e-ISSN 3062-8849
The 4th National Conference on Innovative Agriculture 2026
Jember, 26 – 27 September 2026

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.471

Pengembangan Yoghurt Bar Beku Kandidat Probiotik Nabati Berprotein dari Sari Biji Ketapang *(Terminalia catappa)* dengan Penambahan Bubuk Daun Murbei *(Morus alba L.)*

Development of Frozen Yogurt Bars as Protein-Rich Plant Probiotic Candidates from Ketapang (Terminalia catappa) Seed Extract with the Addition of Mulberry (Morus alba L.) Leaf Powder

Moch Riyan Maulana[1], Musti Yuni Hasisya[1], Vita Marvella Anatasya[1], Ahmad Mizanur Rahman[1], Dinda Robanya[1], Amelia Puti Herawati[1]

[1]Teknologi Rekayasa Pangan,Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

Email Koresponden: riyanstar25@gmail.com

Received : 24 September 2026 | Accepted : 24 September 2026 | Published : 31 Oktober 2026

Kata Kunci

Ketapang, Daun murbei, Nabati, Yoghurt, Bar

ABSTRAK

Tren konsumsi pangan global mendorong pengembangan produk camilan fungsional berbasis nabati yang sehat dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan yoghurt bar beku fungsional nabati dari sari biji ketapang (*Terminalia catappa* L.) dan bubuk daun murbei (*Morus alba* L.) sebagai alternatif camilan kandidat probiotik protein tinggi. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember pada April–Juni 2026. Pembuatan produk meliputi pembuatan sari biji ketapang melalui proses blanching, penggilingan, dan pasteurisasi; pembuatan bubuk daun murbei melalui blanching, perendaman asam sitrat, pengeringan pada suhu 50°C, dan pengayakan 100 mesh; serta fermentasi yoghurt dengan formulasI sari biji ketapang 54%, susu 30%, starter 8% menggunakan starter *Lactobacillus bulgaricus* dan gula 8% pada suhu 31°C selama 8 jam. Formulasi yoghurt bar terdiri dari yoghurt biji ketapang 87%, whipping cream 11%, bubuk daun murbei 1%, dan madu 1% dengan topping kacang almond, kismis, cokelat, dan stroberi. Produk kemudian dibekukan pada suhu -3°C selama 3–4 jam. Hasil menunjukkan bahwa yoghurt bar beku yang dihasilkan memiliki kadar protein (4,30 ± 0,14), pH(4,30 ± 0,14), TAT(4,30 ± 0,14), dan BAL(1,37 ± 0,02). Produk BARKEIYO berhasil dikembangkan sebagai camilan beku fungsional nabati yang inovatif, bergizi tinggi, dan berpotensi meningkatkan nilai tambah komoditas lokal.

Keywords

Bar, Mulberry Leaf, Plant-based, Tropical Almond, Yogurt

ABSTRACT

The global trend in food consumption is driving the development of healthy and sustainable plant-based functional snack products. This study aimed to develop a plant-based functional frozen yogurt bar from tropical almond (Terminalia catappa L.) seed milk and mulberry (Morus alba L.) leaf powder as a high-protein probiotic snack alternative. The study was conducted at the Agricultural Technology Laboratory of Politeknik Negeri Jember from April to June 2026. Product preparation involved tropical almond seed milk production through blanching, grinding, and pasteurization; mulberry leaf powder preparation through blanching, citric acid soaking, drying at 50°C, and 100-mesh sieving; and yogurt fermentation with a formulation of 54% tropical almond seed milk, 30% milk, 8% starter, and 8% sugar using Lactobacillus bulgaricus starter at 31°C for 8 hours. The yogurt bar formulation consisted of 87% tropical almond yogurt, 11% whipping cream, 1% mulberry leaf powder, and 1% honey with toppings of almonds, raisins, chocolate, and strawberries. The product was then frozen at -3°C for 3–4 hours. Results showed that the frozen yogurt bar had protein content (4,30 ± 0,14), pH (4,30 ± 0,14), TAT (4,30 ± 0,14), and BAL (1,37 ± 0,02). BARKEIYO *was successfully developed as an innovative, highly nutritious plant-based functional frozen snack with potential to increase the added value of local commoditi*

