

E-ISSN: 2579-4523  JITIPARI	JURNAL TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PANGAN UNISRI http://ejurnal.unisri.ac.id/index.php/jtpr/index Terakreditasi sinta 3 sesuai dengan SK No. 153/E/KPT/2023 tanggal 25 September 2023 https://sinta.kemdikbud.go.id/journals/profile/7556	
---	---	---

Characteristics of purple sweet potato yoghurt based on the use of different carbon sources

Karakteristik Yoghurt Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Penggunaan Sumber Karbon yang Berbeda

Trian Iswanty¹, Sholahuddin^{1*}, Lucky Hartanti¹

¹Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura

*Corresponding author: sholahuddin@faperta.untan.ac.id

Article info

Keywords: yogurt, purple sweet potato, lactic acid bacteria, fermentation, carbon source

Abstract

Purple sweet potato yogurt is a form of local food innovation made from milk fermented by lactic acid bacteria (LAB), with the addition of purple sweet potato paste to enhance flavor and color, thereby increasing consumer appeal. During fermentation, LAB require carbon derived from carbohydrates as an energy source for their metabolism and growth. Differences in carbon sources are expected to influence and produce distinct yogurt characteristics. Therefore, this study aimed to investigate the effect of various carbon sources on the characteristics of purple sweet potato yogurt. The experiment was conducted using a Randomized Block Design (RBD) with a single treatment factor: the type of carbon source. Six treatments were tested, namely: no sugar (control), granulated sugar, palm sugar, sugarcane juice, coconut sugar, and honey. The results indicated that different carbon sources caused variations in total dissolved solids, total lactic acid bacteria, total titratable acidity, and total reducing sugars. Carbon sources significantly affected titratable acidity, reducing sugar content, total dissolved solids, color, taste, and the overall sensory evaluation of purple sweet potato yogurt. The yogurt produced exhibited titratable acidity values ranging from 1.69% to 1.86%, reducing sugar content from 1.11% to 1.46%, total LAB counts from 0.28 to 89.50×10^{10} CFU/g, and total dissolved solids from 10.25 to 17.75 °Brix. Sensory evaluation scores ranged as follows: color preference 2.83–4.26 (dislike to like), texture 3.43–3.76 (like), aroma 3.53–3.70 (like), taste 2.67–3.70 (dislike to like), and overall acceptability 3.43–3.90 (like).

Abstrak

Kata kunci: yoghurt, ubi jalar ungu, bakteri asam laktat, fermentasi, sumber karbon

Yoghurt ubi jalar ungu merupakan bentuk pemanfaatan pangan lokal dari susu hasil fermentasi bakteri asam laktat dengan penambahan pasta ubi jalar ungu sebagai pemberi rasa dan warna untuk meningkatkan preferensi konsumen. Selama fermentasi, bakteri asam laktat (BAL) memerlukan karbon dari karbohidrat sebagai sumber energi untuk metabolisme dan pertumbuhannya. Perbedaan sumber karbon diduga dapat mempengaruhi dan menghasilkan karakteristik yoghurt yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penggunaan berbagai jenis sumber karbon terhadap karakteristik yoghurt ubi jalar ungu. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor perlakuan, yaitu jenis sumber karbon. Terdapat enam perlakuan yang diuji, yaitu tanpa gula sebagai kontrol, gula pasir, gula aren, sari tebu, gula kelapa, dan madu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan sumber karbon menghasilkan variasi pada total padatan terlarut, total bakteri asam laktat, total asam tertitrasi, dan total gula reduksi. Sumber karbon terbukti berpengaruh nyata terhadap total asam tertitrasi, total gula reduksi, total padatan terlarut, warna, rasa, dan penilaian keseluruhan yoghurt ubi jalar ungu. Karakteristik yoghurt yang dihasilkan antara lain total asam tertitrasi sebesar 1,69 - 1,86%, total gula reduksi sebesar 1,11 - 1,46%, total bakteri asam laktat sebesar $0,28 - 89,50 \times 10^{10}$ CFU/g, total padatan terlarut sebesar 10,25 - 17,75°Brix. Selain itu, penilaian warna berkisar antara 2,83 - 4,26 (kurang suka - lebih suka), tekstur 3,43 - 3,76 (suka), aroma 3,53 - 3,70 (suka), rasa 2,67 - 3,70 (kurang suka - suka), dan penilaian keseluruhan 3,43 - 3,90 (suka).

