

Karakteristik *Set Yogurt* Instan Ekstrak Ubi Jalar Ungu Dengan Variasi Penambahan Maltodekstrin

Characteristics of Instant Yoghurt Set from Purple Sweet Potato Extract with Variations in Maltodextrin Addition

Riki Sukarna*, Atia Fizriani, Robi Tubagus
Universitas Garut, Garut, Indonesia
Email: rikisukarna6@gmail.com

Artikel History

Submit: 14 Juli 2025 Revisi: 27 Oktober 2025 Diterima: 29 Oktober 2025

Abstrak

Yogurt cair memiliki keterbatasan dalam distribusi dan masa simpan, sehingga dikembangkan dalam bentuk instan untuk meningkatkan stabilitas produk. Penambahan ekstrak ubi jalar ungu dapat memperkaya nilai fungsional *set yoghurt* instan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan menentukan perlakuan terbaik berdasarkan variasi konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik kimia dan fisik *set yoghurt* instan berbasis ekstrak ubi jalar ungu. Metode penelitian ini merupakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan empat taraf penambahan maltodekstrin (5%, 10%, 15%, dan 20%) dan tiga ulangan. Analisis data yang digunakan meliputi kadar air, kadar abu, total asam laktat, kadar lemak, total padatan bukan lemak, aktivitas antioksidan, kelarutan dan rendemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa maltodekstrin memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air, abu, kelarutan, rendemen, total asam laktat, aktivitas antioksidan, dan total padatan bukan lemak, namun tidak memengaruhi kadar lemak. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perlakuan terbaik diperoleh pada penambahan 20% maltodekstrin dengan karakteristik kimia: kadar air $10,20 \pm 0.86\%$, kadar abu $2,94 \pm 0.43\%$, total asam laktat $1,69 \pm 0.06\%$, lemak $4,36 \pm 0.09\%$, total padatan bukan lemak $95,20 \pm 0.05\%$, dan aktivitas antioksidan $422,58 \pm 13.30$ ppm, kelarutan $85,71 \pm 0,74\%$, dan rendemen $34,06 \pm 0.23\%$.
Kata Kunci: ekstrak ubi jalar ungu; maltodekstrin; *set yogurt* instan.

Abstract

Liquid yogurt has limitations in terms of distribution and shelf life; therefore, it has been developed in an instant form to improve product stability. The addition of purple sweet potato extract can enhance the functional value of instant set yogurt. The aim of this study was to determine the effect and identify the best treatment based on variations in maltodextrin concentration on the chemical and physical characteristics of instant set yogurt enriched with purple sweet potato extract. This study employed a Randomized Block Design (RBD) with one factor, consisting of four levels of maltodextrin addition (5%, 10%, 15%, and 20%) and three replications. The analyzed parameters included moisture content, ash content, total lactic acid, fat content, total solids non-fat, antioxidant activity, solubility, and yield. The results showed that maltodextrin had a significant effect on moisture content, ash content, solubility, yield, total lactic acid, antioxidant activity, and total solids non-fat, but did not significantly affect fat content. It was concluded that the best treatment was obtained with the addition of 20% maltodextrin, which produced the following characteristics: moisture content $10.20 \pm 0.86\%$, ash content $2.94 \pm 0.43\%$, total lactic acid $1.69 \pm 0.06\%$, fat content $4.36 \pm 0.09\%$, total solids non-fat $95.20 \pm 0.05\%$, antioxidant activity 422.58 ± 13.30 ppm, solubility $85.71 \pm 0.74\%$, and yield $34.06 \pm 0.23\%$.
Keywords: purple sweet potato extract; maltodextrin; instant set yogurt.

Copyright ©2025 by Authors. This is an open access article under the CC-BY-SA license.



*Penulis Korespondensi:

Riki Sukarna Universitas Garut, Garut, Indonesia, Email: rikisukarna6@gmail.com
Telp/Hp: 085702489249

Cara Sitasi (IEEE Citation Style): R. Sukarna, A. Fizriani, and R. Tubagus, "Karakteristik Set Yogurt Instan Ekstrak Ubi Jalar Ungu Dengan Variasi Penambahan Maltodekstrin," *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, vol. 6, no. 2, p. 173-190, 2025, <https://doi.org/10.30812/nutriology.v6i2.5323>

PENDAHULUAN

Susu sapi ialah sebuah cairan alami yang diperoleh dari sapi sehat yang memiliki komposisi nutrisi yang lengkap seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral [1]. Salah satu bentuk olahan susu yang populer di masyarakat adalah *yoghurt*, yaitu produk hasil fermentasi susu dengan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, yang bermanfaat untuk kesehatan saluran pencernaan dan meningkatkan sistem imun tubuh [2, 3]. *Yoghurt* juga dikenal sebagai produk fungsional karena mengandung mikroorganisme probiotik yang memberi manfaat kesehatan tambahan [4]. *Yoghurt* adalah sebuah produk susu fermentasi yang menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* sebagai *starter* dan dikenal luas serta banyak dikonsumsi karena nilai gizi dan efeknya terhadap kesehatan [5].

Yoghurt bisa dikelompokkan menjadi lima jenis, antara lain *set yoghurt* (yogurt padat), *stirred yoghurt* (yogurt campuran), *drink yoghurt* (yogurt minum), *frozen yoghurt* (yogurt beku), dan *concentrated yoghurt* (yogurt konsentrat) [6]. *Set Yoghurt*, yang memiliki viskositas seperti agar-agar, disiapkan dan diinkubasi sepenuhnya di dalam wadahnya sendiri, yang juga berfungsi sebagai kemasan utamanya. Produk *set yoghurt* biasanya dipasarkan dengan mengubah rasa dan penampilannya melalui penambahan bahan lain seperti buah atau ekstrak herbal. Salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan adalah ekstrak ubi jalar ungu, yang mengandung zat bioaktif seperti serat dan antioksidan [7]. Antosianin, pigmen alami penyebab warna pada ubi jalar ungu, juga diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dan bermanfaat untuk kesehatan tubuh [8]. Namun demikian produk *yoghurt* dalam bentuk cair memiliki keterbatasan dari sisi distribusi dan penyimpanan, karena memerlukan rantai pendingin (*cold chain*) dengan suhu 2–6°C untuk menjaga mutu dan viabilitas bakteri asam laktat selama masa simpan [9]. Ketergantungan pada penyimpanan dingin ini menjadi kendala utama terutama di wilayah terpencil atau di daerah tropis seperti Indonesia, yang infrastruktur rantai dinginnya belum merata, sehingga menghambat perluasan distribusi *yoghurt* cair secara luas [10].

Upaya harus dilakukan untuk memperpanjang masa simpan karena masalah dengan *yoghurt* dalam bentuk cair atau kental biasanya mengakibatkan masa simpan yang pendek. Diantara upaya untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan mengubah *set yoghurt* kental menjadi *set yoghurt* instan. Proses *set yoghurt* instan tidak hanya meningkatkan umur simpan, tetapi juga mempermudah konsumen dalam penyajian. *Set yoghurt* instan merupakan olahan serbuk yang mudah terurai dalam air, mudah disajikan serta mempunyai masa simpan yang lama, hal tersebut disebabkan oleh kandungan airnya yang sedikit [11].

Dalam proses pembuatan *set yoghurt* instan dengan metode pengeringan, penggunaan bahan pelapis menjadi krusial untuk melindungi komponen *yoghurt* dan meningkatkan kualitas produk akhir. Saat membuat minuman serbuk termasuk *set yoghurt* instan, maltodekstrin sering digunakan sebagai bahan pelapis. Dalam proses pembuatan *set yoghurt* instan, diperlukan penambahan bahan pembawa seperti maltodekstrin, yang berfungsi sebagai *agen* pelapis untuk melindungi senyawa bioaktif selama pengeringan serta meningkatkan rendemen dan kelarutan produk akhir [12]. Penambahan maltodekstrin juga dikenal sebagai bahan pembawa yang efektif karena larut dalam air, cepat terdispersi dan mampu membentuk struktur pelindung pada produk serbuk [13].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan kualitas produk serbuk minuman. Temuan penelitian menemukan bahwa konsentrasi maltodekstrin yang ideal untuk minuman serbuk kopi rempah yang dibuat dengan proses pengeringan *foam mat* adalah 15%, konsentrasi ini meningkatkan rendemen dan kelarutan tanpa meninggalkan rasa dan aroma yang disukai [14]. Selain itu, penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin sebanyak 20% menghasilkan minuman cokelat instan terbaik, formulasi ini memberikan rendemen tertinggi (26,97%), kelarutan optimal (86,88%) dan tingkat kesukaan panelis yang tinggi, sehingga disimpulkan sebagai formulasi optimal untuk produksi minuman cokelat instan berkualitas tinggi [15].

