut SNI 01-3719-1995 tentang Minuman

Sari Buah, kandungan vitamin C dalam minuman sari buah minimal adalah 40 mg/100 ml. Jika dikonversikan, hasil penelitian ini (1,062% atau sekitar 1062 mg/100 g sampel) menunjukkan bahwa minuman probiotik yang diformulasikan telah melampaui standar minimal SNI. Hal ini menunjukkan potensi minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas sebagai sumber vitamin C yang baik.

Jika dibandingkan dengan kandungan vitamin C alami pada buah segar, nilai ini relatif lebih tinggi. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2970-2009 tentang Minuman Probiotik, selain kandungan bakteri asam laktat, aspek gizi termasuk keberadaan vitamin tambahan menjadi salah satu nilai fungsional produk. Vitamin C pada minuman probiotik umumnya berkisar antara 0,01–0,1% tergantung bahan dasar yang digunakan. kadar vitamin C yang diperoleh setara dengan sekitar 1062 mg/100 g sampel, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan standar minimal SNI untuk minuman sari buah yaitu 40 mg/100 ml. Hal ini menunjukkan bahwa minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas yang diformulasikan merupakan sumber vitamin C yang sangat potensial.

Kadar vitamin C yang tinggi pada hasil penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya kandungan alami buah mangga dan nanas yang memang kaya vitamin C sehingga ketika dikombinasikan memberikan kontribusi yang besar. Proses fermentasi juga berpotensi menghasilkan senyawa reduktor lain yang mampu bereaksi dengan iodium, sehingga terbaca sebagai vitamin C tambahan. Dari sisi teknis, kemungkinan adanya ketidaktepatan dalam menentukan titik akhir titrasi, penggunaan sampel dengan volume kecil, serta variasi normalitas larutan standar dapat memengaruhi akurasi hasil. Selain itu, kesalahan dalam konversi satuan atau penggunaan faktor pengali pada perhitungan juga bisa menyebabkan nilai kadar vitamin C tampak lebih tinggi. Meskipun demikian, kandungan vitamin C yang diperoleh tetap menunjukkan bahwa minuman probiotik kombinasi sari buah mangga dan nanas memiliki potensi gizi yang baik dan layak dikembangkan sebagai produk pangan fungsional.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, variasi konsentrasi susu skim menunjukkan adanya kecenderungan pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dan kadar vitamin C pada minuman probiotik yang dihasilkan. Secara deskriptif, jumlah BAL tertinggi diperoleh pada Formula I yaitu sebesar  $1,8 \times 10^{10}$  CFU/ml, kemudian mengalami penurunan pada Formula II sebesar  $8,5 \times 10^8$  CFU/ml dan Formula III sebesar  $1,1 \times 10^8$  CFU/ml. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi susu skim diduga kurang mendukung pertumbuhan BAL, kemungkinan akibat perubahan kondisi media seperti peningkatan tekanan osmotik dan viskositas yang dapat menghambat aktivitas metabolisme bakteri. Sebaliknya, kadar vitamin C menunjukkan kecenderungan meningkat seiring peningkatan konsentrasi susu

skim, yaitu sebesar 0,042% pada Formula I, 0,059% pada Formula II, dan 0,068% pada Formula III. Kondisi ini diduga berkaitan dengan menurunnya jumlah BAL, sehingga pemanfaatan atau degradasi vitamin C oleh aktivitas bakteri menjadi lebih rendah. Secara umum, seluruh formula telah memenuhi standar minimal yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia untuk kandungan vitamin C, sehingga produk yang dihasilkan berpotensi sebagai minuman probiotik dengan nilai fungsional yang baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi susu skim yang lebih rendah (Formula I) lebih optimal dalam mendukung pertumbuhan BAL, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi cenderung mempertahankan kandungan vitamin C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aroskar, A. (2025). *Nourishing wellness: Unveiling the potential of lactic acid bacteria*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100xxx>.
- Avci, D. (2025). Probiotic lactic acid bacteria in biotechnology and the food industry: A review. *Czech Journal of Food Sciences*, 43(1), 1–12.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 01-2970-2009: Minuman probiotik*.
- Cai, H., Zhang, T., Zhang, Q., Luo, J., & Chen, W. (2021). Effects of osmotic stress on the growth and metabolism of lactic acid bacteria: A review. *Food Research International*, 140, 110–118.
- Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., & Whelan, K. (2024). Fermented foods: Definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Gut Microbes*, 16(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/19490976.2024.xxxxxx>
- Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. A. F., & Shah, N. P. (2020). Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 1–26.
- Hale, L. P. (2024). Bromelain: Therapeutic Properties and Clinical Applications. *Nutrients*, 16(2), 288–301.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2020). *Modern food microbiology* (8th ed.). Springer.
- Karinda, M., Fatimawali, F., & Citraningtyas, G. (2013). Perbandingan Hasil Penetapan Kadar Vitamin C Mangga Dodol Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri uv-vis dan iodometri. *PHARMACON*, 2(1). <https://doi.org/10.35799/PHA.2.2013.1252>

