

Optimasi Suhu Pemanasan Minuman Fungsional Ubi Jalar Ungu : Bioaktif, BAL dan Organoleptik

Heating Temperature Optimization of Purple Sweet Potato Fuctional Beverage : Bioactive, LAB and Sensory

Fitriani Basrin^{1*}, Sulfianti¹, Miming Berlian¹, Nadirah B Andi Pallawa¹, Yuanita Indriasari², If'all²,
Ramadhani Chaniago³

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Bumi, Politeknik Palu, Palu 94119, Indonesia

²Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Alkhairaat, Palu 94221, Indonesia

³Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Luwuk, Banggai 94711, Indonesia

*E-mail: fitrianiBasrin014@gmail.com

Diterima: 20 September 2025; Disetujui: 11 Desember 2025

ABSTRAK

Tren gaya hidup sehat mendorong pengembangan minuman fungsional berbasis ubi jalar ungu karena praktis, bergizi, dan digemari masyarakat. Namun, tantangan utama terletak pada proses pengolahan, khususnya pemanasan. Antosianin sangat sensitif terhadap suhu tinggi, pH, oksidasi, dan cahaya, sehingga mudah terdegradasi selama pemrosesan. Selain itu, viabilitas bakteri asam laktat sebagai mikroba probiotik sangat bergantung pada suhu pemrosesan. Untuk perlu dilakukan kajian tentang pengaruh suhu pemanasan terhadap bioaktif, viabilitas bakteri asam laktat dan organoleptik minuman fungsional ubi jalar ungu agar diperoleh suhu pemrosesan yang optimal. Penelitian ini didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan faktor suhu pemanasan yaitu 70°C; 80°C; 90°C; 100°C. Perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 20 sampel percobaan yang diuji kadar antosianin, aktivitas antioksidan, total bakteri asam laktat dan tingkat kesukaan secara organoleptik (uji hedonik) menggunakan 20 orang panelis terlatih. Perlakuan pemanasan dengan berbagai suhu (70 – 100°C) terbukti berpengaruh signifikan terhadap bioaktif seperti kadar antosianin dan aktivitas antioksidan, viabilitas bakteri asam laktat, dan tingkat kesukaan minuman fungsional ubi jalar ungu, dimana penggunaan suhu 70°C masih dapat mempertahankan bioaktif dari produk minuman fungsional dengan kadar antosianin sebesar 81,72 mg/L dan aktivitas antioksidan (IC₅₀) sebesar 11,61 µg/mL (aktivitas antioksidan sangat kuat). Untuk viabilitas BAL perlakuan suhu 70 – 100°C terbukti menurunkan jumlah BAL yang ada di dalam produk secara signifikan (<10⁷ CFU/L) dengan total BAL berkisar 0,0407 – 6,06 x 10⁴ CFU/L. Sementara tingkat kesukaan secara organoleptik diperoleh suhu 80°C mampu menghasilkan produk minuman fungsional yang paling disukai oleh panelis baik tekstur (4,5), rasa (4,55), aroma (3,65) dan warnanya (3,45).

Kata kunci: Antioksidan; bakteri asam laktat; organoleptik; suhu pemanasan; ubi jalar ungu

ABSTRACT

The trend towards healthy lifestyles has encouraged the development of functional drinks based on purple sweet potatoes because they are practical, nutritious and popular with the public. However, the main challenge lies in the processing, particularly heating. Anthocyanins are very sensitive to high temperatures, pH, oxidation and light, so they are easily degraded during processing. In addition, the viability of lactic acid bacteria as probiotic microbes is highly dependent on the processing temperature. Therefore, it is necessary to study the effect of heating temperature on the bioactivity, viability of lactic acid bacteria, and organoleptic properties of purple sweet potato functional beverages in order to obtain the optimal processing temperature. This study was designed using a completely randomised design with heating temperature factors of 70°C, 80°C, 90°C, and 100°C. The treatment was repeated five times to obtain 20 experimental samples that were tested for anthocyanin content, antioxidant activity, total lactic acid bacteria, and organoleptic preference (hedonic test) using 20 trained panelists. Heating treatment at various temperatures (70–100°C) has been shown to have a significant effect on bioactive compounds such as anthocyanin content and antioxidant activity, lactic acid bacteria viability, and the acceptability level of purple sweet potato functional beverages, where the use of 70°C can still maintain the bioactive compounds of functional beverage products with an anthocyanin content of 81.72 mg/L and antioxidant activity (IC₅₀) of 11.61 µg/mL (very strong antioxidant activity). For LAB viability, the 70–100°C temperature treatment was proven to significantly reduce the number of LAB in the product (<10⁷ CFU/L) with a total LAB ranging from 0.0407 to 6.06 × 10⁴ CFU/L. Meanwhile, the organoleptic preference level obtained at 80°C was able to produce the most preferred functional beverage product by the panelists in terms of texture (4.5), taste (4.55), flavour (3.65), and colour (3.45).