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan penggunaan maltodekstrin sebagai bahan pembawa (*carrier agent*) dalam pembuatan produk pangan kering seperti minuman serbuk kopi rempah, cokelat instan, dan *yoghurt* bubuk. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada efek maltodekstrin terhadap rendemen dan kelarutan, tanpa mengevaluasi karakteristik kimia dan fungsional pada produk yang mengandung bahan alami kaya antioksidan seperti ubi jalar ungu. Berdasarkan tinjauan tersebut, Gap penelitian ini terletak pada terbatasnya kajian ilmiah yang secara spesifik meneliti pengaruh variasi konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik kimia dan fisik *set yoghurt* instan berbasis ekstrak ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*). Padahal, ubi jalar ungu memiliki potensi besar sebagai bahan lokal yang kaya antosianin pigmen alami dengan aktivitas antioksidan tinggi yang mampu meningkatkan nilai fungsional produk susu fermentasi. Keterbatasan inilah yang menjadi gap dalam pengembangan produk *set yoghurt* di Indonesia, sehingga diperlukan inovasi produk yang lebih praktis, stabil dan memiliki masa simpan yang lebih lama.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan *set yoghurt* instan dengan pemanfaatan ekstrak ubi jalar ungu sebagai bahan fungsional alami yang dipadukan dengan variasi konsentrasi maltodekstrin berbeda (5%, 10%, 15%, dan 20%). Kombinasi ini belum banyak dilaporkan dalam konteks pengeringan produk susu fermentasi berbahan nabati lokal. Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan analisis yang komprehensif terhadap karakteristik kimia (kadar air, abu, lemak, total padatan bukan lemak, total asam tertitrasi, dan aktivitas antioksidan) serta karakteristik fisik (kelarutan dan rendemen), sehingga memberikan pemahaman menyeluruh tentang peran maltodekstrin dalam sistem *yoghurt* instan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh maltodekstrin terhadap karakteristik kimia dan fisik *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu dan mengetahui formulasi perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan fisik (kadar air, kadar abu, total asam tertitrasi (sebagai asam laktat), aktivitas antioksidan, kadar lemak, total padatan bukan lemak, kelarutan, dan rendemen) *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu dengan variasi penambahan maltodesktrin. **Kontribusi** dari penelitian ini meliputi dua aspek utama, yaitu ilmiah dan praktis. Secara ilmiah, hasil penelitian ini memperluas pemahaman tentang fungsi maltodekstrin sebagai bahan pembawa dalam sistem pangan berbasis susu fermentasi yang diperkaya senyawa bioaktif alami, khususnya antosianin dari ubi jalar ungu. Secara praktis, penelitian ini memberikan dasar bagi pengembangan produk *yoghurt* instan berbahan lokal dengan stabilitas tinggi dan nilai fungsional yang meningkat, sehingga berpotensi diterapkan oleh industri pangan kecil dan menengah (UMKM). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mendukung inovasi pangan fungsional berbasis sumber daya lokal Indonesia sekaligus memberikan solusi terhadap keterbatasan distribusi dan umur simpan produk *yoghurt* cair.

METODE

Desain dan Subjek

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Penelitian ini dirancang menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktor tunggal (*Non-faktorial*) sebanyak 4 perlakuan. 12 unit percobaan dihasilkan dengan mengulang setiap perlakuan 3 kali. Penambahan maltodekstrin (E) sebagai faktor tunggal dengan 4 taraf perlakuan yaitu, E1 (5% maltodekstrin), E2 (10% maltodekstrin), E3 (15% maltodekstrin) dan E4 (20% Maltodekstrin). Data yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan variabel yang di uji adalah kadar air, kadar abu, aktivitas antioksidan, kadar lemak, total padatan bukan lemak dan total asam tertitrasi (sebagai asam laktat), kelarutan, dan rendemen. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2025, di Laboratorium Terpadu, Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Pasca Panen, Universitas Garut.

Alat dan Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu ubi jalar ungu yang segar dengan tingkat kematangan yang optimal yang memiliki ciri-ciri berwarna ungu cerah dan tidak keriput yang diperoleh dari Pasar Wanaraja, Garut. Bahan tambahan yang diterapkan yaitu susu sapi murni yang diperoleh dari UMKM Anisa *Yoghurt*, maltodekstrin *food grade* DE 10-12, aquades, CMC merek (kopoe-kopoe), susu skim (Prolac), gula pasir (Lokal) dan *freeze dry yoghurt Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, L. *Achidopmusi* dari *starter yoghurt* (yogourmet). Bahan-bahan yang digunakan dalam analisis ialah aquades, ethanol 96% p.a, DPPH (diphenyl-picryl hydrazyl) p.a (Himedia), Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$) teknis, NaOH teknis, Indikator PP, aluminium foil, kertas roti, plastic (PE) dan silica gel (natural).

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, blender (*Polytron*), *baking pan*, saringan mesh 60, inkubator, termometer. Alat yang digunakan dalam analisis adalah oven (Memmet), cawan porselen (Rofa), tanur (Neyeraft), desikator (Nitra kimia), timbangan analitik (Ohaus), kertas saring *Whatman* 40, spektrofotometer UV – VIS (Genesys 10 UV), gelas kimia (Iwaki), tabung reaksi, penjepit, rak tabung reaksi, vortex (Velp), *hot plate* (IKA C – MAG HS7), kuvet, buret, bulk, pipet volume (Pyrex), gelas ukur (Iwaki), erlenmeyer (Iwaki), batang pengaduk, botol kaca, pipet tetes, corong, klem & statif, kaca arloji, *magnetic stirrer bar* dan *food dehydrator*.

Pembuatan Produk

Pembuatan Ekstrak Ubi Jalar Ungu

Proses pembuatan ekstrak ubi jalar ungu diawali dengan menyiapkan 200 gram ubi jalar ungu segar. Ubi jalar tersebut kemudian melalui beberapa tahap pengolahan, yaitu pembersihan, pengupasan, dan pencucian untuk menghilangkan kotoran, kulit, serta bahan pengotor lainnya yang memengaruhi kualitas ekstrak. Setelah bersih, ubi jalar ungu dipotong menjadi bentuk dadu kecil agar penghancuran lebih mudah dan merata.

Tahap selanjutnya adalah penghancuran, yaitu ubi jalar ungu yang telah dipotong dicampur dengan 200 ml aquades untuk membantu proses pelumatan dan ekstraksi senyawa bioaktif. Campuran tersebut kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh bubur halus. Bubur hasil penghancuran kemudian disaring untuk memisahkan bagian cair (filtrat) dari ampas padatnya.

Hasil penyaringan berupa cairan bening keunguan disebut sebagai ekstrak ubi jalar ungu, sedangkan residu padatnya menjadi ampas. Ekstrak inilah yang digunakan sebagai bahan tambahan fungsional dalam pembuatan set yogurt instan berbasis ekstrak ubi jalar ungu. Bagan alur pembuatan ekstrak ubi jalar ungu disajikan pada Gambar 1.

Pembuatan *Set Yoghurt* Ekstrak Ubi Jalar Ungu

Proses pembuatan *set yoghurt* ubi jalar ungu diawali dengan pencampuran bahan-bahan utama yang terdiri atas 200 gram susu skim bubuk, 7 gram CMC (Carboxy Methyl Cellulose), 50 gram gula pasir, 150 ml ekstrak ubi jalar ungu, dan 1000 ml susu sapi murni. Seluruh bahan tersebut dicampurkan hingga homogen, kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan dilakukan pengadukan secara merata.

Selanjutnya, campuran dipanaskan pada suhu 90°C selama 15 menit untuk menonaktifkan mikroba patogen dan enzim yang tidak diinginkan, serta untuk membantu proses denaturasi protein yang penting bagi pembentukan tekstur *yoghurt*. Setelah pemanasan, campuran didinginkan hingga mencapai suhu inkubasi.

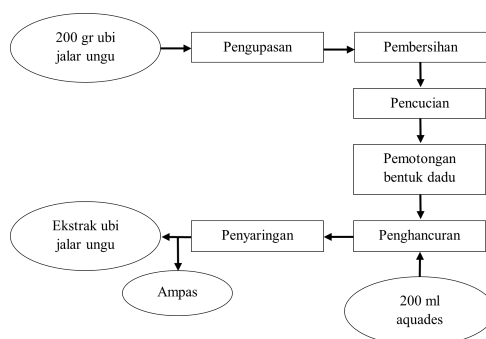
Tahap berikutnya adalah inokulasi, yaitu penambahan bulk culture 5% (v/v) atau sebanyak 12,5 ml ke dalam campuran susu yang telah didinginkan. Setelah itu, campuran dihomogenkan agar *starter* menyebar secara merata. Proses selanjutnya adalah inkubasi selama 8 jam pada suhu 42°C, hingga terbentuk koagulasi yang menandakan terbentuknya *set yoghurt* ubi jalar ungu dengan tekstur padat dan aroma khas hasil fermentasi. Bagan alur pembuatan *set yoghurt* ekstrak ubi jalar ungu disajikan pada Gambar 1.

Pembuatan *Set Yoghurt* Instan Ekstrak Ubi Jalar Ungu

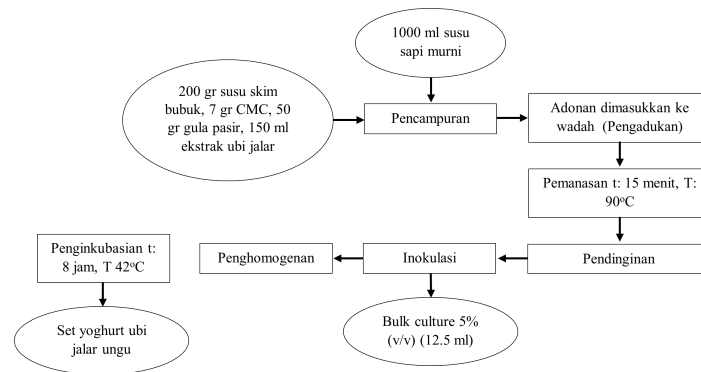
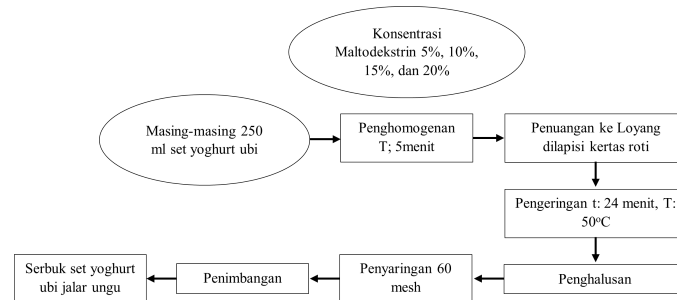
Proses pembuatan serbuk *set yoghurt* ubi jalar ungu diawali dengan menyiapkan 250 ml *set yoghurt* ubi jalar ungu untuk setiap perlakuan. Masing-masing sampel diberi penambahan maltodekstrin dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20%. Campuran tersebut kemudian diaduk menggunakan homogenizer selama 5 menit agar bahan tercampur secara merata dan menghasilkan emulsi yang homogen.

Selanjutnya, campuran *yoghurt* homogen dituangkan ke dalam loyang yang telah dilapisi kertas roti agar tidak lengket saat proses pengeringan. Proses pengeringan dilakukan pada suhu 50°C selama 24 jam hingga diperoleh tekstur kering yang mudah dihancurkan. Setelah kering, bahan yang telah terbentuk kemudian dihaluskan menggunakan blender atau alat penumbuk hingga menjadi bubuk halus.