PENDAHULUAN

Yoghurt didefinisikan sebagai produk susu hasil fermentasi bakteri asam laktat (BAL) dengan struktur gel yang dihasilkan dari koagulasi protein susu, dengan atau tanpa penambahan produk lain dari susu seperti susu skim bubuk, konsentrat whey, kasein atau krim (Sfakianakis & Tzia, 2014). Upaya dilakukan untuk meningkatkan manfaat dan preferensi konsumen terhadap yoghurt. Pemanfaatan pangan lokal seperti ubi jalar ungu adalah salah satunya. Ubi jalar ungu dapat berperan sebagai pemberi rasa serta warna alami yoghurt karena mengandung pigmen antosianin (Samber et al., 2013). Penggunaan ubi jalar ungu pada yoghurt telah dilakukan oleh Khairani et al. (2020) yang menghasilkan yogurt kaya aktivitas antioksidan dan berperan sebagai agen prebiotik bagi pertumbuhan BAL dalam usus secara *in vivo*.

Selama fermentasi, BAL membutuhkan nutrisi dalam bentuk karbon untuk metabolisme dan pertumbuhan. Karbon yang digunakan berasal dari karbohidrat seperti laktosa pada susu (Chen et al., 2017). Pada kondisi tertentu, penambahan karbohidrat lain perlu dilakukan untuk menghasilkan karakteristik yoghurt yang diinginkan. Setiap sumber karbon memiliki karakteristik yang apabila ditambahkan dalam yoghurt akan berpengaruh terhadap karakteristik dan kualitasnya. Penambahan sumber karbon ke produk susu fermentasi dapat meningkatkan penerimaan sensoris, serta dapat menghambat aktivitas mikroba yang berdampak pada sifat fungsional (Costa et al., 2019). Berdasarkan penelitian Larosa et al. (2021) dan Kulsut et al. (2023), penggunaan sumber karbon berbeda pada produk susu fermentasi menyebabkan perubahan metabolit dalam memproduksi asam organik dan total BAL akhir berbeda.

Penelitian mengenai pengaruh penggunaan berbagai sumber karbon terhadap karakteristik dan kualitas yoghurt ubi jalar ungu masih jarang dilakukan. Hingga saat ini, informasi yang tersedia masih terbatas, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi penggunaan beberapa sumber karbon, seperti sari tebu, madu, gula aren, gula pasir, dan gula kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penggunaan berbagai jenis sumber karbon terhadap karakteristik yoghurt ubi jalar ungu, meliputi total padatan terlarut, total asam tertitrisasi, total gula reduksi, total bakteri asam laktat (BAL), serta uji organoleptik hedonik. Uji organoleptik dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, yaitu warna, rasa, aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu jar kaca, timbangan digital (YATT), blender (Philips HR 2115), hand-refractometer (ATAGO Manual Brix 0.0~33.0%), cawan petri (Onemed), hotplate (IKA C-MAG HS 10), magnetic stirrer, inkubator (Mennert INB20), rak tabung reaksi, gelas Beaker (Pyrex), autoklaf (TOMY ES-315), erlenmeyer (Pyrex), tabung reaksi (Pyrex), mikropipet 100-1000 μ L (Dragonlab), blue tip (Onemed), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu Corp 80147), Biological Safety Cabinet (ESCO), heating mantle (Daihan), pipet tetes, neraca analitik (Ohaus pioneer), buret mikro (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), statif dan klem.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu susu cair *full cream* (Greenfields), susu cair skim (Greenfields), susu skim bubuk (Prolac), ubi jalar ungu,

starter kultur yoghurt kering (Origin Denmark), akuades (Amidis), gula pasir (Rose Brand), gula kelapa, gula aren, sari tebu, madu (Madurasa Murni), D-glukosa monohidrat (Merck), 3-5-dinitrosalicylic acid (Aldrich), padatan fenol (Merck), padatan natrium sulfit (Merck), padatan NaK.Tartarat (Merck), padatan NaOH (Merck), indikator fenoltalein (Merck), MRS agar (Himedia) dan padatan KH_2PO_4 (Merck).

Rancangan Percobaan dan Parameter Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yaitu sumber karbon. Sumber karbon yaitu gula pasir (GP), gula aren (GA), gula kelapa (GK), sari tebu (ST), madu (M) dan tanpa sumber karbon sebagai kontrol (K). Masing-masing perlakuan dilakukan 4 kali ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan.