1. PENDAHULUAN

Tren konsumsi pangan global saat ini bergeser menuju produk nabati (*plant-based)* yang lebih sehat, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Data di Indonesia menunjukkan bahwa gaya hidup *plant-based* di kalangan usia produktif 18–35 tahun telah menyentuh angka 41–58% (GAIN, 2023; Puspita, 2025), yang sejalan dengan ekspansi industri yoghurt global yang diprediksi menembus nilai USD 76 miliar sepanjang periode 2024–2029 dengan laju pertumbuhan tahunan 5,9% (Mordor Intelligence, 2024). Peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan serta gaya hidup fleksitarian mendorong permintaan terhadap camilan fungsional yang tidak hanya mengenyangkan tetapi juga memberikan manfaat fisiologis bagi tubuh. Namun demikian, ketersediaan produk camilan beku *(frozen snack)* berbasis protein nabati lokal di Indonesia masih sangat terbatas. Sebagian besar produk yoghurt yang beredar di pasar masih menggunakan bahan baku susu hewani dan belum memanfaatkan potensi sumber daya pangan lokal yang melimpah. Yoghurt berbahan baku susu hewani menyimpan potensi masalah kesehatan karena kandungan laktosa dan kasein di dalamnya, terutama bagi populasi Asia yang tingkat intoleransi laktosanya diperkirakan berada pada kisaran 65–90% (Mattar et al., 2012). Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, salah satunya adalah pohon ketapang (*Terminalia catappa* L.) yang banyak ditemukan sebagai pohon peneduh di tepi pantai, khususnya di wilayah Jember selatan memiliki banyak pantai seperti pantai cemara, pancer puger, tanjung papuma, dan lainnya yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia.

Biji ketapang berasal dari pohon ketapang. Rasanya gurih dan mirip seperti kacang almond (Ningrum, 2021). Biji ketapang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan pangan, padahal kandungan gizinya sangat potensial. Penelitian Jasman et al. (2020) dan

Afriani et al. (2021) menunjukkan bahwa biji ketapang mengandung protein, flavonoid, dan senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Selain itu, daun murbei (*Morus alba* L.) juga diketahui memiliki kandungan protein kasar (18,5–23%) serta aktivitas antioksidan tinggi dari senyawa flavonoid seperti quercetin, rutin, dan isoquercitrin (Levickiene et al., 2024; Tang et al., 2024). Kombinasi kedua bahan lokal ini sangat potensial untuk dikembangkan menjadi produk pangan fungsional nabati yang inovatif. Pendekatan yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya antara lain menunjukkan bahwa yoghurt bar merupakan produk camilan berbasis yoghurt yang memiliki permukaan datar dan tekstur renyah, dengan kandungan protein cukup tinggi serta mengandung probiotik yang baik bagi kesehatan pencernaan (Oliver et al., 2024). Fortifikasi yoghurt dengan bubuk daun murbei terbukti dapat meningkatkan kandungan fenolik total serta aktivitas antioksidan tanpa menurunkan jumlah bakteri asam laktat (Tang et al., 2024). Penambahan biji ketapang dalam yoghurt juga mampu meningkatkan nilai gizi dan karakteristik organoleptik produk (Sari et al., 2023). Namun demikian, penelitian tentang penggabungan kedua bahan tersebut dalam bentuk yoghurt bar beku berbasis nabati masih sangat jarang ditemukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan yoghurt bar beku fungsional berbasis nabati dengan memanfaatkan biji ketapang sebagai sumber protein utama dan bubuk daun murbei sebagai sumber penambah protein dan aktivitas antioksidan alami. Produk bernama BARKEIYO (Bar Ketapang Murbei Yoghurt) ini dibuat sebagai camilan beku praktis dengan topping yang bernilai gizi, sehingga meningkatkan nilai tambah ekonomi dari dua komoditas lokal yang kurang dimanfaatkan.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukannya pengembangan produk yoghurt bar beku fungsional berbasis biji ketapang dengan penambahan bubuk daun murbei sebagai alternatif camilan kandidat probiotik nabati berprotein, serta menilai tingkat penerimaan konsumen. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan alternatif camilan beku sehat kandidat probiotik berbasis protein nabati lokal yang inovatif dan bergizi tinggi, meningkatkan nilai tambah biji ketapang dan daun murbei, serta memberikan informasi ilmiah bagi industri pangan dan masyarakat dalam pengembangan produk yoghurt bar nabati yang inovatif, sehat, dan bernilai jual.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 01 April–02 Juni 2026 pukul 07.00–16.00 WIB. Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Gedung Jurusan Teknologi Pertanian, Laboratorium Pengembangan Gedung Jurusan Teknologi Pertanian, dan Laboratorium Mikrobiologi Gedung Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember.