Tahap berikutnya adalah penyaringan menggunakan ayakan berukuran 60 mesh untuk memperoleh serbuk dengan ukuran partikel seragam. Serbuk hasil penyaringan kemudian ditimbang untuk menentukan rendemen produk yang dihasilkan. Hasil akhir dari proses ini adalah serbuk *set yoghurt* ubi jalar ungu, yaitu produk *yoghurt* instan berbasis ekstrak ubi jalar ungu dengan berbagai konsentrasi maltodekstrin yang siap untuk dianalisis lebih lanjut. Bagan alur pembuatan *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Pembuatan ekstrak ubi jalar ungu (modifikasi [16])

Gambar 2. Pembuatan *set yogurt* ekstrak ubi jalar ungu (modifikasi [17, 18])Gambar 3. Pembuatan *set yogurt* instan ekstrak ubi jalar ungu (modifikasi [19–21])

Analisis Kimia dan Fisik

Analisis Kadar Air Metode Gravimetri

Cawan aluminium kering ditimbang hingga berat konstan (a), kemudian ditambah 2 g sampel dan ditimbang kembali (b). Cawan berisi sampel dipanaskan pada 105°C selama 6 jam, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga berat konstan (c). Kadar air basis kering dihitung dari selisih bobot air yang menguap. Metode ini menunjukkan persentase air relatif terhadap zat padat, sehingga hasil tidak dipengaruhi kadar air awal sampel [22]. Kadar air basis kering dihitung dengan rumus 1.

$$\text{Kadar air (basis kering \%)} = \frac{(a + b) - c}{(b)} \quad (1)$$

a = berat cawan kosong setelah dikeringkan (g), b = berat sampel (g), c = berat cawan + sampel setelah dikeringkan (g), Nilai kadar air basis kering menunjukkan persentase air dalam bahan relatif terhadap bobot zat padatnya, sehingga tidak dipengaruhi oleh kadar air awal sampel.

Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri

Sampel 2 g (A) dimasukkan ke cawan porselen yang telah ditimbang (B), lalu dibakar hingga tidak berasap dan dipanaskan pada 550°C hingga menjadi abu dengan massa konstan. Setelah didinginkan dalam desikator dan ditimbang (C) [22]. Kadar abu basis kering dihitung dengan rumus 2.

$$\text{Kadar air (basis kering \%)} = \frac{(a + b) - c}{(b)} \quad (2)$$

A = berat sampel awal (g), B = berat cawan kosong setelah dikeringkan (g), C = berat cawan + abu setelah proses pengabuan (g), Nilai Kadar Abu (%) menunjukkan persentase mineral anorganik yang tersisa setelah sampel dibakar pada suhu tinggi hingga semua komponen organik terurai.

Analisis Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) menggunakan larutan DPPH 6×10^{-5} M yang dibuat dengan melarutkan 1,182 mg DPPH dalam 50 ml etanol p.a. Sebanyak 200 µl sampel dicampur dengan 1 ml etanol p.a., disentrifugasi, lalu 1 ml DPPH ditambahkan ke 1 ml larutan uji dalam

tabung gelap dan diinkubasi 30 menit pada 37°C. Perubahan warna dari ungu menjadi kuning menunjukkan aktivitas antioksidan. Penurunan absorbansi diukur pada 517 nm menggunakan spektrofotometer, dengan larutan DPPH dan etanol sebagai blanko [23]. Persentase penghambatan radikal dihitung dari rumus 3.

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

A_{blanko} = absorbansi larutan DPPH tanpa sampel (kontrol radikal bebas), A_{sampel} = absorbansi larutan DPPH setelah penambahan sampel. Nilai Inhibisi (%) menunjukkan kemampuan sampel dalam meredam radikal bebas DPPH; semakin tinggi nilainya, semakin kuat aktivitas antioksidan sampel.

Analisis Kelarutan

Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui seberapa mudah serbuk *yoghurt* instan larut dalam air. Sebanyak 0,75 g sampel dilarutkan dalam 100 ml air destilasi, kemudian disaring menggunakan kertas saring yang telah dikeringkan pada 105°C selama 30 menit dan ditimbang (a). Setelah penyaringan, kertas saring berisi residu dikeringkan kembali pada 105°C selama 3 jam dan ditimbang (b). Persentase kelarutan dihitung berdasarkan bobot residu tak larut dibandingkan bobot bahan kering terkoreksi kadar air (c) (Modifikasi [24]). Perhitungannya menggunakan rumus 4. a = berat kertas saring kosong (g), b = berat kertas saring + residu setelah dikeringkan (g), c = kadar air sampel (% basis basah). Nilai yang diperoleh menunjukkan fraksi bahan yang larut dalam air.

$$Kelarutan(\%) = 100 - \frac{(b - a) \times 100}{100 - c} \quad (4)$$

Analisis Rendemen

Berat awal *set yoghurt* ekstrak ubi jalar ungu cair ditimbang, kemudian dilakukan proses pembuatan *set yoghurt* ekstrak ubi jalar ungu bubuk dengan ditambahkan bahan pengisi maltodekstrin. Setelah itu, berat produk akhir ditentukan dengan menimbang *set yoghurt* ekstrak ubi jalar ungu bubuk yang telah di keringkan. Rendemen adalah ukuran efisiensi proses yang menyatakan hasil akhir (produk) yang diperoleh relatif terhadap jumlah bahan baku awal yang digunakan. Secara operasional, Bobot akhir adalah massa produk yang dihasilkan setelah semua tahapan pengolahan selesai (bubuk kering), sementara Bobot awal adalah massa bahan baku mentah atau bahan yang pertama kali dimasukkan ke dalam proses. Rasio antara Bobot akhir dan Bobot awal ini kemudian dikalikan dengan 100% untuk mendapatkan persentase. Semakin tinggi nilai rendemen yang didapatkan, semakin efisien dan optimal proses pengolahan yang dilakukan (Modifikasi [25]). Rendemen dihitung menggunakan rumus 6. Bobot akhir = massa *set yoghurt* instan bubuk setelah pengeringan (g), Bobot awal = massa bahan baku cair sebelum proses pengeringan (g). Semakin tinggi nilai rendemen, semakin efisien proses pengolahan yang dilakukan.

$$Rendemen(\%) = \frac{\text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal} \times 100\%} \quad (5)$$

Analisis Kadar Lemak Metode Soxhlet

Sebanyak 1–2 g sampel dimasukkan ke dalam kantong kertas berlapis kapas, dikeringkan pada 80°C selama ± 1 jam, lalu diekstraksi menggunakan alat Soxhlet dengan pelarut heksana selama ± 6 jam. Pelarut diuapkan, dan lemak hasil ekstraksi dikeringkan pada 105°C hingga berat konstan, kemudian ditimbang [26]. Kadar lemak dihitung menggunakan rumus 6. W = bobot sampel (g), W_1 = bobot labu lemak kosong (g), W_2 = bobot labu lemak setelah ekstraksi (g). Nilai ini menunjukkan persentase total lemak yang terekstrak dari sampel.

$$\text{Kadar Lemak}(\%) = \frac{(W_2 - W_1)}{W} \times 100\% \quad (6)$$

Analisis Total Padatan Bukan Lemak

Cawan dipanaskan 15 menit pada oven, didinginkan 30 menit dalam desikator, lalu ditimbang. Sampel ditambahkan dan dipanaskan 4 jam pada 105°C, kemudian didinginkan dan ditimbang kembali hingga berat konstan. Total Padatan Bukan Lemak (TPBL) menunjukkan komponen padat selain air dan lemak, seperti protein, karbohidrat, dan mineral [27]. TPBL dihitung menggunakan rumus 7. 100% = total komponen sampel, Kadar Air (%) = persentase air dalam sampel, Kadar Lemak (%) = persentase lemak dalam sampel. Nilai TPBL

menunjukkan proporsi padatan non-lemak pada bahan setelah dikurangi air dan lemak.

$$TPBL(\%) = 100 - (\text{Kadar Air } (\%) + \text{Kadar Lemak } (\%)) \quad (7)$$

Uji Total Asam Titrasi (Asam Laktat)

Sebanyak 2 g sampel dilarutkan dalam 25 ml air distilasi, disaring, lalu filtrat diencerkan hingga 50 ml. Sebanyak 25 ml filtrat dititrasi dengan NaOH 0,01 N menggunakan indikator fenolftalein hingga muncul warna merah muda stabil [28]. Total Titratable Acidity (TTA) atau total keasaman dihitung sebagai Asam Laktat dengan rumus 8. V_{NaOH} = volume NaOH yang digunakan (mL), N_{NaOH} = normalitas NaOH, $BMBM$ = berat molekul Asam Laktat (90 g/mol), FP = faktor pengenceran, W = berat sampel (g), V_a = valensi asam (1 untuk Asam Laktat), 1000 = faktor konversi (mL ke L). Nilai TTA menunjukkan persentase total asam yang terdapat dalam sampel berdasarkan reaksi netralisasi titrasi.

$$TTA(\% \text{ Asam Laktat}) = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times BM \times FP}{W \times 1000 \times V_a} \times 100 \quad (8)$$

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji analisis varian (ANOVA) digunakan untuk menguji data secara statistik. Selanjutnya untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh terhadap setiap perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada tingkat signifikansi 5% (0,05) menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics v.27.

HASIL

Hasil Analisis Kimia dan Fisik *Set Yoghurt* Instan Ekstrak Ubi Jalar Ungu

Diketahui dari hasil uji duncan pada taraf 5% dalam Tabel 1, bahwa formulasi maltodekstrin dalam perlakuan E1 mengindikasikan berbeda nyata dengan E2, E3 dan E4. Kadar air *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 10,20%db – 14,68%db. Nilai kadar air *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu terendah terdapat pada perlakuan E4 dengan rata-rata $10,20 \pm 0,86a\%$, adapun nilai kadar air tertinggi terletak pada perlakuan E1 dengan nilai rata-rata $14,68 \pm 0,21d\%$. Penelitian ini memperlihatkan bahwa sejalan dengan peningkatan konsentrasi maltodekstrin, kandungan kadar air menurun.

Selanjutnya Tabel 1, menunjukkan bahwa formulasi maltodekstrin pada perlakuan E1 menunjukkan tidak berbeda nyata dengan E2 dan E3, namun berbeda nyata dengan E4. Kadar abu *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 2,94%db – 4,24%db. Nilai kadar abu *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu terendah terdapat pada perlakuan E4 dengan rata-rata $2,94 \pm 0,43a\%$, sedangkan nilai kadar abu tertinggi terletak pada perlakuan E1 dengan rata-rata $4,24 \pm 0,40b\%$. Penelitian ini memperlihatkan terjadi penurunan kadar abu pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu seiring dengan peningkatan konsentrasi maltodekstrin.