Keywords: Antioxidant; lactic acid bacteria; sensory; heating temperature; purple sweet potato

PENDAHULUAN

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan komoditas pangan lokal yang potensial dikembangkan menjadi produk fungsional. Kandungan utamanya adalah antosianin, pigmen larut air yang memberi warna ungu pekat

sekaligus berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, dan protektif terhadap penyakit degeneratif (Yun et al., 2024). Tren gaya hidup sehat mendorong pengembangan minuman fungsional berbasis ubi jalar ungu karena praktis, bergizi, dan digemari masyarakat.

Namun, tantangan utama terletak pada proses pengolahan, khususnya pemanasan. Antosianin sangat sensitif terhadap suhu tinggi, pH, oksidasi, dan cahaya, sehingga mudah terdegradasi selama pemrosesan. Degradasi ini menurunkan aktivitas antioksidan dan mengubah warna produk (Oancea, 2021). Meski demikian, pemanasan diperlukan untuk menjamin keamanan pangan melalui inaktivasi mikroba patogen dan enzim. Oleh sebab itu, perlu strategi optimasi suhu pemanasan agar produk tetap kaya bioaktif, aman, dan memiliki mutu sensoris baik.

Tantangan utama terletak pada proses pemanasan. Antosianin sangat sensitif terhadap suhu tinggi, pH, oksidasi, dan cahaya sehingga mudah terdegradasi selama pemrosesan. Degradasi ini dapat menurunkan aktivitas antioksidan serta mengubah warna produk (Oancea, 2021). Di sisi lain, pemanasan tetap diperlukan untuk menjamin keamanan pangan melalui inaktivasi mikroba patogen dan enzim. Oleh sebab itu, diperlukan optimasi suhu pemanasan, yaitu penentuan suhu terbaik yang mampu mempertahankan bioaktif sekaligus memastikan keamanan pangan dan kualitas sensori tetap baik.

Selain antosianin, keberadaan bakteri asam laktat (BAL) juga penting dalam mendukung nilai fungsional produk. BAL bertindak sebagai probiotik yang dapat membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus, meningkatkan imun, dan menghasilkan metabolit yang bermanfaat bagi kesehatan (Wang et al., 2022). Namun, viabilitas BAL sangat dipengaruhi oleh suhu pemanasan. Paparan suhu tinggi dapat menurunkan jumlah sel hidup sehingga manfaat probiotik berkurang. Hal ini menimbulkan dilema: bagaimana mempertahankan kandungan bioaktif dan viabilitas BAL tanpa mengabaikan standar keamanan pangan berbasis pasteurisasi.

Mutu organoleptik juga merupakan faktor yang menentukan penerimaan konsumen. Warna, aroma, rasa, dan tekstur dapat berubah secara signifikan akibat pemanasan. Suhu tinggi berpotensi memudahkan warna karena degradasi pigmen, serta memengaruhi aroma dan rasa akibat hilangnya senyawa volatil atau terbentuknya senyawa hasil reaksi panas. Konsumen umumnya menyukai minuman dengan warna pekat, aroma segar, rasa khas, dan tekstur halus. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan suhu pemanasan yang mampu menyeimbangkan kualitas bioaktif, viabilitas BAL, dan karakteristik sensoris.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa antosianin ubi jalar ungu sangat mudah terdegradasi oleh panas. Zhang et al. (2023) melaporkan bahwa stabilitas antosianin dapat ditingkatkan melalui interaksi dengan protein, sementara Chen et al. (2024) menegaskan bahwa suhu merupakan faktor dominan yang mempercepat degradasi antosianin. Yun et al. (2024) turut menekankan potensi aplikatif antosianin dalam sistem pangan modern. Namun demikian, penelitian mengenai viabilitas BAL pada produk berbasis ubi jalar ungu masih sangat terbatas, dan sebagian besar studi hanya menambahkan BAL setelah proses pemanasan selesai. Pendekatan ini kurang sesuai dengan kebutuhan industri yang mengutamakan pasteurisasi untuk keamanan produk.

Berdasarkan uraian tersebut, gap penelitian terletak pada belum adanya kajian yang secara simultan menilai perubahan bioaktif, aktivitas antioksidan, viabilitas BAL, dan mutu organoleptik akibat variasi suhu pemanasan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan empat tingkat suhu pemanasan (70°C, 80°C, 90°C, dan 100°C) untuk mengevaluasi kandungan antosianin, aktivitas antioksidan, jumlah BAL, serta mutu organoleptik. Penelitian ini menghadirkan kebaruan karena mengintegrasikan analisis bioaktif, probiotik, dan sensoris dalam satu rancangan eksperimen, sehingga dapat berkontribusi pada

pengembangan minuman fungsional berbasis ubi jalar ungu yang aman, kaya nutrisi, mengandung probiotik, dan diterima konsumen.

Celah penelitian terletak pada kurangnya studi yang menilai integrasi bioaktif, probiotik, dan sensoris secara simultan untuk itu penelitian ini hadir untuk menjawab gap tersebut dengan menggunakan rancangan acak lengkap empat tingkat suhu pemanasan (70°C, 80°C, 90°C, 100°C). Parameter yang dievaluasi meliputi kandungan antosianin, aktivitas antioksidan, jumlah BAL, serta mutu organoleptik.