Parameter yang diamati adalah total padatan terlarut (TPT), total bakteri asam laktat (BAL), total asam tertitrisasi, total gula reduksi dan uji organoleptik. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut BNJ, terkecuali total BAL karena tidak normal dan homogen. Data uji organoleptik dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis. Level signifikan ditetapkan sebesar 5% untuk semua data. Analisis data menggunakan *software* SPSS 23.

Pembuatan Starter Kerja Yoghurt

Pembuatan starter kerja yoghurt mengacu pada Permadi et al. (2018) dengan modifikasi. Starter yoghurt kultur kering (mengandung bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* dan *Streptococcus thermophilus*) ditimbang sebanyak 3,5 g kemudian dilarutkan dalam 25 mL akuades. Campuran diinkubasi pada 41°C selama 12 jam.

Setelah itu ditambahkan susu cair full cream sebanyak 50 mL dan diinkubasi pada 41°C selama 6 jam sehingga diperoleh biang starter cair. 25 mL biang starter cair dibiakkan dalam 500 mL susu skim cair dan diinkubasi pada 41°C selama 6 jam dan diperoleh starter kerja yoghurt.

Pembuatan Pasta Ubi Jalar Ungu

Pembuatan pasta ubi jalar ungu mengacu pada Khairani et al. (2022) dengan modifikasi. Ubi jalar ungu dikupas kulitnya, dicuci bersih, kemudian dikukus hingga lunak. Kemudian ditimbang sebanyak 3 g dan dihaluskan menggunakan blender diikuti penambahan air dengan perbandingan 1:1.

Pembuatan Yoghurt Ubi Jalar Ungu

Pembuatan yoghurt ubi jalar ungu mengacu pada Mustika et al. (2019) dengan modifikasi. Sebanyak 100 g susu cair full cream, 5 g susu bubuk skim, 5 g sumber karbon dan 12 g pasta ubi jalar ungu dicampur kemudian dilakukan proses pemanasan selama 30 menit pada 90°C sambil diaduk. Setelah itu, campuran didinginkan hingga suhunya mencapai $\pm 45^\circ\text{C}$. Starter kerja yoghurt ditambahkan sebanyak 2 g kemudian diinkubasi pada 37°C selama 24 jam.

Pengukuran Parameter Penelitian

Pengukuran parameter penelitian yaitu TPT berdasarkan prosedur Bayu et al. (2017), total asam tertitrisasi dan total BAL sesuai prosedur SNI 2981 (Badan Standarisasi Nasional, 2009), total gula reduksi sesuai prosedur Miller (1959), dan uji organoleptik hedonik dengan kriteria uji berupa warna, rasa, aroma, tekstur dan penilaian secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Padatan Terlarut

Banyaknya padatan terlarut yang terukur dalam suatu larutan dihitung sebagai

total padatan terlarut (TPT). Tabel 1 disajikan TPT yoghurt ubi jalar ungu berdasarkan sumber karbon berbeda sebelum dan setelah fermentasi, serta perubahan TPT.

Pengukuran TPT sebelum fermentasi untuk mengetahui konsentrasi awal nutrisi dalam susu sehingga dapat diamati perubahan konsentrasi nutrisi selama fermentasi yoghurt. Terlihat pada Tabel 1 TPT sebelum fermentasi terdapat perbedaan

antar perlakuan. Perlakuan M berbeda tidak nyata dengan GA dan GP berbeda tidak nyata dengan GK sebagai sumber karbon.

Perlakuan GP menghasilkan TPT tertinggi yaitu 22,75°Brix dan terendah pada perlakuan K sebesar 18°Brix. Ketika sumber karbon ditambahkan pada jumlah yang sama, maka GP cenderung menghasilkan TPT tertinggi karena sebagian besar susunannya sukrosa yaitu 94,75% (Susiyanti, 2021).

Tabel 1. Total Padatan Terlarut Yoghurt Ubi Jalar Ungu

Perlakuan	TPT (°Brix)		
	Sebelum Fermentasi	Setelah Fermentasi	Δ
Kontrol (K)	18,00 $\pm$ 0,00 ^a	10,25 $\pm$ 0,28 ^a	7,75 $\pm$ 0,28 ^a
Sari Tebu (ST)	18,75 $\pm$ 0,28 ^b	10,75 $\pm$ 0,28 ^a	8,00 $\pm$ 0,00 ^a
Madu (M)	21,50 $\pm$ 0,57 ^c	13,50 $\pm$ 0,57 ^b	8,00 $\pm$ 0,81 ^a
Gula Aren (GA)	21,25 $\pm$ 0,28 ^c	16,50 $\pm$ 0,57 ^{bc}	5,00 $\pm$ 0,28 ^b
Gula Pasir (GP)	22,75 $\pm$ 0,28 ^d	17,75 $\pm$ 0,28 ^d	5,00 $\pm$ 0,40 ^b
Gula Kelapa (GK)	22,25 $\pm$ 0,28 ^d	17,25 $\pm$ 0,28 ^{cd}	5,00 $\pm$ 0,40 ^b

Keterangan: Perbedaan huruf pada kolom yang sama mengindikasikan perbedaan yang nyata ($\alpha < 0,05$).