Kemudian masih di Tabel 1, diketahui bahwa formulasi maltodekstrin pada perlakuan E1 berbeda nyata dengan E2, E3 dan E4. Total asam tertitrasi sebagai asam laktat pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 1,69% – 3,69%. Nilai total asam tertitrasi sebagai asam laktat pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu dengan tingkat terendah terletak pada perlakuan E4 dengan rata-rata $1,69 \pm 0,06a\%$, sedangkan nilai total asam tertitrasi sebagai asam laktat tertinggi terletak pada perlakuan E1 dengan rata-rata $3,69 \pm 0,09d\%$. Total asam tertitrasi (TAT) pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu dalam penelitian ini menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi maltodekstrin, dari 3,69% pada perlakuan E1 (5% maltodekstrin) menjadi 1,69% pada perlakuan E4 (20% maltodekstrin).

Untuk analisis kimia (Kadar lemak) Tabel 1, menunjukkan bahwa formulasi maltodekstrin pada perlakuan E1 tidak berbeda nyata dengan E2, E3 dan E4. Kadar lemak *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 4,36% – 4,74%. Nilai kadar lemak *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu terendah terletak pada perlakuan E4 dengan rata-rata $4,36 \pm 0,09a\%$, namun nilai kadar lemak *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu tertinggi terletak pada perlakuan E2 dengan rata-rata $4,74 \pm 0,10a\%$. Kadar lemak *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu rentan nilai dalam penelitian ini adalah 4,36% hingga 4,74%, dengan fluktuasi yang tidak signifikan antar perlakuan.

Selanjutnya data pada Tabel 1, menunjukkan bahwa formulasi maltodekstrin pada perlakuan E1 tidak berbeda nyata dengan E2 dan E3, namun berbeda nyata dengan E4. Total padatan bukan lemak pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 94,71%db – 95,20%db. Nilai total padatan bukan lemak pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu terendah terdapat pada perlakuan E2 dengan nilai $94,66 \pm 0,10a\%$, namun

nilai total padatan bukan lemak *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu tertinggi terdapat pada perlakuan E4 dengan nilai $95,20 \pm 0,05b\%$. Nilai Total Padatan Bukan Lemak (TPBL) pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu dalam penelitian ini stabil berkisar antara 94,66% hingga 95,20%.

Untuk uji kimia aktivitas antioksidan Tabel 1, memperlihatkan bahwa formulasi maltodekstrin pada perlakuan E1 tidak berbeda nyata dengan E2 namun, berbeda nyata dengan E3 dan E4. Aktivitas antioksidan pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 422,58 ppm – 594,74 ppm. Nilai aktivitas antioksidan pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu terendah terdapat pada perlakuan E1 (5%) dengan nilai $594,74 \pm 79,03b$ ppm (Sangat lemah) , namun nilai aktivitas antioksidan pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu tertinggi terdapat pada perlakuan E4 (20%) dengan nilai $422,58 \pm 13,37a$ ppmde ngan kategori sangat lemah.

Tabel 1. Hasil Analisis Kimia *Set Yoghurt* Instan Ekstrak Ubi Jalar Ungu

Hasil Analisis	Perlakuan			
	E1 (5%)	E2 (10%)	E3 (15%)	E4 (20%)
Kadar Air (%)	$14,68 \pm 0,21^d$	$12,50 \pm 0,20^c$	$11,38 \pm 0,51^b$	$10,20 \pm 0,86^a$
Kadar Abu (%)	$4,24 \pm 0,40^b$	$3,50 \pm 0,38^{ab}$	$3,38 \pm 0,40^{ab}$	$2,94 \pm 0,43^a$
Total Asam Titrasi (% asam laktat)	$3,69 \pm 0,09^d$	$3,33 \pm 0,04^c$	$2,12 \pm 0,00^b$	$1,69 \pm 0,06^a$
Kadar Lemak (%)	$4,61 \pm 0,37^a$	$4,74 \pm 0,10^a$	$4,53 \pm 0,10^a$	$4,36 \pm 0,09^a$
Total Padatan Bukan Lemak (%)	$94,71 \pm 0,43^{ab}$	$94,66 \pm 0,10^a$	$95,00 \pm 0,07^{ab}$	$95,20 \pm 0,05^b$
IC50 (ppm)	$594,74 \pm 79,03^b$	$585,75 \pm 81,37^b$	$438,08 \pm 14,40^a$	$422,58 \pm 13,37^a$

Hasil Analisis Fisik *Set Yoghurt* Instan Ekstrak Ubi Jalar Ungu

Diketahui dari hasil uji duncan pada taraf 5% dalam Tabel 2, menunjukkan bahwa formulasi maltodekstrin pada perlakuan E1 berbeda nyata dengan E2, E3 dan E4, namun pada perlakuan E2 menunjukkan tidak berbeda nyata dengan E3. Uji kelarutan *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 72,26% – 85,71%. Nilai uji kelarutan *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu terendah terdapat pada perlakuan E1 dengan rata-rata $72,26 \pm 0,26a\%$, adapun nilai uji kelarutan tertinggi terletak pada perlakuan E4 dengan nilai rata-rata $85,71 \pm 0,74c\%$. Penelitian ini memperlihatkan terjadi kenaikan kelarutan pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu seiring dengan peningkatan konsentrasi maltodekstrin. Selanjutnya pada Tabel 2, memperlihatkan bahwa formulasi maltodekstrin pada perlakuan E1 berbeda nyata dengan E2, E3 dan E4. Uji rendemen *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berkisar antara 24,70%db – 34,06%db. Nilai uji rendemen *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu terendah terdapat pada perlakuan E1 dengan rata-rata $24,70 \pm 0,00a\%$, adapun nilai uji rendemen tertinggi terletak pada perlakuan E4 dengan nilai rata-rata $34,06 \pm 0,23d\%$. Rendemen *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu dalam penelitian ini meningkat secara signifikan dari 24,70% pada perlakuan E1 (5% maltodekstrin) menjadi 34,06% pada perlakuan E4 (20% maltodekstrin).

Tabel 2. Hasil Analisis Fisik *Set Yoghurt* Instan Ekstrak Ubi Jalar Ungu

Hasil Analisis	Perlakuan			
	E1 (5%)	E2 (10%)	E3 (15%)	E4 (20%)
Kelarutan (%)	$72,26 \pm 0,26^a$	$82,18 \pm 0,21^b$	$82,92 \pm 0,53^b$	$85,71 \pm 0,74^c$
Rendemen (%)	$24,70 \pm 0,00^a$	$28,16 \pm 0,05^b$	$29,76 \pm 0,28^c$	$34,06 \pm 0,23^d$

Hasil Analisis Uji ANOVA Komponen Kimia

Hasil analisis komponen kimia *set yoghurt* instan ubi jalar ungu menggunakan uji ANOVA pada Tabel 3, menunjukkan bahwa kadar air, nilai F hitung perlakuan sebesar 78.612 dengan p value 0.001 (<0.05) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar air. Nilai $R^2 = 0.976$ menandakan bahwa 97,6% variasi kadar air dijelaskan oleh perlakuan. Faktor kelompok tidak berpengaruh secara signifikan ($p = 0.054$). Pada kadar abu, nilai F hitung perlakuan sebesar 4.119 dengan p value 0.066 (>0.05) menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar abu, begitu pula faktor kelompok ($p = 0.894$). Pada asam laktat, nilai F hitung perlakuan sebesar 832.856 dengan p value 0.001 (<0.05) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat signifikan, dengan $R^2 = 0.998$, artinya 99,8% variasi asam laktat dijelaskan oleh perlakuan. Faktor kelompok tidak berpengaruh ($p = 0.148$). Pada kadar lemak, nilai F hitung perlakuan sebesar 1.529 dengan p value 0.301 (>0.05) menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar lemak, demikian pula faktor kelompok ($p = 0.743$). Pada padatan bukan lemak, nilai F hitung perlakuan sebesar 3.279 dengan p value 0.101 (>0.05) menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap

padatan bukan lemak, dan kelompok juga tidak berpengaruh ($p = 0.543$). Pada aktivitas antioksidan, nilai F hitung perlakuan sebesar 16.483 dengan p value 0.003 (<0.05) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan, dengan $R^2 = 0.910$ yang berarti 91% variasi aktivitas antioksidan dijelaskan oleh perlakuan. Faktor kelompok juga berpengaruh signifikan ($p = 0.044$).

Tabel 3. Hasil Analisis Uji ANOVA Komponen Kimia *Set Yoghurt* Instan Ubi Jalar Ungu

Variabel Analisis Kimia	F (hitung)	p value	R^2 (R square)
Kadar air			
Perlakuan	78.612	0.001	0.976
Kelompok	4.960	0.054	
Kadar abu			
Perlakuan	4.119	0.066	0.677
Kelompok	0.114	0.894	
Asam laktat			
Perlakuan	832.856	0.001	0.998
Kelompok	2.671	0.148	
Kadar lemak			
Perlakuan	1.529	0.301	0.465
Kelompok	0.312	0.743	
Padatan bukan lemak			
Perlakuan	3.279	0.101	0.650
Kelompok	0.655	0.543	
Aktivitas antioksidan			
Perlakuan	16.483	0.003	0.910
Kelompok	5.490	0.044	

Hasil Uji ANOVA Komponen Fisik *Set Yoghurt* Instan Ubi Jalar Ungu

Pada tabel 4. Dijelaskan bahwa pada komponen fisik kelarutan, nilai F hitung perlakuan sebesar 89.000 dengan p value 0.001 (<0.05) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat signifikan terhadap kelarutan. Nilai $R^2 = 0.978$ berarti 97,8% variasi kelarutan dijelaskan oleh perlakuan. Faktor kelompok tidak berpengaruh ($p = 0.422$). Kemudian, pada komponen fisik rendemen, nilai F hitung perlakuan 971.161 dengan p value 0.001 juga menunjukkan pengaruh sangat signifikan perlakuan terhadap rendemen, dengan $R^2 = 0.968$ (96,8% variasi dijelaskan perlakuan). Faktor kelompok tidak berpengaruh ($p = 1.000$). Kesimpulannya, perlakuan berpengaruh signifikan terhadap kelarutan dan rendemen *set yoghurt* instan ubi jalar ungu, sedangkan kelompok tidak berpengaruh signifikan.