- Kartikorini, N. (2020). Potensi buah mangga (*Mangifera indica* L.) sebagai sumber serat dan senyawa bioaktif dalam mendukung kesehatan pencernaan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 10(2), 85–92.
- Mokoena, M. P. (2022). Lactic acid bacteria and their bacteriocins: Classification, biosynthesis and applications against uropathogens: A mini-review. *Molecules*, 27(7), 2205.
- Ningtyas, J. C., Ramadhan, A. M., Rijai, L., Penelitian, L., Pengembangan, D., Farmaka, ", & Fakultas, T. ". (2017). Karakteristik dan Aktivitas Antibakteri Yogurt Sari Buah Sirsak (*Annona muricata* L.) Terhadap Bakteri Flora Usus. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 5, 149–156. <https://doi.org/10.30872/MPC.V5I1.405>.
- Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2021). Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology*, 12, 1–16.
- Putri, R., & Santoso, I. (2023). Aktivitas Antioksidan Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) dan Potensinya bagi Kesehatan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 18(1), 22–31.
- Pimentel, T. C., Madrona, G. S., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2021). Probiotic fruit beverages: An alternative to dairy-based products. *Food Research International*, 140, 109–120.
- Ranadheera, R. D. C. S., Vidanarachchi, J. K., Rocha, R. S., Cruz, A. G., & Ajlouni, S. (2021). Probiotic delivery through fermented dairy foods: Current status and future perspectives. *Journal of Functional Foods*, 87, 104789.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2022). Effect of probiotics on antioxidant and antidiabetic attributes of fermented dairy products: A review. *Food Chemistry*, 387, 132–145.
- Santos, C. C. A. A., Silva, M. C., & Ribeiro, B. D. (2025). Influence of fermentation conditions on lactic acid bacteria viability and metabolic performance in dairy systems. *LWT – Food Science and Technology*, 185, 115–123.
- Sarita, B., Sharma, P., & Kumar, V. (2025). A comprehensive review of probiotics and their impact on human health. *Frontiers in Microbiology*, 16, 123456. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.xxxxxx>
- Soesetyaningsih, E., & Azizah, R. (2020). Total Plate Count Method for Probiotic Enumeration. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 7(1), 55–62.



- Soundharrajan, I., Kim, D., & Lee, S. (2026). Health-promoting effects of lactic acid bacteria and their applications in functional foods. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(2), 145–156.
- Swain, M. R., Anandharaj, M., Ray, R. C., & Rani, R. P. (2022). Fermented fruits and vegetables of Asia: A potential source of probiotics. *Frontiers in Microbiology*, 13.
- Wulandari, T., Sari, D., & Andini, P. (2024). Ekstrak Mangga dalam Produk Kesehatan dan Kosmetik. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 15(2), 122–131.
- Yulia, N., & Rubiyanti, D. (2025). Ragam Jenis Minuman Probiotik di Indonesia. *Jurnal Pangan Fungsional*, 6(1), 15–25.
- Yang, F., Li, X., Wang, L., & Zhang, Y. (2024). Impact of medium viscosity on nutrient diffusion and microbial fermentation efficiency. *Journal of Food Engineering*, 356, 111–120.
- Ziarno, M., & Zaręba, D. (2020). The influence of selected milk components on the growth of probiotic bacteria. *Applied Sciences*, 10(19), 1–14.