2.1 Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pisau, baskom, kompor, blender, gelas ukur, sieve shaker, mangkok kecil, talenan, kain saring, spatula, ayakan, box penyimpanan, toples, sendok, cetakan silikon, panci, freezer, showcase, food dehydrator, timbangan analitik, termometer, grinder, baking paper, dan mixer.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi biji ketapang, daun murbei segar, asam sitrat, susu full cream, kultur bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, gula, stroberi, kacang almond, madu, cokelat, dan kismis.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Pembuatan Sari biji ketapang

Biji ketapang, pengupasan, blanching, pembersihan kulit ari pengukusan dengan waktu 5 menit perendaman selama 10 menit penggilingan dengan air 1:1 kemudian proses penyaringan kemudian proses pasteurisasi dengan suhu 80-85°C , kemudian dihasilkan Sari biji ketapang.

2.2.2 pembuatan bubuk daun murbei

Daun murbei , dicuci dengan air bersih, blancing, kemudian rendam asam sitrat selama 10 menit, kemudian jemur atau angin-anginkan selama 2x24 jam dengan suhu 28 derajat Celcius selanjutnya pengeringan menggunakan dehidrator dengan suhu 50 derajat Celcius selama 5 jam kemudian haluskan dengan grinder air ukuran dengan 100 m dan jadi Bubuk Daun murbei.

2.2.3 Pembuatan Yoghurt

Sari biji ketapang, proses pencampuran ditambahkan susu full cream dan gula lakukan pemanasan dengan suhu 85 derajat celcius selanjutnya pendinginan dengan suhu 40 derajat Celcius kemudian pencampuran starter yoghurt biokul dimasukkan kemudian inkubasi dengan suhu 31 derajat Celcius selama 8 jam kemudian penyaringan dan jadi yoghurt biji ketapang PH yoghurt yakni 4,5. Formulasi(Sari biji ketapang 54% susu 30% starter 8% gula 8%).

2.2.4 Pembuatan Yoghurt Bar.

Yoghurt biji ketapang dicampurkan dengan bubuk daun murbei, madu, dan whipping cream sesuai formulasi penelitian. Campuran kemudian dihidrasi selama 5–10 menit hingga homogen dan dituangkan ke dalam cetakan silikon. Selanjutnya dilakukan penambahan topping berupa kacang almond, kismis, cokelat, dan stroberi. Produk kemudian dibekukan pada suhu -3°C selama 3–4 jam hingga terbentuk yoghurt bar, kemudian dilakukan proses pengemasan. Formulasi yoghurt bar yang digunakan adalah sebagai berikut: Yoghurt biji ketapang = 87%, Whipping cream = 11%, Bubuk daun murbei = 1% dan Madu = 1%.



Gambar 1. Produk Barkeiyo

2.3 Parameter Pengujian Produk

2.3.1 Analisis Kadar Protein Total (Metode Kjeldahl)

Analisis protein dilakukan mengacu pada Kurniawati et al. (2018). Penetapan kadar protein dilakukan menggunakan metode semi mikro Kjeldahl. Sampel ditambahkan H_2SO_4 pekat dan katalis, kemudian dipanaskan hingga larutan jernih. Setelah didinginkan, larutan ditambahkan aquades dan NaOH-$Na_2S_2O_3$, lalu di destilasi. Hasil destilasi ditampung dalam larutan asam borat dan dititrasi menggunakan HCl 0,02 N hingga titik akhir tercapai. Kadar protein dihitung berdasarkan kadar nitrogen total yang diperoleh.

Rumus perhitungan:

$$\% N = \frac{(V1 - V2)\ x\ NHCl\ x\ 14{,}00}{berat\ sampel\ (mg)}\ x\ 100$$

$$\% Protein = \% N\ x\ Faktor\ Konversi$$

2.3.2 PH

Pengukuran nilai pH dilakukan Sampel ditempatkan dalam beaker glass, kemudian elektroda pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer standar dicelupkan ke dalam sampel hingga nilai pH terbaca stabil. Nilai pH yang diperoleh mencerminkan tingkat keasaman produk, di mana nilai pH < 7 menunjukkan kondisi asam dan pH > 7 menunjukkan kondisi basa.Pengujian pH mengacu pada Dwiloka et al. (2022).