Tabel 4. Hasil Analisis Uji ANOVA Fisik *Set Yoghurt* Instan Ubi Jalar Ungu

Variabel Analisis Fisik	F (hitung)	p value	R^2 (R square)
Kelarutan			
Perlakuan	89.000	0.001	0.978
Kelompok	1.000	0.422	
Rendemen			
Perlakuan	971.161	0.001	0.968
Kelompok	0.000	1000	

PEMBAHASAN

Analisis Kadar Air

Temuan penelitian menunjukkan bahwa kadar air *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu menurun seiring peningkatan konsentrasi maltodekstrin, dari 14,68% (E1) menjadi 10,20% (E4). Temuan penelitian ini secara ilmiah, menunjukkan bahwa penurunan kadar air dipengaruhi oleh kemampuan maltodekstrin yang memiliki peran dalam penurunan kadar air karena sifatnya sebagai *carrier agent*. Selain itu, penambahan maltodekstrin meningkatkan jumlah total padatan terlarut dalam campuran yang secara relatif mengurangi proporsi air bebas dalam produk akhir dimana maltodekstrin dikenal mampu menyerap air dan membentuk lapisan pelindung saat

dikeringkan yang menyebabkan berkurangnya kadar air akhir produk [29, 20].

Penurunan kadar air dalam bentuk produk dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti peningkatan konsentrasi maltodekstrin yang menyebabkan bertambahnya padatan yang menggantikan keberadaan air bebas; penerapan suhu tinggi selama pengeringan terutama dengan adanya maltodekstrin dapat mempercepat penguapan air serta karakteristik fisik pada maltodekstrin yaitu kemampuannya membentuk lapisan film pelindung yang membantu menjaga stabilitas komponen aktif dan mempercepat hilangnya uap air. Selain itu, semakin banyak maltodekstrin yang digunakan, makin rendah kadar air yang didapatkan. Sejalan dengan temuan penelitian ini, temuan lainnya menyatakan bahwa maltodekstrin juga dapat menyerap air dan membentuk struktur pelindung selama proses pengeringan [30, 13].

Sejalan dengan penelitian ini, temuan hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar air pada *yoghurt* bubuk susu kedelai dari 13,89% (tanpa maltodekstrin) menjadi 9,21% dengan penambahan maltodekstrin 20% [21]. Hal ini memperkuat bukti bahwa maltodekstrin secara signifikan mengurangi kadar air dalam produk serbuk. Selain itu, temuan penelitian lainnya juga menyatakan tren yang serupa dalam penelitiannya tentang *yoghurt* bubuk biji nangka, dimana kadar air turun dari 12,3% menjadi 8,9% seiring dengan peningkatan konsentrasi maltodekstrin dari 5% hingga 20% [31]. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa penggunaan maltodekstrin diakui secara efektif dalam menurunkan kadar air pada berbagai jenis *yoghurt* bubuk.

Berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam [32] mengenai serbuk ubi jalar, batas maksimum kadar air yang diperbolehkan adalah 15%. Semua perlakuan dalam penelitian ini, termasuk perlakuan E1 yang memiliki kadar air tertinggi 14,68%, memenuhi persyaratan tersebut. Hasil ini mengindikasikan bahwa produk relatif aman untuk disimpan dan tidak rentan terhadap kerusakan mikrobiologis jika dikemas dengan sempurna. Serupa dengan jurnal [33] yang menjelaskan yakni kadar air rendah penting karena dapat menekan aktivitas air (*aw*), sehingga memperpanjang masa simpan dengan mengurangi risiko pertumbuhan mikroba. Implikasinya, kadar air rendah meningkatkan umur simpan dan memudahkan rehidrasi produk saat penyajian.

Analisis Kadar Abu

Nilai kadar abu menunjukkan penurunan dari 4,24% (E1) menjadi 2,94% (E4). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kadar abu terjadi penurunan seiring dengan meningkatnya maltodekstrin. Hasil ini sejalan dengan penelitian Utami (2021) yang menunjukkan bahwa penyebab ilmiahnya maltodekstrin menurunkan kadar abu dalam bubuk karena sifatnya yang inert, dimana penambahan maltodekstrin akan meningkatkan total padatan tanpa menambahkan kandungan mineral, sehingga secara proporsi, jumlah mineral (abu) per satuan massa menurun [34]. Penurunan ini diakibatkan oleh karakteristik maltodekstrin sebagai bahan pengisi yang memiliki kandungan mineral rendah, yang berakibat pada peningkatan proporsi total padatan non-mineral dan secara relatif mengurangi konsentrasi zat organik dalam produk [35]. Selain itu, maltodekstrin meningkatkan volume produk tanpa menambah kandungan, sehingga menurunkan konsentrasi mineral alami dalam *set yoghurt* [29]. Beberapa faktor mempengaruhi kadar abu yaitu jumlah maltodekstrin yang ditambahkan. Substrat fermentasi seperti ubi jalar ungu mengandung banyak mineral kalium dan magnesium yang sebagian besar tetap ada setelah pengeringan, tetapi proporsinya menurun akibat penambahan maltodekstrin [36].

Penurunan kandungan abu juga sejalan dalam penelitian, dimana kadar abu turun dari 4,61% menjadi 3,24% saat maltodekstrin ditingkatkan dari 5% menjadi 20% pada *yoghurt* susu kedelai [37]. Hal senada juga disebutkan pada temuan penelitian lainnya, dijelaskan dalam penelitian serbuk sari kurma, penurunan kadar abu dari 3,5% menjadi 2,4% seiring dengan meningkatnya jumlah maltodekstrin yang digunakan sebagai bahan pembawa [38]. Begitu juga dengan temuan sebuah penelitian yang juga mencatat adanya penurunan kadar abu pada *yoghurt* bubuk biji nangka dengan pola yang serupa, yaitu dari 3,85% menjadi 2,90% [31].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh kadar abu berada dalam batas yang diperbolehkan mengacu pada ketentuan tentang susu bubuk mengenai standar mutu susu bubuk, yaitu 6% [39]. Dengan demikian, *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu nasional, serta penambahan maltodekstrin tidak menyebabkan kadar abu melebihi ambang batas yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa produk memiliki kestabilan kimia yang baik tanpa akumulasi mineral berlebih, sehingga aman untuk konsumsi jangka panjang.

Analisis Total Asam Titrasi (Asam Laktat)

Total asam laktat menurun signifikan dari 3,69% (E1) menjadi 1,69% (E4). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa analisis total asam titrasi terjadi penurunan seiring dengan penambahan maltodekstrin. Penurunan TAT ini berhubungan langsung dengan sifat netral maltodekstrin dimana, ketika ditambahkan dalam jumlah besar, maltodekstrin akan menurunkan konsentrasi relatif pada senyawa asam organik seperti asam laktat

dalam campuran produk kering [37]. Selain itu, secara ilmiah maltodekstrin tidak berkontribusi pada pembentukan asam melalui fermentasi, dikarenakan penambahan maltodekstrin meningkatkan viskositas campuran, yang dapat menghambat difusi substrat bagi bakteri selama fermentasi, sehingga tidak meningkatkan total keasaman produk [39]. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai TAT diantaranya: jenis kultur *starter*, durasi fermentasi, jumlah substrat (laktosa) dan proporsi bahan pembawa yang ditambahkan saat pengeringan [40]. Penurunan nilai Total Asam Tertitiasi (TAT) seiring dengan meningkatnya konsentrasi maltodekstrin menunjukkan adanya penurunan produksi asam laktat pada serbuk *set yoghurt* ubi jalar ungu. Dalam *set yoghurt*, TAT merepresentasikan hasil aktivitas metabolik bakteri *starter*, yaitu *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, yang mengubah laktosa menjadi asam laktat melalui proses fermentasi [34]. Penambahan maltodekstrin dalam jumlah tinggi dapat menghambat produksi asam laktat karena maltodekstrin tidak dapat di metabolisme secara efisien oleh bakteri *starter* tersebut. *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* secara spesifik menggunakan laktosa sebagai sumber energi utama. Meskipun penambahan maltodekstrin meningkatkan total padatan campuran, namun tidak disertai dengan peningkatan ketersediaan substrat energi (laktosa) bagi bakteri [13].

Selain itu, konsentrasi maltodekstrin yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan viskositas campuran sebelum fermentasi, yang berpotensi menghambat difusi nutrisi dan oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri, sehingga aktivitas metabolik dan produksi asam laktat cenderung menurun [25]. Dengan demikian, semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan, semakin rendah konsentrasi asam laktat yang terbentuk akibat terbatasnya ketersediaan substrat yang dapat dimetabolisme oleh bakteri *starter*. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang melaporkan penambahan bahan pengisi dapat menurunkan konsentrasi senyawa aktif karena peningkatan volume produk [41]. Hasil ini sejalan juga dengan temuan penelitian yang melaporkan penurunan TAT dari 4,415% menjadi 1,766% pada *yoghurt* bubuk berbasis biji nangka setelah penambahan maltodekstrin 5% hingga 20% [42]. Temuan penelitian lainnya pada *yoghurt* bubuk susu kedelai juga menunjukkan tren serupa, dimana peningkatan maltodekstrin mengurangi total asam dari 0,9% hingga 0,5% pada perlakuan 5% maltodekstrin hingga 15% maltodekstrin [21]. Meskipun terjadi penurunan, nilai TAT perlakuan E4 yang diperoleh memenuhi persyaratan mutu [28], yaitu 0,5% hingga 2,0% untuk produk *set yoghurt*. Dengan demikian, produk *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu yang dihasilkan tetap berada dalam batas keasaman yang aman dan sesuai dengan standar nasional. Secara implikatif, penurunan keasaman meningkatkan cita rasa lembut dan mengurangi rasa asam tajam pada produk instan, yang disukai konsumen.