Dari sisi kebaruan, penelitian ini berbeda dengan studi terdahulu yang cenderung parsial, karena mengintegrasikan analisis bioaktif, probiotik, dan sensoris dalam satu kerangka eksperimen, sehingga penting untuk melakukan penelitian ini agar dapat berkontribusi pada pengembangan minuman fungsional berbasis ubi jalar ungu yang aman, bergizi, kaya bioaktif, mengandung probiotik, serta diterima konsumen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan suhu pemanasan (70°C, 80°C, 90°C, dan 100°C) terhadap kandungan antosianin, aktivitas antioksidan, viabilitas bakteri asam laktat (BAL), serta mutu organoleptik minuman prebiotik ubi jalar ungu. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menentukan suhu pemanasan terbaik yang mampu mempertahankan bioaktif, probiotik, dan kualitas sensori produk.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Alat utama yang digunakan yaitu spektrofotometer UV-Vis, inkubator, autoklaf, oven pengering, pH meter, timbangan analitik, alat penghalus elektrik serta peralatan gelas laboratorium lainnya seperti gelas ukur, erlenmeyer, pipet volume, dan tabung reaksi.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) segar yang diperoleh dari pasar lokal di Kota Palu, starter kultur bakteri asam laktat (BAL) *Lactobacillus plantarum* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Alkhairaat yang dipelihara dalam medium de Man Rogosa and Sharpe (MRS) broth pada suhu 37 °C selama 18–24 jam hingga mencapai fase eksponensial pertumbuhan sebelum digunakan sebagai inokulum, serta bahan kimia analisis seperti etanol, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), buffer fosfat, gula pasir, aquades, larutan buffer pH 1 dan pH 4,5 untuk analisis antosianin, NaCl, dan aquades yang diperoleh dari Laboratorium Analisis Mutu Fakultas Pertanian Universitas Alkhairaat.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Bumi, Politeknik Palu pada bulan Juni – Agustus 2025, yang diawali dengan menimbang 1 kg ubi jalar ungu, kemudian dilakukan pengupasan, pencucian dan penghalusan menggunakan blender dengan menambahkan air secukupnya. Setelah itu dilakukan pengepresan dan penyaringan untuk mendapatkan sari ubi jalar ungu, dilanjutkan dengan proses penambahan starter BAL yang telah diinokulasi sebelumnya dalam susu cair, susu bubuk, gula, garam dan air sesuai formulasi. Lalu campuran tersebut difermentasi pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah itu dilakukan proses pemanasan pada suhu 70°C, 80°C, 90°C dan 100°C sesuai perlakuan dan terakhir proses pengemasan untuk selanjutnya dilakukan analisis bioaktif, viabilitas BAL dan organoleptik. Pemilihan rentang suhu 70–100°C mengacu pada penelitian Chen et al. (2024) dan Wang et al. (2018) yang menggunakan rentang suhu

tersebut untuk pengolahan minuman berbasis umbi untuk menjaga stabilitas komponen bioaktif sekaligus memenuhi kebutuhan pasteurisasi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor suhu pemanasan yaitu suhu 70°C, 80°C, 90°C dan 100°C dan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 20 sampel percobaan.

Kadar Antosianin (Herlina et al., 2023)

Sampel dilarutkan dalam 200 mL akuades pada suhu 80°C, lalu diambil 1 mL dan diencerkan dengan 9 mL buffer pH 1. Langkah yang sama dilakukan untuk buffer pH 4,5. Kedua larutan (pH 1 dan pH 4,5) kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum antosianin (510 nm) dan 700 nm. Selanjutnya, konsentrasi antosianin dalam minuman bunga telang dihitung dengan rumus yang telah ditetapkan:

$$\text{Kadar Antosianin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times FP \times 1000}{\epsilon \times l} \quad (1)$$

$$\text{Absorbansi} = (A_{510} - A_{700}) \text{ pH 1,0} - (A_{510} - A_{700}) \text{ pH 4,5} \quad (2)$$

Ket : A = Absorbansi
 ϵ = Absorptivitas molar sianidin-3 glukosida yaitu 26900 L/(mol.cu)
 l = lebar kuvet 1 cm
 MW = berat molekul sianidin-3 glukosida (449,2 g/mol)

Aktivitas Antioksidan (Putri et al., 2025)

Sampel sebanyak 25 mg dilarutkan dalam metanol hingga volume 25 mL untuk menghasilkan larutan induk 1000 ppm. Dari larutan ini dibuat seri pengenceran (4, 8, 12, dan 16 ppm) dengan mengambil 0,1–0,4 mL larutan induk dan diencerkan hingga 25 mL. Masing-masing larutan uji ditambah 5 mL DPPH 0,5 µM, kemudian volumenya disesuaikan dengan metanol. Larutan blanko disiapkan hanya dengan DPPH 0,5 µM dalam metanol. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada 515 nm setiap 5 menit hingga 30 menit. Aktivitas antioksidan ditentukan dari penurunan absorbansi DPPH, yang dinyatakan sebagai persen inhibisi (% inhibisi).