2.3.3 Uji Total Asam Tertitrasi (TAT)

Pengujian TAT mengacu pada AOAC (2005) Sampel dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan 4–5 tetes indikator fenolftalein (PP) 1%. Titrasi dilakukan menggunakan larutan NaOH 0,1 N sebanyak 50 mL hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda yang stabil. Volume NaOH yang digunakan dicatat sebagai dasar perhitungan total asam. Persentase asam laktat dihitung menggunakan rumus.

Rumus perhitungan :

$$\% Asam\ Laktat = \frac{V1\ x\ N\ x\ B}{V2\ x\ 1000}\ x\ 100$$

V1 = Volume NaOH (mL)
V2 = Volume Sampel (mL)
N = Normalitas NaOH (0,01N)
B = Berat Molekul Asam Laktat (90)

2.3.4 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Pengujian BAL dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri asam laktat pada produk menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan media MRSA (*de Man Rogosa Sharpe Agar*). Media MRSA sebanyak 5,2 g dilarutkan dalam 100 mL aquades kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Sampel sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam 9 mL aquades steril untuk memperoleh pengenceran 10^{-1}, kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-8}. Sebanyak 1 mL dari pengenceran 10^{-7} atau 10^{-8} dimasukkan ke dalam cawan petri steril, lalu ditambahkan media MRSA bersuhu 47–50°C dan dihomogenkan. Setelah media memadat, cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dalam posisi terbalik. Koloni BAL yang tumbuh dihitung dan dinyatakan dalam satuan CFU/g (Fardiaz, 1992).

Rumus:

$$CFU = \frac{Jumlah\ koloni\ per\ cawan}{2}\ x\ \frac{1}{Faktor\ Pengenceran}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kadar Protein

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Protein

Parameter	Nilai
Kadar Protein (%)	5,23 ± 0,43

Hasil pengujian kadar protein produk BARKEIYO menggunakan metode Kjeldahl menunjukkan nilai rata-rata sebesar 5,22%. Nilai tersebut telah melampaui batas minimal kadar protein yoghurt yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981:2009, yakni sebesar minimal 2,7%, sehingga produk BARKEIYO dapat dinyatakan memenuhi standar mutu yoghurt dari segi kandungan protein. Tingginya kadar protein pada produk ini tidak terlepas dari kontribusi bahan baku utama yang digunakan, yaitu biji ketapang (*Terminalia catappa* L.) yang diketahui memiliki kandungan protein cukup tinggi. Biji ketapang mengandung sekitar 25,3% protein serta berbagai jenis asam amino yang bermanfaat bagi kesehatan, sehingga penggunaannya sebagai bahan dasar sari nabati mampu memberikan kontribusi protein yang signifikan terhadap produk akhir. Selain itu, penambahan susu *full cream* sebesar 30% dalam formulasi turut memperkaya kandungan protein produk, mengingat susu *full cream* merupakan sumber protein hewani yang berkualitas tinggi dan berkontribusi dalam pembentukan struktur gel selama fermentasi berlangsung. Kontribusi tambahan juga berasal dari bubuk daun murbei (*Morus alba* L.) yang ditambahkan sebesar 1%, di mana daun murbei mengandung protein kasar berkisar antara 27,6–37,4%, sehingga meskipun proporsinya kecil, penambahan bahan ini tetap memberikan pengaruh positif terhadap total kadar protein produk BARKEIYO (Xue et al., 2025).

Kadar protein yang dihasilkan pada penelitian ini juga selaras dengan temuan beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan bahan baku nabati serupa. Penelitian Suhartatik et al. (2019) pada yoghurt susu biji ketapang dengan penambahan madu pada konsentrasi 6–10% menghasilkan kadar protein berkisar antara 3,06–3,116%, dan seluruh hasil tersebut telah memenuhi persyaratan SNI 2981:2009. Nilai kadar protein produk BARKEIYO yang lebih tinggi dibandingkan penelitian tersebut dimungkinkan karena adanya kombinasi antara sari biji ketapang dengan susu *full cream* dan bubuk daun murbei yang secara sinergis meningkatkan total nitrogen terukur. Proses fermentasi oleh *Lactobacillus bulgaricus* juga berperan dalam modifikasi protein; peningkatan aktivitas BAL selama fermentasi menghasilkan asam laktat yang menyebabkan denaturasi dan agregasi protein sehingga terbentuk struktur gel yang berkontribusi pada kekentalan dan kandungan total padatan produk. Lebih lanjut, fortifikasi yoghurt dengan ekstrak atau bubuk daun murbei terbukti mendukung peningkatan nilai gizi produk; penambahan ekstrak daun murbei pada yoghurt secara signifikan meningkatkan kapasitas antioksidan dan kandungan fenolik total tanpa menurunkan kualitas mikrobiologi produk selama 21 hari penyimpanan. Dengan demikian, hasil kadar protein produk BARKEIYO sebesar 5,22% mengindikasikan bahwa kombinasi sari biji ketapang, susu *full cream*, dan bubuk daun murbei merupakan formulasi yang efektif dalam menghasilkan yoghurt bar beku nabati berprotein tinggi yang sesuai standar mutu nasional.