Analisis Kadar Lemak

Kadar lemak *set yoghurt* instan relatif stabil antarperlakuan, yaitu antara 4,36–4,74%, tanpa perbedaan signifikan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa analisis kadar lemak didapatkan rentan nilai dengan variasi yang tidak signifikan antar perlakuan. Secara ilmiah, kestabilan kadar lemak ini berkaitan dengan sifat maltodekstrin yang bersifat hidrofilik dan memiliki struktur polisakarida bercabang yang mampu membentuk matriks padat selama proses pengeringan. Matriks ini berfungsi melindungi globula lemak dari kontak langsung dengan oksigen dan panas, sehingga menghambat oksidasi lipid yang biasanya menyebabkan degradasi lemak. Selain itu, proses pengeringan suhu rendah (50°C) tidak cukup kuat untuk memecah struktur trigliserida, sehingga kandungan lemak tetap stabil. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin dari 5% sampai 20% tidak memberikan dampak yang berarti pada kadar lemak produk akhir. Hal ini disebabkan oleh sifat maltodekstrin yang tidak mengandung lemak dan tidak bereaksi dengan komponen lipid selama proses pengeringan, sehingga lemak yang berasal dari bahan utama seperti susu dan ubi jalar ungu tetap stabil dalam struktur serbuk [43]. Maltodekstrin juga tidak secara langsung memengaruhi kandungan lemak karena perannya sebagai bahan pengisi [44]. Selain itu, proses pengeringan yang dilakukan dengan suhu terkendali mencegah kerusakan atau oksidasi lemak, sehingga mempertahankan kestabilan nilai gizi dari sisi lipid [19].

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan penelitian yang menyebutkan bahwa penambahan maltodekstrin pada *set yoghurt* berbasis susu sapi tidak menyebabkan perbedaan yang signifikan pada kadar lemak, yang tetap berada pada kisaran 4,5% hingga 4,8% [8]. Temuan lainnya juga mendukung temuan ini, dimana kadar lemak pada produk serbuk minuman fermentasi tetap stabil meskipun proporsi maltodekstrin ditingkatkan [21, 45]. Konsistensi ini mengindikasikan bahwa fungsi utama maltodekstrin bukan sebagai pengikat lipid, melainkan sebagai pembentuk matriks pelindung yang mempertahankan komponen lemak dari kehilangan akibat panas dan oksidasi. Secara implikatif, kestabilan kadar lemak ini menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin dalam pembuatan *set yoghurt* instan tidak menurunkan nilai gizi, sehingga produk yang dihasilkan tetap memiliki profil lemak ideal dan mutu sensoris yang baik, terutama dari segi rasa lembut dan mouthfeel yang khas *yoghurt*.

Analisis Total Padatan Bukan Lemak

Nilai TPBL meningkat seiring dengan penambahan maltodekstrin, dari 94,66% (E2) menjadi 95,20% (E4). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa nilai total padatan bukan lemak mendapatkan nilai yang stabil berkisar 94,66% hingga 95,20%. Kestabilan pada TPBL menandakan bahwa penambahan maltodekstrin tidak mengganggu komposisi gizi non-lemak dengan nilai maksimal diperoleh pada perlakuan dengan penambahan maltodekstrin. Nilai TPBL yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar kandungan padatan dalam *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu berasal dari komponen non-lemak seperti karbohidrat, protein dan mineral. Peningkatan TPBL ini disebabkan oleh penambahan maltodekstrin sebagai bahan pembawa yang merupakan polisakarida dan meningkatkan kandungan zat padat non-lemak dalam produk akhir [21]. Selain itu, selama proses pengeringan, komponen volatile (terutama air) berkurang, sedangkan komponen non-lemak cenderung tetap, sehingga proporsinya meningkat [46].

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa TPBL meningkat seiring dengan bertambahnya total padatan dari bahan pengisi [47]. Temuan lainnya sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa tingginya nilai TPBL berkontribusi signifikan terhadap kualitas tekstur dan rasa produk serbuk instan [48]. Semua perlakuan dalam penelitian ini melebihi batas minimum TPBL yang ditetapkan dalam [28], yaitu $\geq 8,5\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu yang dihasilkan memenuhi standar mutu nasional dan memiliki kualitas padatan gizi yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai produk instan. Implikasinya, tingginya TPBL berkontribusi terhadap tekstur lembut dan daya larut yang baik saat produk direhidrasi.

Analisis Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan meningkat seiring peningkatan maltodekstrin, ditunjukkan oleh penurunan nilai IC_{50} dari 594,74 ppm (E1) menjadi 422,58 ppm (E4). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan diukur menggunakan nilai IC_{50} (Inhibitory Concentration 50%), yang dimana konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk menghambat 50% aktivitas radikal bebas DPPH. Nilai IC_{50} rendah menunjukkan aktivitas antioksidan tinggi. Secara ilmiah, hal ini disebabkan maltodekstrin membentuk lapisan pelindung yang menghambat degradasi antosianin selama pengeringan. Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) diterapkan untuk mengukur seberapa efektif suatu zat antioksidan dalam menetralkan radikal bebas. Transformasi warna larutan DPPH dari ungu menjadi kuning menunjukkan adanya aktivitas antioksidan, yang kemudian diukur dengan alat spektrofotometer. Semakin besar perubahan warna yang terdeteksi, semakin tinggi pula kemampuan antioksidan [33]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IC_{50} pada *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu dengan penambahan maltodekstrin menurun dari 594,74 ppm pada E1 (5%) dengan kategori sangat lemah menjadi 422,58 ppm pada E4 (20%) yang masih termasuk dalam kategori sangat lemah, namun menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian lainnya bahwa penurunan nilai IC_{50} ini dapat dijelaskan oleh peran maltodekstrin sebagai *carrier agent* yang mampu melindungi senyawa antioksidan, seperti antosianin, flavonoid dan asam fenolat yang ada dalam ubi jalar ungu, selama proses pengeringan [14]. Temuan serupa juga ditemukan bahwa peningkatan kemampuan antioksidan disebabkan oleh peningkatan jumlah maltodekstrin yang melarutkan senyawa aktif ubi jalar ungu, terutama antosianin yang rentan terhadap proses pengeringan [49]. Selain itu, temuan penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan maltodekstrin dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, seperti yang ditemukan pada serbuk semangka merah dan minuman jeruk instan. Maltodekstrin juga mampu membentuk lapisan matriks mikroenkapsulasi, yang mencegah degradasi senyawa aktif antioksidan oleh panas, oksigen dan cahaya [50].

Beberapa faktor memiliki peran dalam memengaruhi tingkat aktivitas antioksidan, termasuk jenis konsentrasi senyawa fenolik dalam bahan baku, suhu dan durasi pengeringan, serta efektivitas enkapsulasi oleh bahan pembawa [36]. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang melaporkan bahwa serbuk *yoghurt* dengan penambahan 20% maltodekstrin menunjukkan nilai IC_{50} yang menunjukkan nilai lebih rendah jika dibandingkan dengan tanpa maltodekstrin, karena stabilitas kandungan antosianin yang lebih baik [29]. Temuan lain menyebutkan pada ekstrak buah naga juga mencatat peningkatan aktivitas antioksidan sebagai akibat dari perlindungan oleh maltodekstrin selama pengeringan. Selain itu, penelitian lainnya juga menemukan bahwa bahan pembawa, seperti maltodekstrin memiliki peran ganda, tidak hanya sebagai bahan pengisi, tapi juga sebagai pelindung senyawa bioaktif dalam pengolahan produk fungsional. Lapisan pelindung yang terbentuk akibat terlalu banyak maltodekstrin dapat menghambat interaksi antara senyawa antioksidan dengan reagen DPPH dalam pengujian [30]. Implikasi ilmiahnya adalah potensi pengembangan *set yoghurt* instan sebagai pangan fungsional sumber antioksidan alami dari antosianin ubi jalar ungu.

Analisis Kelarutan

Kelarutan meningkat dari 72,26% (E1) menjadi 85,71% (E4). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa analisis kelarutan terjadi kenaikan seiring dengan penambahan maltodekstrin. Hal ini menunjukkan bahwa semua formulasi memiliki kelarutan yang sangat baik, sesuai dengan karakteristik produk instan yang diharapkan. Secara ilmiah, peningkatan kelarutan ini disebabkan oleh fungsi maltodekstrin sebagai bahan pembawa (*carrier agent*) yang bersifat hidrofilik dan mudah terdispersi dalam air. Struktur amorf maltodekstrin membentuk permukaan partikel yang halus dan berpori, sehingga memperluas area kontak dengan air selama proses rehidrasi. Selain itu, proses pengeringan dengan suhu 50°C membantu membentuk partikel serbuk dengan ukuran kecil dan permukaan homogen, yang mempercepat proses pelarutan tanpa menyebabkan degradasi protein atau karbohidrat utama. Peningkatan kelarutan seiring dengan penambahan maltodekstrin disebabkan oleh sifat fisik maltodekstrin yang mudah larut dalam air, kemampuannya membentuk partikel serbuk yang lebih halus dan homogen, serta mengurangi kecenderungan penggumpalan antar partikel saat rehidrasi [24]. Selain itu, maltodekstrin dapat membentuk matriks amorf selama proses pengeringan, yang menghasilkan pori-pori mikroskopis dalam struktur serbuk sehingga air lebih mudah masuk dan mendispersikan partikel [29].

Selain itu, penambahan maltodekstrin meningkatkan homogenitas partikel serbuk dan mengurangi kecenderungan terjadinya penggumpalan. Struktur serbuk yang lebih halus dan seragam meningkatkan luas permukaan yang kontak dengan air, sehingga waktu larut menjadi lebih cepat dan efisien [13, 12]. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin hingga 20% meningkatkan kelarutan minuman coklat instan menjadi 86,88% [15]. Temuan dari penelitian lainnya pada produk *yoghurt* bubuk berbasis susu kedelai dan biji nangka juga menunjukkan tren serupa, di mana peningkatan konsentrasi maltodekstrin menghasilkan kelarutan di atas 80% [32, 31].