Setelah fermentasi terdapat perbedaan yang nyata antara TPT yoghurt ubi jalar ungu perlakuan K dan ST dengan M, GA, GP dan GK. Perlakuan M berbeda tidak nyata terhadap GA, namun berbeda nyata pada perlakuan K, ST, GP dan GK. Perlakuan GK berbeda tidak nyata dengan GP dan GA namun berbeda nyata dengan K, ST dan M. Penggunaan sumber karbon berbeda menentukan TPT dan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan GP sebesar 17,25%.

TPT terukur setelah fermentasi dianggap sebagai padatan yang belum dimetabolisme oleh BAL (Sintasari et al., 2014). Tingginya TPT pada perlakuan GA, GP dan GK disebabkan karena penyusun utamanya adalah sukrosa. BAL dapat memetabolisme sukrosa dan memecahnya menjadi glukosa dan fruktosa yang larut dalam yoghurt. Tidak semua hasil hidrolisis sukrosa digunakan untuk metabolisme dan pertumbuhannya. Sisa hasil hidrolisis akan

larut dalam susu dan terukur sebagai padatan terlarut (Kamsina et al., 2015).

Nilai Δ °Brix menunjukkan total perubahan konsentrasi nutrisi yang digunakan BAL selama fermentasi yoghurt berlangsung. Perubahan konsentrasi zat terlarut tertinggi terdapat pada perlakuan ST dan M sedangkan nilai terendah terdapat pada GA, GP dan GK. Terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan K, ST dan M dengan GA, GP dan GK. Konsumsi tertinggi terdapat pada perlakuan ST dan M sebagai sumber karbon dengan nilai sebesar 8°Brix sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan GA, GP dan GK sebesar 5°Brix.

Penggunaan padatan tertinggi terdapat pada perlakuan ST dan M karena sari tebu mengandung lebih banyak sukrosa (Cahyaningtiyas dkk., 2021) yang dibutuhkan BAL sedangkan madu mengandung glukosa dan fruktosa yang tergolong monosakarida yang dapat

langsung dimetabolisme oleh BAL. Rendahnya perubahan nutrisi pada perlakuan gula disebabkan banyaknya TPT dalam susu berupa sukrosa.

Ketika sukrosa tersedia dalam suatu medium, maka BAL membutuhkan waktu lebih lama untuk memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi. BAL memproduksi enzim invertase endoseluler untuk memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang dapat dimetabolisme. Produksi dan aktivitas enzim invertase memiliki waktu berbeda dapat mempengaruhi hidrolisis dan konsumsi sukrosa. Penelitian menunjukkan bahwa selama fermentasi sukrosa berlangsung, aktivitas enzim invertase maksimal untuk menghidrolisis sukrosa adalah setelah 9 jam fermentasi (Reddy et al., 2015).

Total Bakteri Asam Laktat

Penghitungan jumlah akhir BAL diukur menggunakan metode *total plate count* dengan media de Man Rogosa Sharpe (MRS). Masing-masing perlakuan telah sesuai dengan standar SNI yaitu lebih dari 10^7 CFU/g. Total BAL yoghurt ubi jalar ungu dengan menggunakan sumber karbon berbeda disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Bakteri Asam Laktat Yoghurt Ubi Jalar Ungu

Perlakuan	Total BAL ($\times 10^{10}$ CFU/g)
Kontrol (K)	3,20
Sari Tebu (ST)	4,75
Madu (M)	89,50
Gula Aren (GA)	0,28
Gula Pasir (GP)	0,41
Gula Kelapa (GK)	0,74

Perbedaan sumber karbon menghasilkan total BAL yang berbeda. Ini disebabkan komponen penyusun karbohidrat yang berbeda pada masing-masing sumber karbon. Perlakuan M memiliki total BAL tertinggi yaitu