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}})}{A_{\text{kontrol}}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

A_{kontrol} = Absorbansi tanpa sampel
 A_{sampel} = Absorbansi sampel

Hasil % inhibisi diplot pada persamaan regresi dengan konsentrasi sampel (ppm) sebagai sumbu X dan % inhibisi sebagai sumbu Y. Nilai IC₅₀ diperoleh dari titik saat % inhibisi mencapai 50% berdasarkan persamaan $Y = aX + b$.

Total Bakteri Asam Laktat (Rohman et al., 2019)

Sebanyak 1 mL sampel diencerkan dengan 9 mL larutan NaCl fisiologis 0,85% sehingga diperoleh pengenceran 10⁻¹. Proses ini dilanjutkan bertahap hingga pengenceran 10⁻⁶. Dari tiga pengenceran terakhir, masing-masing 1 mL sampel dituangkan ke dalam cawan petri secara duplo dan ditutup rapat untuk mencegah kontaminasi. Selanjutnya, 15 mL media MRSA bersuhu 50°C ditambahkan dengan membuka tutup cawan sedikit agar tetap steril, lalu cawan digerakkan perlahan membentuk pola angka delapan agar media merata. Setelah media memadat, inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24 jam dalam posisi terbalik. Koloni dihitung pada cawan dengan jumlah 30–300 koloni, kemudian total bakteri asam laktat per 1 mL sampel ditentukan berdasarkan jumlah koloni dikalikan faktor

pengenceran. Hasilnya dilaporkan menggunakan metode Standard Plate Count (SPC).

Organoleptik (Setyaningsih dkk, 2010)

Penentuan mutu organoleptik menggunakan uji hedonik 20 orang panelis terlatih yaitu mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Alkhairaat dengan skala penilaian : 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = suka, 4 = suka sekali, 5 = sangat suka sekali.

Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan menggunakan SPSS 22.0. Jika hasil menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT) pada taraf signifikansi 0,05 dan 0,01. Analisis uji hedonik dilakukan dengan metode Uji Friedman (chi-square).

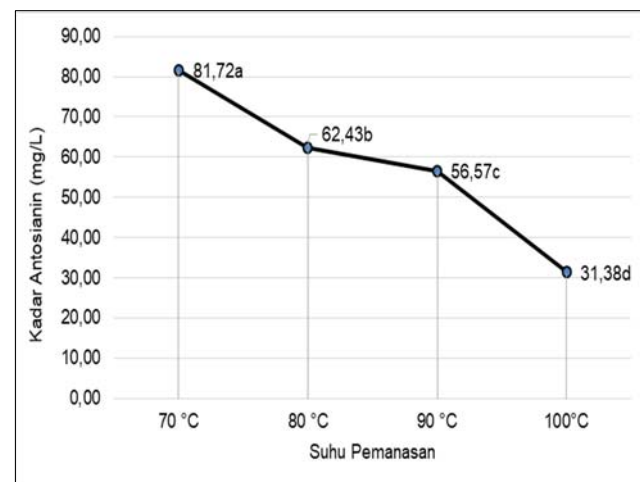
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Antosianin

Data penelitian menginformasikan bahwa perlakuan suhu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap kadar antosianin dari minuman fungsional ubi jalar ungu ($p < 0,05$), dimana penggunaan suhu pemanasan 70°C menghasilkan minuman fungsional dengan kadar antosianin tertinggi sebesar 81,72 mg/L dan seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan nampak kadar antosianin semakin menurun drastis mencapai 31,38 mg/L pada suhu 100°C (Gambar 1).

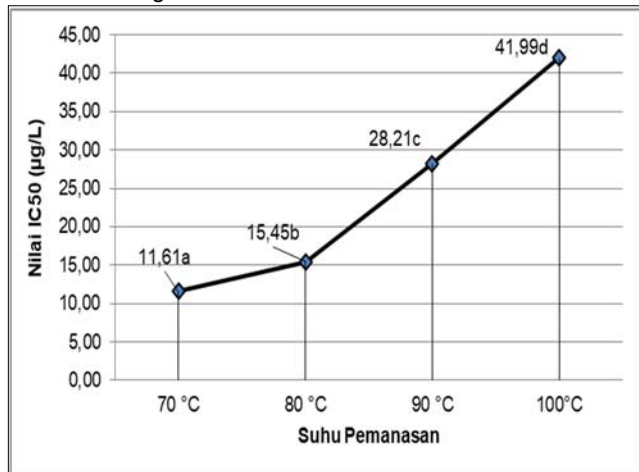
Antosianin bersifat termolabil yang artinya mudah terdegradasi pada suhu tinggi. Pengolahan makanan seperti pemanasan jus berry atau sayuran berwarna merah sering menurunkan kadar antosianin hingga 30-60% tergantung tingginya suhu dan lama pemanasan (Oancea, 2021). (Nasrullah et al., 2021) mengemukakan bahwa pemanasan suhu 60°C mengakibatkan rusaknya (dekomposisi) antosianin menjadi senyawa lain pada bahan pangan yang ditandai dengan adanya perubahan warna semula merah krimson menjadi merah kecoklatan.