3.2 Derajat Keasaman (pH)

Tabel 2. Hasil PH

Parameter	Nilai
PH	4,30 ± 0,14

Pengujian Ph bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman produk barkeiyo sebagai indikator keberhasilan proses fermentasi. Hasil pengujian menunjukkan PH rata-rata adalah 4,3 hal tersebut mengindikasikan kondisi asam yang khas pada produk yoghurt. Penurunan PH selama fermentasi menjadi akibat dari adanya aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah laktosa menjadi asam laktat. Adanya akumulasi asam laktat menyebabkan peningkatan konsentrasi ion hidrogen (H^+) sehingga Ph produk menurun. Pembentukan asam laktat menjadi indikator utama aktivitas metabolik bakteri starter pada yoghurt dan berperan dalam pembentukan karakteristik rasa asam serta tekstur produk (Aryana dan Olson (2017). Hasil pengukuran PH barkeiyo 4,3 menunjukkan bahwa fermentasi telah mencapai kondisi yang mendukung koagulasi protein. Pada PH mendekati titik isoelektrik, mautan protein berkuang sehingga menjadi agregasi dan pembentukan struktur gel menjadi dasar tekstur yoghurt (Lee & Lucey,). Kondisi ini penting karena kontribusi terhadap kestabilan matriks Barkeiyo selama pembekuan. Nilai PH dapat dipengaruhi oleh adanya bubuk daun murbei yang mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi(Natić et al., 2015). senyawa fenolik dalam konsentrasi tertentu dapat berinteraksi dengan protein susu dan memengaruhi lingkungan fermentasi, namun pada penelitian ini fermentasi tetap berlangsung optimal yang ditunjukkan oleh tercapainya pH 4,3. Nilai PH juga juga beperan terhadap keasam produk, dimana kondisi asam pada yoghurt dapat menghambat menghambat pertumbuahan berbagai mikroorganisme pembusuk dan patogen sehingga mebantu meningkatkan keamanan produk selam penyimpanan. Sehingga nilai PH 4,3pada BARKEIYO menunjukkan bahwa produk telah mengalami fermentasi yang baik dan telah memenuhi SNI 2981:2009 tentang yoghurt dengan standar PH 3,8 – 4,5.

3.3 Total Asam Tertitrasi (TAT)

Tabel 3. Hasil Uji Total Asam Tertitrasi (TAT)

Parameter	Nilai
TAT (%)	0,55 ± 0,07

Pengujian Total Asam Tertitrasi (TAT) dilakukan menggunakan metode titrasi asam-basa menggunakan larutan NaOH 0,1 N untuk menentukan kandungan total asam organik dalam produk. Hasil analisis yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan nilai TAT sebesar 0,55%. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan mutu yoghurt berdasarkan SNI 2981:2009, yaitu berada pada kisaran 0,5–1,0%, yang mengindikasikan bahwa proses fermentasi berlangsung dengan baik dan aktivitas bakteri asam laktat (BAL) berada pada kondisi optimal. Selama fermentasi, laktosa yang terdapat dalam substrat dimetabolisme menjadi asam laktat serta berbagai senyawa yang berkontribusi dalam pembentukan aroma dan cita rasa khas yoghurt (Ramadhan et al., 2024). Peningkatan nilai TAT berkaitan erat dengan aktivitas metabolik kultur starter, terutama *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, dalam mengonversi laktosa menjadi asam laktat. *Streptococcus thermophilus* terlebih dahulu

menghidrolisis laktosa menjadi glukosa dan galaktosa, yang selanjutnya dimanfaatkan oleh *Lactobacillus bulgaricus* untuk menghasilkan asam laktat. Akumulasi asam laktat selama proses fermentasi menyebabkan peningkatan total asam tertitrasi, sehingga parameter TAT dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan fermentasi sekaligus mencerminkan mutu yoghurt yang dihasilkan (Yang, S & Yoon, K., 2022).