Sebuah temuan penelitian juga menunjukkan bahwa kelarutan serbuk di atas 70% sudah memenuhi standar minimal produk instan yang baik [33]. Dengan demikian, semua perlakuan dalam penelitian ini, terutama pada penambahan 20% maltodekstrin, telah memenuhi standar kelarutan yang diharapkan untuk produk serbuk instan. Secara keseluruhan, penambahan maltodekstrin terbukti tidak hanya meningkatkan rendemen, tetapi juga secara signifikan meningkatkan kelarutan *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu. Hal ini menjadi aspek penting dalam pengembangan produk *set yoghurt* instan yang praktis dan mudah disajikan. Secara implikatif, penambahan maltodekstrin hingga 20% dapat menghasilkan *set yoghurt* instan dengan kemampuan larut cepat, praktis disajikan, dan stabil selama penyimpanan, sehingga potensial dikembangkan sebagai produk komersial instan berbasis bahan lokal.

Analisis Rendemen

Rendemen meningkat dari 24,70% (E1) menjadi 34,06% (E4). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa analisis rendemen terjadi peningkatan seiring dengan penambahan maltodekstrin. Secara ilmiah, maltodekstrin mengurangi kehilangan padatan selama pengeringan dengan membentuk matriks pelindung yang meminimalkan lengket pada permukaan alat. Peningkatan ini terkait erat dengan efisiensi pengeringan yang lebih tinggi akibat penambahan maltodekstrin. Maltodekstrin memiliki sifat higroskopis yang rendah dan mudah mengalami proses pengeringan, sehingga dapat mempercepat penguapan air tanpa menyebabkan kerusakan struktur serbuk. Selain itu, temuan ini sejalan dengan penelitian yang melaporkan bahwa maltodekstrin membantu mencegah kehilangan zat terlarut lain seperti protein, gula, dan senyawa bioaktif selama proses pengeringan [24, 29]. Maltodekstrin juga berperan penting dalam mengurangi kemungkinan terbentuknya kerak atau gumpalan pada dinding alat pengering, sehingga meminimalisir kehilangan bahan selama proses berlangsung [29]. Dengan demikian, semakin tinggi penambahan maltodekstrin, semakin besar total massa kering yang dihasilkan, yang berdampak langsung terhadap peningkatan rendemen. Selain itu, maltodekstrin berfungsi sebagai bahan pelapis (*carrier agent*) yang dapat melindungi komponen aktif seperti protein, antosianin, dan laktosa dari degradasi akibat panas selama proses pengeringan. Perlindungan ini mencegah kerusakan senyawa fungsional serta meminimalkan kehilangan bahan aktif, sehingga secara tidak langsung turut berkontribusi pada peningkatan rendemen produk akhir [51, 30].

Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa meskipun penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan rendemen dan efisiensi pengeringan, penggunaan yang berlebihan dapat memberikan dampak negatif. Jika konsentrasi maltodekstrin terlalu tinggi, produk akhir dapat mengalami penurunan karakteristik sensori seperti rasa asli *yoghurt* yang berkurang, rasa manis berlebih dari maltodekstrin, serta kemungkinan tekstur menjadi terlalu halus atau rapuh [49, 15]. Bahan dengan kandungan padatan tinggi, serta penggunaan maltodekstrin dalam jumlah yang cukup, akan menghasilkan rendemen serbuk yang lebih tinggi karena mengurangi kehilangan massa selama pengeringan. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi maltodekstrin yang optimal disesuaikan agar keseimbangan antara efisiensi pengeringan, rendemen, serta kualitas sensori dan fungsional produk tetap terjaga.

Temuan ini konsisten dengan temuan penelitian pada *yoghurt* bubuk biji nangka, dimana peningkatan konsentrasi maltodekstrin dari 5% menjadi 20% meningkatkan rendemen dari 22,5% menjadi 32,8% [31]. Penelitian serupa oleh penelitian pada *yoghurt* bubuk susu kedelai juga mencatat peningkatan rendemen dari 23,4% menjadi 35,2% seiring dengan peningkatan maltodekstrin [37]. Selain itu, temuan lain dari hasil penelitian pada bubuk minuman sinom menunjukkan bahwa penggunaan 25% maltodekstrin dapat meningkatkan rendemen hingga 42,98%, dibandingkan dengan konsentrasi maltodekstrin terendah pada perlakuan 15% dengan nilai rendemen 27,21% [45].

Berdasarkan literatur tersebut, nilai rendemen sebesar 34,06% pada perlakuan E4 dapat dikategorikan tinggi untuk produk berbasis susu fermentasi, yang umumnya memiliki rendemen 20–35%. Hal ini menunjukkan bahwa maltodekstrin efektif dalam meningkatkan efisiensi proses pengeringan dan hasil akhir produk. Implikasi ilmiahnya adalah peningkatan rendemen mencerminkan keberhasilan proses pengeringan dengan kehilangan bahan minimal, sedangkan secara praktis, hal ini sangat menguntungkan dalam skala industri karena meningkatkan produktivitas dan menekan biaya produksi. Dengan demikian, penambahan maltodekstrin hingga 20% dapat direkomendasikan sebagai formulasi optimal untuk menghasilkan *set yoghurt* instan dengan efisiensi tinggi, kualitas serbuk baik, dan potensi komersial yang kuat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan maltodekstrin berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik dan kimia *set yoghurt* instan ekstrak ubi jalar ungu. Peningkatan konsentrasi maltodekstrin menurunkan kadar air, abu, dan asam laktat, namun meningkatkan rendemen, kelarutan, padatan bukan lemak, serta aktivitas antioksidan. Formulasi dengan maltodekstrin 20% memberikan hasil terbaik dengan mutu fisik dan stabilitas senyawa bioaktif yang optimal. Penelitian ini belum mengkaji aspek sensori (rasa, aroma, dan warna) serta stabilitas penyimpanan jangka panjang produk, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk menilai daya terima dan ketahanan mutu selama distribusi.

Hasil penelitian ini menunjukkan potensi pengembangan produk *yoghurt* instan fungsional berbasis bahan lokal seperti ubi jalar ungu yang kaya antioksidan. Inovasi ini dapat menjadi peluang bagi industri pangan rumah dan UMKM dalam menyediakan produk bergizi, praktis, serta mendukung diversifikasi pangan fungsional di masyarakat.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Asmaq and J. Marisa, "Karakteristik Fisik dan Organoleptik Susu Segar di Medan Sunggal," *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, vol. 22, no. 2, p. 168, 2020, <https://doi.org/10.25077/jpi.22.2.168-175.2020>.
- [2] F. Suciati and L. S. Safitri, "Pangan Fungsional Berbasis Susu dan Produk Turunannya," *Journal of Sustainable Research In Management of Agroindustry (SURIMI)*, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2021, <https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.535>.
- [3] Y. P. Ansabila, HA., Putri, LA., Nonic A., Nansya MQ., "Pengaruh Jumlah Susu Skim Terhadap Sifat Kimia dan ISSN : 3063-461X," *Journal of Food and Agricultural Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 12–20, 2024, <https://doi.org/10.26486/jfat.v2i1.4343>.
- [4] E. R. Pratiwi, E. M. Suryani, N. A. Batati, I. A. W. Prasetya, A. S. Tejamaya, and N. N. Firamadhani, "Pengenalan Produk Bioteknologi Yoghurt sebagai Minuman Probiotik Bagi Siswa Sekolah Menengah Atas di Sidoarjo," *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, vol. 11, no. 01, pp. 58–64, 2024, <https://doi.org/10.32699/ppkm.v11i01.6322>.
- [5] T. Ramadhani, Nurwantoro, and A. Hintono, "Karakteristik Yoghurt dengan Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu," *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 2, no. 2, pp. 183–190, 2018.
- [6] J. Sumarmono, "Yogurt & Concentrated Yogurt," *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman*, no. 1, pp. 1–36, 2016.
- [7] R. F. Ibunda MR, Alda D, Angela R, "Prosiding SEMNAS BIO 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Pengaruh Pemberian Gula pada Yoghurt (*Lactobacillus bulgaricus*) Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*)

- The Effect of Giving Sugar on Yoghurt (*Lactobacillus bulgaricus*) Purple Sweet Potato Flour (I,” *Semnas Bio*, vol. 2, no. 3, pp. 453–459, 2022.
- [8] S. Mustika, S. Yasni, and S. Suliantari, “Pembuatan Yoghurt Susu Sapi Segar dengan Penambahan Puree Ubi Jalar Ungu,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, vol. 2, no. 3, pp. 97–101, 2019, <https://doi.org/10.24036/jptk.v2i3.5923>.
 - [9] A. Wati, *Susu dan Produk Olahannya: Teori, Praktik, dan Standar Mutu*, A. M. Wati, Ed., Demak, 2025, vol. 11, no. 1.
 - [10] Y. Evitha, “Tantangan Industri Cold Supply Chain Produk Makanan Beku,” *Jurnal Logistik Indonesia*, vol. 2, no. 2, pp. 25–28, 2019, <https://doi.org/10.31334/jli.v2i2.295>.
 - [11] R. M. S. Putri and S. N. Amrizal, “Optimization formula of instant powder functional drinks from Brunok (*Acaudina molpadioides*) using foam drying method,” *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, vol. 4, no. 2, pp. 73–78, 2020, <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.4.2.73-78>.
 - [12] M. Ummah, B. Kunarto, and E. Pratiwi, “Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisikokimia Serbuk Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla Speciosa* Blume),” *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, vol. 16, no. 1, pp. 1–8, 2021, <https://doi.org/10.26623/jtphp.v16i1>.
 - [13] M. Djali, R. Indiarso, and V. Avila, “Kajian Penggunaan Maltodekstrin Pada Pembuatan Soyghurt Bubuk Dengan Metode Pengeringan Beku,” *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, vol. 2, no. 1, pp. 9–17, 2018, <https://doi.org/10.24198/jp2.2017.vol2.1.02>.
 - [14] W. Rahmat Nazaryan, S. Winarti, and L. Agung Wicaksono, “Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Kopi Rempah Dengan Metode Foam Mat Drying Effect Of Maltodextrin Concentration And Drying Time On The Characteristics Of Spiced Coffee Powder Drink Using Foam Ma,” vol. 17, no. 2, p. 19, 2023.
 - [15] A. Lisnawati, “Pengembangan Formulasi dan Evaluasi Sediaan Yogurt Rekonstitusi Yang Dibuat Dari Susu Sapi Murni,” vol. 10, no. 09, p. 6, 2021.
 - [16] “ZnO and lactic acid bacteria interaction in yogurt: sensory, surface morphology, and functional group analysis,” *Brazilian Journal of Food Technology*, vol. 27, pp. 1–9, 2024, <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09323>.
 - [17] H. Chairunnissa, R. L. Balia, A. Pratama, and D. R. Hadiat, “Karakteristik Kimia Set Yoghurt Dengan Bahan Baku Susu Tepung Dengan Penambahan Jus Bit (*Beta Vulgaris* L.),” *Jurnal Ilmu Ternak*, vol. 17, no. 1, pp. 35–39, 2017.
 - [18] H. Ashshiddiqi, W. Kusuma, S. Kumalaningsih, and D. Pranowo, “Optimasi Suhu dan Konsentrasi Maltodekstrin pada Proses Pembuatan Serbuk Lobak dengan Metode Foam Mat Drying Optimization of Temperature and Maltodextrin Concentration in Radish Powder Production using Foam Mat Drying Method,” vol. 8, pp. 171–182, 2019.
 - [19] I. R. A. Jati, B. A. Kusuma, E. Setijawaty, and R. M. Yoshari, “Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin dan Na-CMC terhadap Sifat Fisikokimia Bubuk Buah Semangka Merah,” *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 14, no. 1, p. 3305, 2023, <https://doi.org/10.35891/tp.v14i1.3305>.
 - [20] F. Xiao, T. Xu, B. Lu, and R. Liu, “Guidelines for antioxidant assays for food components,” *Food Frontiers*, vol. 1, no. 1, pp. 60–69, 2020, <https://doi.org/10.1002/fft2.10>.
 - [21] D. C. Amelia, S. A. Dahlan, Y. Bait, J. A. Nalole, and A. A. R. Ali, “Pengaruh penambahan maltodekstrin terhadap karakteristik fisikokimia minuman instan buah nangka (*Ariocarpus integra*),” *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, vol. 2, no. 2, pp. 131–140, 2023.
 - [22] I. Adhayanti and T. Ahmad, “Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Karakter Mutu Fisik dan Kimia Serbuk Minuman Instan Kulit Buah Naga,” *Media Farmasi*, vol. 16, no. 1, p. 57, may 2021, <https://doi.org/10.32382/mf.v16i1.1418>.