Hasil serupa juga ditemukan oleh (Almajid et al., 2021), dimana kestabilan antosianin pada ekstrak kulit buah naga terjaga pada suhu pemanasan 10-30°C dan penurunan kestabilan signifikan terjadi pada suhu >50°C, yang ditandai dengan menurunnya nilai absorbansi menjadi lebih rendah karena perubahan warna menjadi lebih pucat.



Ket : Nilai rata-rata yang bernotasi sama berarti tidak berbeda signifikan pada uji Duncan $\alpha = 1\%$

Gambar 1. Kadar antosianin minuman fungsional ubi jalar ungu



Ket : Nilai rata-rata yang bernotasi sama berarti tidak berbeda signifikan pada uji Duncan $\alpha = 1\%$

Gambar 2. Aktivitas antioksidan minuman fungsional ubi jalar ungu

Aktivitas Antioksidan

Hasil penelitian menemukan bahwa aktivitas antioksidan minuman fungsional ubi jalar ungu menurun secara signifikan seiring dengan peningkatan suhu pemanasan. Hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya nilai % inhibisi (IC₅₀) seiring peningkatan suhu pemanasan. Berarti perlakuan suhu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan minuman fungsional ubi jalar ungu ($p < 0,05$).

Penggunaan suhu pemanasan 70°C menghasilkan minuman fungsional dengan nilai IC₅₀ sebesar 11,61 µg/mL dan meningkat signifikan mencapai 41,99 µg/mL pada suhu 100°C. (Molyneux, 2004) mengemukakan bahwa semakin kecil nilai IC₅₀ maka semakin kuat aktivitas antioksidan suatu senyawa. Untuk itu dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan yang digunakan maka aktivitas antioksidan semakin menurun.

(Chongsrimisrisakhol et al., 2025) mengemukakan bahwa penerapan perlakuan termal pada ekstrak ampas kopi seduhan panas atau dingin, terbukti menurunkan TPC, aktivitas antioksidan, dan kadar kafein, di mana penurunan tersebut lebih menonjol ketika sterilisasi dilakukan pada temperatur tinggi. Hasil review dari (Zagórska et al., 2023) mengemukakan bahwa penerapan suhu tinggi dapat memengaruhi aktivitas biologis tanaman termasuk aktivitas antioksidan, meskipun hasil yang diperoleh sering kali tidak konsisten, misalnya dari berbagai teknik pemrosesan jahe secara termal, penggunaan gelombang mikro dan perebusan dianggap paling merusak senyawa aktif sehingga menyebabkan penurunan aktivitas biologis rimpang secara signifikan, sedangkan pemanasan dengan penggorengan dan blanching dapat mempertahankan bahkan meningkatkan aktivitas biologis dari jahe.

Total Bakteri Asam Laktat

Jumlah bakteri asam laktat pada produk minuman fungsional sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan, dimana bakteri BAL seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* tumbuh optimal pada 37–43°C. Jika yoghurt yang sudah jadi terkena pemanasan di atas 60°C, jumlah BAL akan turun drastis (sering $< 10^4$ CFU/mL). Hasil penelitian ini juga mendapatkan temuan serupa bahwa peningkatan suhu pemanasan mengakibatkan total BAL dalam minuman fungsional ubi jalar ungu berkurang secara

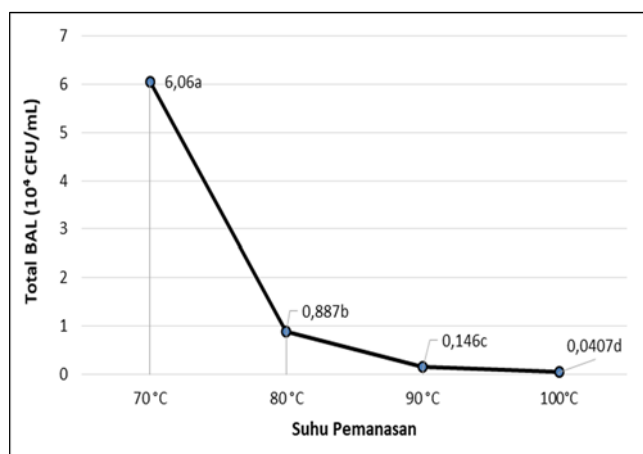
drastis bahkan pada suhu 100°C mencapai $0,0407 \times 10^4$ CFU/mL (Gambar 3). Nampak secara signifikan pengaruh dari perlakuan suhu pemanasan terhadap total BAL yang ada pada minuman fungsional ubi jalar ungu ($p < 0,05$).