3.4 BAL (Bakteri Asam Laktat)

Tabel 4. Hasil Uji BAL

Parameter	Nilai
BAL (×10⁷ CFU/mL)	1,37 ± 0,02

Pengujian bakteri asam laktat (BAL) bertujuan untuk menghitung jumlah bakteri hidup dalam yoghurt yang menggunakan *Lactobacillus bulgaricus* sebagai kultur starter, dengan mengacu pada standar mutu SNI 2981:2009. Berdasarkan SNI tersebut, jumlah BAL dalam yoghurt disyaratkan minimal 10^7 CFU/g (BSN, 2009). Penentuan kualitas yoghurt dilakukan berdasarkan jumlah BAL yang masih hidup pascafermentasi, sekaligus untuk mengevaluasi keberhasilan proses fermentasi yang tercermin dari pertumbuhan bakteri dan karakteristik produk yang dihasilkan. Hasil pengujian selanjutnya dibandingkan dengan SNI 2981:2009 untuk mengetahui kesesuaian mutu yoghurt yang dihasilkan.

Hasil pengujian BAL pada yoghurt menunjukkan nilai rata-rata sebesar $1{,}365 \times 10^7$ CFU/g, dengan hasil $1{,}38 \times 10^7$ CFU/g pada ulangan pertama dan $1{,}35 \times 10^7$ CFU/g pada ulangan kedua. Nilai rata-rata tersebut telah meme Tingginya jumlah BAL menunjukkan bahwa *Lactobacillus bulgaricus* mampu tumbuh dengan baik selama proses fermentasi. Pertumbuhan BAL tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu inkubasi dan konsentrasi starter yang digunakan (Purwati et al., 2018; Sari et al., 2022). Jumlah BAL yang tinggi juga mengindikasikan kualitas yoghurt yang baik dan berpotensi memberikan manfaat bagi kesehatan, khususnya bagi sistem pencernaan, apabila bakteri tersebut mampu bertahan hidup hingga mencapai saluran cerna konsumen (Widodo et al., 2019).Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Kusuma et al. (2021), yang melaporkan jumlah BAL pada yoghurt sebesar $1{,}47 \times 10^7$ CFU/g. Kesesuaian nilai ini menunjukkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan dalam penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian sejenis, sekaligus memperkuat validitas metode yang digunakan.

3.5 Potensi sebagai Pangan Fungsional

Produk BARKEIYO berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional karena mengandung kombinasi komponen gizi dan senyawa bioaktif yang dapat memberikan manfaat kesehatan. Kadar protein yang memenuhi standar mutu yoghurt menunjukkan bahwa produk ini memiliki nilai gizi yang baik dan dapat berkontribusi dalam pemenuhan kebutuhan protein harian. Selain itu, penggunaan biji ketapang dan bubuk daun murbei sebagai bahan baku memberikan nilai tambah karena keduanya mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berpotensi berperan sebagai antioksidan.

Potensi fungsional BARKEIYO juga didukung oleh keberadaan bakteri asam laktat (BAL) yang memenuhi persyaratan minimum SNI 2981:2009 untuk yoghurt. Keberadaan BAL dalam jumlah yang memadai menunjukkan bahwa produk memiliki potensi sebagai sumber probiotik yang dapat membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan mendukung

kesehatan saluran pencernaan. Dengan kombinasi kandungan protein, senyawa antioksidan, dan bakteri probiotik, BARKEIYO tidak hanya berfungsi sebagai produk pangan, tetapi juga berpotensi memberikan manfaat fisiologis bagi konsumen. Oleh karena itu, BARKEIYO dapat dikategorikan sebagai produk pangan fungsional yang memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai alternatif camilan sehat berbasis fermentasi.