- [23] H. Rizqiati, N. Nurwantoro, A. Febrisiantosa, C. A. Shauma, and R. Khasanah, "Pengaruh Isolat Protein Kedelai Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Kefir Bubuk," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 8, no. 3, pp. 111–121, 2020, <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2020.008.03.1>.
- [24] T. Tono and Agustina, "Evaluasi Kualitas Minuman Yoghurt di CV Viola Foods Yogyakarta sebagai Persyaratan Pendaftaran Izin Edar Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM)," *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, vol. 8, no. 3, pp. 6343–6351, 2023.
- [25] D. F. Rosida, S. Djajati, and N. D. A. Lestari, "Aktivitas Antioksidan Serbuk Mengkudu (Morinda Citrifolia L) Dengan Bahan Pengisi Maltodekstrin Kimpul (Xanthosoma Sagittifolium)," *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 14, no. 2, 2021, <https://doi.org/10.33005/jtp.v14i2.2459>.
- [26] D. A. P. Santana, L. N. Lestario, and K. B. Lewerissa, "Serbuk Ekstrak Buah Duwet (Syzygium Cumini) Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Kadar Antosianin Dan Aktivitas Antioksidan Serbuk Ekstrak Buah Duwet (Syzygium Cumini) Effect Of Maltodextrin Concentration On Anthocyanin Content And Antioxidant," *Journal of Tropical Agrifood*, vol. 4, no. 2, pp. 122–129, 2023.
- [27] R. N. Hayati, I. A. Rohmah, K. Sa'adah, S. N. Hikmawati, and I. Muflihati, "Pembuatan Yoghurt Bubuk Susu Kedelai (Glycine max L.Meriil) Menggunakan Metode Foam Mat Drying dengan Penambahan Maltodekstrin Sebagai Bahan Penyalut," *Metana*, vol. 20, no. 1, pp. 27–39, 2024, <https://doi.org/10.14710/metana.v20i1.58805>.
- [28] M. MD, M. Faudi, and S. Surnaherman, "Aplikasi Maltodekstrin Pada Pembuatan Yogurt Bubuk Biji Nangka (Arthocarpus lineus)," *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, vol. 25, no. 1, p. 73, 2021, <https://doi.org/10.25077/jtpa.25.1.73-80.2021>.
- [29]
- [30] F. F. Utami, "Pengaruh Penambahan Kombinasi Gum Arab Dan Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisik Yoghurt Bubuk," Ph.D. dissertation, 2021.
- [31] M. F. Amirullah, D. N. Affah, and E. R. Noer, "a Literature Review : Variasi Ubi Jalar Sebagai Alternatif Pangan Darurat," *Journal of Nutrition College*, vol. 13, no. 3, pp. 267–277, 2024, <https://doi.org/10.14710/jnc.v13i3.42005>.
- [32] R. Dewi, S. Aminah, and A. Suyanto, "Karakteristik Fisik, Kimia dan Mutu Sensori Susu Bubuk Kecambah Kedelai Instan Berdasarkan Variasi Penambahan Maltodekstrin," *Jurnal Pangan dan Gizi*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2019.
- [33] N. Zahrayny, "Formulasi Granul Ekstrak Air Buah Kurma," Ph.D. dissertation, Jakarta, 2013.
- [34] "Mekanisme Biokimiawi dan Optimalisasi Lactobacillus Bulgaricus Dan Streptococcus Thermophilus dalam Pengolahan Yoghurt Yang Berkualitas," *J. Sains Dasar*, vol. 8, no. 1, pp. 13–19, 2019.
- [35] A. R. Gati, A. H. Nurjanah, A. D. Kurniawati, and N. Latifasari, "Pengaruh Konsentrasi Starter Terhadap Karakteristik Sensori Yoghurt," *Journal of Technology and Food Processing (JTFP)*, vol. 4, no. 1, pp. 36–41, 2024.
- [36] F. Matanari, Mursalin, and I. Gusriani, "Pengaruh penambahan konsentrasi maltodekstrin terhadap mutu kopi instan dari bubuk kopi robusta (coffea canephora) dengan menggunakan vacum dryer," *Prosiding semirata*, vol. 1, no. 1, pp. 922–941, 2019.
- [37] M. Abdi, "Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Dan Lama Pengeringan Terhadap Yoghurt Biji Nangka (Artocarpus Heterophylus Lamk.)," Ph.D. dissertation, 2018.
- [38] S. T. Yuliawaty and W. H. Susanto, "Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisika Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (Morinda citrifolia L)," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 1, pp. 41–51, 2015.
- [39] A. Masykur and J. Kusnadi, "Karakteristik Kimia Dan Mikrobiologi Yoghurt Bubuk Kacang Tunggak (Vigna unguiculata L.) Metode Pengeringan Beku (Kajian Penambahan Starter Dan Dekstrin)," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 3, pp. 1171–1179, 2015.

- [40] M. S. Dianah, "Uji Hedonik dan Mutu Hedonik Es Krim Susu Sapi dengan Penambahan Pasta Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.)," *Skripsi*, p. 16, 2020.
- [41] D. Martharini and I. Indratiningsih, "Kualitas Mikrobiologis dan Kimiawi Kefir Susu Kambing dengan Penambahan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 dan Tepung Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*) Microbiological and Chemical Quality of Goat Milk Kefir with the Addition of *Lactobacillus acidoph*," *Agritech*, vol. 37, no. 1, pp. 22–29, 2017.
- [42] N. I. Sarifudin. A, R. Ekafitri, DN. Surahman, "evaluasi sifat fisik, kimia serta penerimaan organoleptik minuman serbuk instan berbasis tepung pisang matang sebagai alternatif makanan sarapan," *Jurnal riset teknologi industri*, vol. 10, no. 1 - 12, 2016.
- [43] Agus Safari, Sani Dwiningrum Rahayu Br Ginting, Muhammad Fadhlillah, Saadah D. Rachman, Nenden I. Anggraeni, and Safri Ishmayana, "Ekstraksi dan Penentuan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ubi Ungu (*Ipomoea batatas* L.)," *al-Kimiya*, vol. 6, no. 2, pp. 46–51, 2018.
- [44] N. Husna, "Kandungan Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Segar dan Produk Olahannya," *Agritech*, vol. 33, no. 3, pp. 296–302, 2013.
- [45] N. D. Prasetyo, R. U. Budiandari, L. W. Ningrum, and L. Hudi, "Aktivitas Antioksidan dan Mutu Organoleptik Minuman Serbuk Instan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)," *Agroteknika*, vol. 7, no. 1, pp. 67–78, 2024, <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i1.253>.
- [46] M. Aldy, *Kajian Literatur Identifikasi Komponen Bioaktif Antiinflamasi Rimpang Jahe (Zingiber Officinale) Dan Stabilitasnya Terhadap Suhu Pengolahan*, 2021.
- [47] C. Usmandoyo, "Kualitas Dan Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Effervescent Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrrhizus*) Dengan Variasi Konsentrasi Maltodekstrin," Ph.D. dissertation, 2020.
- [48] Achmad Naufal, N. Harini, and D. Nuriza Putri, "Karakteristik Kimia dan Sensori Minuman Instan Kombucha dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrrhizus*) Berdasarkan Konsentrasi Gula dan Lama Fermentasi," *Food Technology and Halal Science Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 137–153, 2023, <https://doi.org/10.22219/fths.v5i2.21556>.
- [49] U. Mar'ah, "Pengaruh Maltodekstrin Terhadap Sifat Fisikokimia Minuman Serbuk Kombinasi Bawang Dayak Dan Jahe Merah," Ph.D. dissertation, 2023.
- [50] I. A. M. Paramita, S. Mulyani, and A. Hartiati, "Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Bubuk Minuman Sinom," *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, vol. 3, no. 2, pp. 58–68, 2015.
- [51] W. Rahmat Nazaryan, S. Winarti, and L. Agung Wicaksono, "Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Kopi Rempah Dengan Metode Foam Mat Drying Effect Of Maltodextrin Concentration And Drying Time On The Characteristics Of Spiced Coffee Powder Drink Using Foam Ma," *JURNAL TEKNOLOGI PANGAN*, vol. 17, no. 2, p. 19, 2023.

[This page intentionally left blank.]