(Papadimitriou et al., 2016) menyatakan *heat stress* di atas suhu 50–60°C bersifat merusak bagi kebanyakan strain LAB. Lebih lanjut (Ibourahema et al., 2025) juga menemukan bahwa semua strain *Lactobacillus* menunjukkan penurunan viabilitas seiring meningkatnya suhu dan lamanya paparan, dengan *Lactobacillus plantarum* memiliki ketahanan panas paling tinggi. Pada suhu 45°C, seluruh strain masih mampu mempertahankan jumlah sel hidup yang tinggi ($\log \text{CFU/mL} > 8$), sesuai dengan kisaran suhu lingkungan alami yang biasa ditemui pada produk pangan fermentasi. Akan tetapi, ketika dipanaskan pada 55°C dan 65°C, jumlah sel hidup berkurang secara signifikan, terutama pada *Lactococcus lactis* yang mengalami penurunan viabilitas paling drastis.

Organoleptik

Penelitian ini juga melakukan pengujian tingkat kesukaan panelis terhadap organoleptik (tekstur, rasa, aroma dan warna) dari minuman fungsional ubi jalar ungu yang diberi perlakuan pemanasan pada suhu yang berbeda. Hasil uji hedonik tekstur dan rasa dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini, dimana jika nilai P-value lebih kecil daripada tingkat signifikansi (α), berarti perbedaan suhu pemanasan memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan panelis akan minuman fungsional ubi jalar ungu.

Untuk tekstur diperoleh nilai P-value $< 0,0001$ sehingga lebih kecil dari $\alpha = 0,01$, yang berarti perlakuan suhu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap tekstur dari minuman fungsional ini. Pemanasan pada suhu 80°C menghasilkan tekstur minuman dengan nilai kesukaan tertinggi (4,5), karena tekstur minuman fungsional menjadi lembut dan homogen sehingga sangat disukai oleh panelis. (Ozcan et al., 2015) menyatakan bahwa pra-pemanasan susu untuk yoghurt biasa sering dilakukan pada 85–95 °C selama 5–30 menit untuk menggantikan mikroflora dan denaturasi whey yang diperlukan. Rentang ini biasanya meningkatkan kekentalan akhir setelah fermentasi tanpa membuat tekstur kasar jika dikontrol waktu-suhu dengan benar. (Cunha Júnior et al., 2025) lebih lanjut menyatakan bahwa pemanasan yang terlalu kuat atau lama dapat menyebabkan agregasi berlebihan dan pembentukan partikel kasar atau tekstur “berbutir” (granular), serta perubahan mikrostruktur yang menurunkan kehalusan dan menyebabkan tekstur tidak menyenangkan. Dengan kata lain, ada titik optimal: pemanasan cukup untuk mendenaturasi whey (meningkatkan kekuatan gel), tetapi tidak sampai menyebabkan kerusakan struktur.



Ket : Nilai rata-rata yang bernotasi sama berarti tidak berbeda signifikan pada uji Duncan $\alpha = 1\%$

Gambar 3. Total BAL minuman fungsional ubi jalar ungu
 Tabel 1. Uji hedonik tekstur dan rasa minuman fungsional ubi jalar ungu

Suhu Pemanasan (°C)	Tekstur (mean ± SD)	Rasa (mean ± SD)
70	3,00 ± 0,97 ^b	2,45 ± 0,99 ^c
80	4,50 ± 0,51 ^a	4,55 ± 0,51 ^a
90	3,30 ± 0,57 ^b	3,15 ± 0,81 ^b
100	3,35 ± 0,67 ^b	3,20 ± 0,83 ^b
$\alpha = 0,01$	$\chi^2 = 136,18$	$\chi^2 = 139,02$
P-value < 0,0001		

Ket : Jika P-Value < nilai $\alpha = 0,01$ berarti perlakuan berpengaruh signifikan, dan dilanjutkan dengan uji Duncan 1%.

Tabel 2. Hasil uji hedonik aroma dan warna minuman fungsional ubi jalar ungu

Suhu Pemanasan (°C)	Aroma (mean ± SD)	Warna (mean ± SD)
70	4,55 ± 0,51 ^a	2,85 ± 1,42 ^c
80	3,60 ± 0,82 ^b	3,45 ± 0,51 ^b
90	2,80 ± 0,95 ^c	3,65 ± 0,81 ^b
100	2,85 ± 0,86 ^c	4,30 ± 0,92 ^a
$\alpha = 0,01$	$\chi^2 = 136,14$	$\chi^2 = 118,54$
p < 0,0001		

Ket : Jika P-Value < nilai $\alpha = 0,01$ berarti perlakuan berpengaruh signifikan, dan dilanjutkan dengan uji Duncan 1%.

Hasil uji hedonik untuk atribut rasa menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari suhu pemanasan terhadap tingkat kesukaan panelis akan rasa dari minuman fungsional ini (P-value < $\alpha = 0,01$). Proses pemanasan menggunakan suhu 80°C mendapatkan tingkat kesukaan tertinggi (4,55) yang disebabkan munculnya rasa manis dan berkurangnya rasa asam dari minuman fungsional ini. (Zhao et al., 2023) mengemukakan bahwa rasa dipengaruhi oleh pH (asam laktat), produk Maillard (rasa manis/caramel), hasil degradasi gula dan protein, serta perubahan komponen pahit/umami dari proteolisis. Pemanasan dapat menurunkan atau menutupi nuansa asam/segarnya yoghurt dan meningkatkan karakter “matang”/“manis karamel” tergantung kondisi. Lebih lanjut dinyatakan bahwa pada 80°C, terjadi reaksi Maillard ringan dan karamelisasi gula sederhana dari susu maupun ubi jalar. Hasilnya terbentuk senyawa volatil dengan karakter manis-karamel atau sedikit roasted yang bisa menambah kompleksitas rasa dan menutupi dominasi rasa asam yoghurt.