KESIMPULAN

Yoghurt bar berbasis biji ketapang dengan penambahan bubuk daun murbei (BARKEIYO) berhasil dikembangkan sebagai kandidat camilan beku fungsional nabati. Produk yang dihasilkan memiliki kadar protein sebesar 5,22%, pH 4,30, total asam tertitrasi (TAT) sebesar 0,55%, dan jumlah bakteri asam laktat (BAL) sebesar $1{,}37 \times 10^{7}$ CFU/g, di mana seluruh parameter tersebut telah memenuhi standar mutu yoghurt menurut SNI 2981:2009. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi sari biji ketapang, susu full cream, dan bubuk daun murbei merupakan formulasi yang efektif dalam menghasilkan produk fermentasi nabati berprotein tinggi dengan kandungan probiotik yang memadai. Selain itu, keberadaan senyawa fenolik dan flavonoid dari kedua bahan baku memberikan potensi tambahan sebagai sumber antioksidan alami. Dengan demikian, BARKEIYO berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif camilan sehat berbasis pangan lokal yang mendukung pengembangan industri pangan fungsional, sekaligus meningkatkan nilai tambah ekonomi dari komoditas biji ketapang dan daun murbei. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji stabilitas produk selama penyimpanan serta uji aktivitas antioksidan secara lebih mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Jember atas kesempatan yang telah diberikan selama pelaksanaan kegiatan. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada dosen dan teknisi pembimbing *Project Based Learning* Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan arahan, masukan, serta motivasi dalam setiap pengembangan produk kami. Selain itu, penulis turut mengapresiasi teman-teman seluruh anggota kelompok A/4 yang telah berkontribusi besar atas kerjasama, dedikasi, dan semangat yang telah diberikan sehingga penyelesaian pengembangan produk BARKEIYO (Bar Ketapang Murbei Yoghurt) dapat terlaksana dengan baik. Semoga dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan inovasi pangan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

Afriani, R., Jasman, & Suhartatik, N. (2021). Pemanfaatan biji ketapang (*Terminalia catappa* L.) sebagai sumber pangan fungsional dan antioksidan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian.*

Aryana, K.J. & Olson, D.W. (2017). A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9987–10013.

BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2009). SNI 2981:2009: Yoghurt. Jakarta: BSN.

Dwiloka, B., Mulyani, S., & Pramono, Y. B. (2022). Pengukuran nilai pH produk fermentasi susu nabati. *Jurnal Ilmu dan Pangan Halal, 4*(1).

Foodreview. (2025, Februari 18). Potensi besar industri pangan fungsional Indonesia. *Foodreview*. https://m.foodreview.co.id/blog-5668974-POTENSI-BESAR-INDUSTRI-PANGAN-FUNGSIONAL-INDONESIA.html.

GAIN Indonesia. (2023). *Youth nutrition and food choices in urban Indonesia.* Global Alliance for Improved Nutrition. Diakses pada 29 Mei 2026, dari https://www.gainhealth.org/resources/reports-and-publications/youth-nutrition-indonesia

Hidayat, R., & Pratama, A. (2023). Sifat kimia, mikrobiologi dan organoleptik yogurt yang menggunakan gula dan persentase *L. casei*. *Agripet*, **23**(2), 45–53. https://jurnal.usk.ac.id/agripet/article/download/604/513.

Hilwiyah, A. (2021). *Skrining fitokimia dan uji aktivitas antioksidan serta kadar total fenol-flavonoid ekstrak etanol murbei (Morus alba L.)*. Skripsi, Universitas Negeri Malang. https://repository.um.ac.id/26702/.

Kurniawati, I., Sulistiyati, T. D., & Hendra, R. (2018). Analisis kadar protein metode Kjeldahl pada produk pangan fungsional. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan* (hal. –). Jember: Politeknik Negeri Jember.

Kusuma, T. S., Rahayu, W. P., & Hariyadi, P. (2021). Optimasi kondisi inkubasi terhadap pertumbuhan Lactobacillus bulgaricus dan kualitas yoghurt. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 32(1), 1–10.

Lee, W. and Lucey, J. (2010) Formation and Physical Properties of Yogurt. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23, 1127-1136. https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.05.

Levickienė, D., Kulaitienė, J., Vaitkevičienė, N., & Rakauskaitė, L. (2024). Influence of mulberry leaf powder additive on chemical and physical characteristics of wheat and rice flour butter cookies. *Foods, 13*(11), 1737. https://doi.org/10.3390/foods13111737.

Levickiene, D., Liukaitis, V., Jariene, E., Vaitkeviciene, N., & Paulauskas, V. (2024). Phytochemical composition and nutritional value of mulberry (*Morus alba* L.) leaves harvested at different stages. *Plants, 13*(5), 654. https://doi.org/10.3390/plants13050654.