Pengaruh suhu pemanasan yang signifikan juga diperoleh pada atribut aroma dimana pemanasan pada suhu 70°C mendapatkan tingkat kesukaan tertinggi (4,55) dibandingkan dengan perlakuan suhu >90°C (Tabel 2). Hal ini dimungkinkan karena pada suhu 70 °C aroma senyawa volatil segar masih terjaga dan belum banyak terbentuk aroma “cooked” yang tidak diinginkan, sedangkan pemanasan diatas suhu ≥90 °C menyebabkan kehilangan aroma segar serta munculnya off-flavor akibat degradasi volatil dan reaksi Maillard/oksidasi, sehingga menurunkan kesukaan panelis. (Li et al., 2024) menyatakan bahwa pemanasan pasca-fermentasi mengubah profil volatil susu fermentasi: senyawa segar berkurang, sementara senyawa hasil degradasi meningkat. Selain itu dikemukakan juga pada suhu ≥90 °C, banyak senyawa volatil mudah menguap hilang atau terdegradasi. Hasilnya, yoghurt kehilangan

aroma segar khas fermentasi dan menjadi “pucat” secara aromatik.

Untuk atribut warna, panelis sangat menyukai warna produk minuman fungsional yang dipanaskan pada suhu ≥90°C (3,65 – 4,30) karena produk memiliki warna ungu cerah dan pekat sehingga dianggap menarik, segar, dan menunjukkan kandungan ubi jalar ungu yang tinggi. Hal ini dimungkinkan karena suhu ≥90 °C menonaktifkan enzim oksidatif seperti polifenol oksidase (PPO) atau peroksidase, yang biasanya mempercepat pencoklatan pigmen ubi. (Polak et al., 2024) mengemukakan bahwa pemrosesan suhu tinggi-singkat (HTST) dapat menonaktifkan enzim dan membantu mempertahankan sebagian besar antosianin segera setelah perlakuan, meski degradasi dapat terjadi selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Perlakuan pemanasan dengan berbagai suhu (70 – 100°C) terbukti berpengaruh signifikan terhadap bioaktif seperti kadar antosianin dan aktivitas antioksidan, viabilitas bakteri asam laktat, dan tingkat kesukaan minuman fungsional ubi jalar ungu, dimana penggunaan suhu 70°C masih dapat mempertahankan bioaktif dari produk minuman fungsional dengan kadar antosianin sebesar 81,72 mg/L dan aktivitas antioksidan (IC₅₀) sebesar 11,61 µg/mL (aktivitas antioksidan sangat kuat). Untuk viabilitas BAL perlakuan suhu 70 – 100°C terbukti menurunkan jumlah BAL yang ada di dalam produk secara signifikan (<10⁷ CFU/L) dengan total BAL berkisar 0,0407 – 6,06 x 10⁴ CFU/L. Sementara tingkat kesukaan secara organoleptik diperoleh suhu 80°C mampu menghasilkan produk minuman fungsional yang paling disukai oleh panelis baik tekstur (4,5), rasa (4,55), aroma (3,65) dan warnanya (3,45).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kementerian Pendidikan Tinggi Sains dan Teknologi atas dukungan pendanaan melalui program Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun anggaran 2025 dengan nomor kontrak 137/C3/DT.05.00/PM/2025. Apresiasi juga diberikan kepada Kepala LLDIKTI Wilayah XVI, Direktur Politeknik Palu, serta Dekan Fakultas Pertanian Universitas Alkhairaat yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Almajid, G. A. A., Rusli, R., & Priastomo, M. (2021). Effect of Solvent, Temperature and pH on Anthocyanin Pigments from Red Dragon Fruit Peel Extract (*Hylocereus Polyrhizus*). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 135–138. <http://prosiding.farmasi.unmul.ac.id/index.php/mpc/article/view/416/399>
- Chen, S. Y., Xu, C. Y., Mazhar, M. S., & Naiker, M. (2024). Nutritional Value and Therapeutic Benefits of Dragon Fruit: A Comprehensive Review with Implications for Establishing Australian Industry Standards. *Molecules*, 29(23). <https://doi.org/10.3390/molecules29235676>
- Chongsrimisirakhol, O., Jangchud, K., Wilde, P. J., & Pirak, T. (2025). The Impact of Thermal Treatment and In Vitro Digestion on Antioxidant Activity and Anti-Glycation Properties of Antioxidant Crude Extract From