Masykuri, M., Pramono, Y. B., & Afriani, S. (2019). Karakteristik kimia dan fisik es krim ubi jalar ungu dengan penambahan whipping cream. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 1*(3), 58–62.

Mattar, R., de Campos Mazo, D. F., & Carrilho, F. J. (2012). Lactose intolerance: Diagnosis, genetic, and clinical factors. *Clinical and Experimental Gastroenterology, 5,* 113–121.

Mordor Intelligence. (2024). *Yogurt market: Growth, trends, and forecasts (2024–2029).* Hyderabad: Mordor Intelligence.

Natić, M., Dabić, D., Papetti, A., et al. (2015). Analysis and characterisation of phytochemicals in mulberry leaves. *Food Chemistry*, 171, 128–136.

Ningrum, L. W. (2021). Sebaran jenis tanaman *Terminalia catappa* L. beserta potensi benihnya di Kebun Raya Purwodadi. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Biologi, 7*(1), 196–203.

Oliver, J. (2024). *How to make yoghurt bark.* Jamie Oliver. Diakses pada 29 Mei 2026, dari https://www.jamieoliver.com/inspiration/how-to-make-yoghurt-bark/.

Pascasarjana, Y., Mandey, L. C., & Yelnetty, A. (2026). Analysis of antioxidant activity, protein content, and organoleptic properties of functional set yoghurt supplemented with pumpkin puree and liquid palm sugar. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, **7**(2), 350–360. https://doi.org/10.35791/jat.v7i2.67906.

Purwati, E., Husmaini, & Fitri, A. (2018). Pengaruh suhu dan waktu inkubasi terhadap viabilitas Lactobacillus bulgaricus dan karakteristik yoghurt. Jurnal Peternakan, 15(1), 24–32.

Puspita, N. A. (2025). Prospek konsumsi pengganti daging di kalangan generasi muda Indonesia: Telaah data empiris Asia dalam konteks kesehatan preventif. *Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika, 8*(2).

Ramadhan, A. D., Maslachah, L. W., Nurjannah, D. a. K., Setyawardani, T., Sumarmono, J., Fadhlurrohman, I., & Arkan, N. D. (2024). Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Yoghurt dengan Fortifikasi Teh Pandan (Pandanus amaryllifolius Roxb.). *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, *6*(4), 336–344. https://doi.org/10.56625/jipho.v6i4.67.

Sari, N., Widowati, E., & Nursiwi, A. (2023). Pengaruh penambahan tepung murbei hitam (*Morus nigra* L.) terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik yoghurt. *Repository Universitas Brawijaya.* Diakses pada 29 Mei 2026, dari https://repository.ub.ac.id/id/eprint/233578/

Suciati, F., & Safitri, L. S. (2021). Pangan fungsional berbasis susu dan produk turunannya. *Journal of Surimi (Sustainable Research in Management of Agroindustry)*, **1**(1), 13–19. https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.535.

Suhartatik, N., Widanti, Y. A., Lestari, W. N., & Wulandari, Y. W. (2019). Yoghurt susu biji ketapang (*Terminalia catappa* L.) dengan variasi jenis starter dan lama fermentasi. *Jurnal Riset Industri*

Hasil Hutan, 11(2), 77–84.

Tang, J., Zhang, W., Yuan, R., Shu, Y., Liu, G., Zheng, B., & Tu, J. (2024). Fortification of yogurt with mulberry leaf extract: Effects on physicochemical, antioxidant, microbiological and sensory properties during 21-days of storage. *Heliyon, 10*(18), e37601. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37601.

Widodo, W., Wahyuni, I., & Hanim, C. (2019). Lactobacillus bulgaricus sebagai probiotik pada produk yoghurt: Manfaat dan mekanisme kerjanya. Buletin Peternakan, 43(4), 267–275.

Widowati, E., Nursiwi, A., & Sari, N. (2020). Karakteristik fisikokimia yoghurt nabati selama fermentasi. *Journal of Indonesian Horticulture, 6*(2).

Xue, R., Chen, L., Sun, C., Muhammad, A., & Shao, Y. (2025). Mulberry Leaf Protein: Extraction Technologies, Functional Attributes and Food Applications. *Foods (Basel, Switzerland)*, *14*(15), 2602. https://doi.org/10.3390/foods14152602.

Yang, S., & Yoon, K. (2022). Effect of probiotic lactic acid bacteria (LAB) on the quality and safety of Greek yogurt. *Foods*, *11*(23), 3799. https://doi.org/10.3390/foods11233799.