- Hot and Cold Brew Spent Coffee Ground. *Food Science and Nutrition*, 13(5), 1–13. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70131>
- Cunha Júnior, P. C. da, Pinto, C. A. C., Saraiva, J. M. A., & Ferreira, E. H. da R. (2025). Effects of Purple-Fleshed Sweet Potato Lyophilized Powder on the Physicochemical Properties, Lactic Acid Bacteria Viability, Microstructure, and Textural Properties of Stirred Yogurt. *Foods*, 14(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/foods14020257>
- Herlina, H., Jannah, S., Mulyani, E., & Sembiring, M. (2023). ANALISA ANTOSIANIN PADA MINUMAN OLAHAN BUNGA TELANG (*Clitoria Ternatea* L) DENGAN METODE pH DIFFERENSIAL. *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 12(2), 217. <https://doi.org/10.30591/pjif.v12i2.5138>
- Ibourahema, C., Athanase, K. K., Clement, K. K., Rodrigue, R. D., Bakary, C., Paul, A., Ibrahim, K., & Fauconnier, M. (2025). *Effects of Heat Stress on the Resistance of Lactic Acid Bacteria: Viability, Morphological Integrity, and Acidification Capacity in Fermentation Processes*. 4(3), 1–7.
- Li, X., Zhao, Z., Shi, S., Li, D., Sang, Y., Wang, P., Zhao, L., Wang, F., Fang, B., Chen, S., Li, Y., Jiang, Z., Luo, J., Zhang, X., & Wang, R. (2024). Flavor properties of post-heated fermented milk revealed by a comprehensive analysis based on volatile and non-volatile metabolites and sensory evaluation. *Current Research in Food Science*, 9(September), 100892. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2024.100892>
- Molyneux, P. (2004). The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(December 2003), 211–219. <https://doi.org/10.1287/isre.6.2.144>
- Nasrullah, N., Husain, H., & Syahrir, M. (2021). Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanasan Terhadap Stabilitas Pigmen Antosianin Ekstrak Asam Sitrat Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Aplikasi Pada Bahan Pangan. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 22(1), 43. <https://doi.org/10.35580/chemica.v22i1.21728>
- Oancea, S. (2021). A review of the current knowledge of thermal stability of anthocyanins and approaches to their stabilization to heat. *Antioxidants*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/antiox10091337>
- Ozcan, T., Horne, D. S., & Lucey, J. A. (2015). Yogurt made from milk heated at different pH values. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 6749–6758. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9643>
- Papadimitriou, K., Alegría, Á., Bron, P. A., de Angelis, M., Gobetti, M., Kleerebezem, M., Lemos, J. A., Linares, D. M., Ross, P., Stanton, C., Turroni, F., van Sinderen, D., Varmanen, P., Ventura, M., Zúñiga, M., Tsakalidou, E., & Kok, J. (2016). Stress Physiology of Lactic Acid Bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(3), 837–890. <https://doi.org/10.1128/mmbr.00076-15>
- Polak, N., Kalisz, S., & Kruszewski, B. (2024). High-Temperature Short-Time and Ultra-High-Temperature Processing of Juices, Nectars and Beverages: Influences on Enzyme, Microbial Inactivation and Retention of Bioactive Compounds. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/app14198978>
- Putri, S. H., Nadhilah, H., Juliadmi, D., & Widyasanti, A. (2025). Aktivitas antioksidan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dan aplikasinya dalam sediaan serum. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 19(2), 445–454. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v19i2.20206>
- Rohman, A. R., Dwiloka, B., & Rizqiati, H. (2019). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Total Asam, Total Bakteri Asam Laktat, Total Khamir dan Mutu Hedonik Kefir Air Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 127–133. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.23281>
- Wang, F., Zhang, S., Deng, G., Xu, K., Xu, H., & Liu, J. (2022). Extracting Total Anthocyanin from Purple Sweet Potato Using an Effective Ultrasound-Assisted Compound Enzymatic Extraction Technology. *Molecules*, 27(14). <https://doi.org/10.3390/molecules27144344>
- Yun, D., Wu, Y., Yong, H., Tang, C., Chen, D., Kan, J., & Liu, J. (2024). Recent Advances in Purple Sweet Potato Anthocyanins: Extraction, Isolation, Functional Properties and Applications in Biopolymer-Based Smart Packaging. *Foods*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/foods13213485>
- Zagórska, J., Czernicka-Boś, L., Kukula-Koch, W., Iłowiecka, K., & Koch, W. (2023). Impact of Thermal Processing on the Selected Biological Activities of Ginger Rhizome—A Review. *Molecules*, 28(1). <https://doi.org/10.3390/molecules28010412>
- Zhang, S., Deng, G., Wang, F., Xu, H., Li, J., Liu, J., Wu, D., & Lan, S. (2023). Effect of Preheating Whey Protein Concentrate on the Stability of Purple Sweet Potato Anthocyanins. *Polymers*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/polym15153315>
- Zhao, M., Li, H., Zhang, D., Li, J., Wen, R., Ma, H., Zou, T., Hou, Y., & Song, H. (2023). Variation of Aroma Components of Pasteurized Yogurt with Different Process Combination before and after Aging by DHS/GC-O-MS. *Molecules*, 28(4). <https://doi.org/10.3390/molecules28041975>