$89,5 \times 10^{10}$ CFU/g sedangkan GA, GP dan GK memiliki total terendah yaitu $0,28-0,746 \times 10^{10}$ CFU/g. Madu mengandung fruktosa 21,5-39,3%, glukosa 25,2-31,4%, sukrosa 0,50-1,75% dan gula pereduksi 58,4-71,2% yang menjadi sumber energi dalam bentuk karbon bagi BAL (Mardhiati et al., 2020). Adanya komponen monosakarida yang lebih dominan seperti fruktosa dan glukosa membuat madu lebih mudah dimetabolisme oleh BAL. Pada perlakuan gula (GA, GP dan GK) mengandung sebagian besar sukrosa berkisar 70-95% berperan dalam menyumbang karbon selama fermentasi BAL.

Sukrosa yang terkandung pada perlakuan GA, GP dan GK diduga menghambat pertumbuhan BAL. Ini ditunjukkan dengan rendahnya perubahan konsentrasi padatan terlarut (lihat pada Tabel 1). Petrut et al. (2019) menyatakan bahwa BAL yang ditumbuhkan pada media dengan sumber karbon yang berbeda menunjukkan setelah 3 jam fermentasi terjadi peningkatan total BAL yang tinggi pada glukosa dan fruktosa sebagai sumber karbon dibandingkan dengan sukrosa.

Sebelum dapat dimetabolisme, sukrosa harus dihidrolisis terlebih dahulu. Waktu dibutuhkan untuk hidrolisis sukrosa sangat bervariasi tergantung produksi dan aktivitas enzim invertase. Semakin lama waktu dibutuhkan untuk produksi enzim invertase, semakin rendah aktivitasnya, sehingga proses hidrolisis sukrosa menjadi lambat. Lambatnya hidrolisis sukrosa akan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan BAL (Reddy et al., 2015).

Total Asam Titrasi

Total asam titrasi (TAT) berkaitan dengan pengukuran konsentrasi asam total yang terkandung di dalam makanan. Asam terukur umumnya berupa asam asam

organik terlarut seperti asam laktat, sitrat, malat, dan lainnya (Nielsen, 2024). Asam organik yang dihasilkan pada fermentasi yoghurt umumnya adalah asam laktat.

Perbedaan sumber karbon berpengaruh nyata terhadap TAT yoghurt ubi jalar ungu. Terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan K dan ST dengan GA dan GK sebagai sumber karbon. Penggunaan sumber karbon tertentu dapat meningkatkan total asam organik dengan kadar tertinggi terdapat pada perlakuan GK sebagai sumber karbon, yaitu 1,86%. TAT untuk semua perlakuan telah memenuhi syarat SNI yaitu berkisar 0,5-2,0 %. TAT produk yoghurt ubi jalar ungu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Total Asam Titrasi Yoghurt Ubi Jalar Ungu

Perlakuan	TAT (%)
Kontrol (K)	1,69 ± 0,33 ^a
Sari Tebu (ST)	1,74 ± 0,39 ^a
Madu (M)	1,78 ± 0,38 ^{ab}
Gula Aren (GA)	1,84 ± 0,51 ^b
Gula Pasir (GP)	1,77 ± 0,77 ^{ab}
Gula Kelapa (GK)	1,86 ± 0,42 ^b

Keterangan: Perbedaan huruf pada kolom yang sama mengindikasikan perbedaan yang nyata ($\alpha < 0,05$).

TAT tertinggi terdapat pada GK dan terendah terdapat pada K. Masing-masing perlakuan gula (GA, GP, dan GK) berbeda tidak nyata karena sebagian besar susunannya adalah sukrosa. Gula aren mengandung sukrosa sebesar 74,30%, gula pasir mengandung sukrosa 94,75% dan gula kelapa mengandung sukrosa sebesar 91,4% (Hesty, 2016; Priyono & Rachmatika, 2019; Susiyanti, 2021). Sukrosa sebagai penyusun utama gula dapat meningkatkan glukosa dan fruktosa yoghurt akibat degradasi sukrosa oleh BAL yang menyebabkan produksi asam organik juga meningkat. Meskipun madu mengandung glukosa dan fruktosa, namun hidrolisis sukrosa pada gula

menghasilkan glukosa dan fruktosa yang lebih tinggi. Madu hanya mengandung glukosa sebesar 25,2-31,4% dan fruktosa sebesar 21,5-39,3% serta komponen lain seperti air (Mardhiati et al., 2020).

Total Gula Reduksi

Total gula reduksi pada yoghurt ubi jalar ungu diukur menggunakan metode spektrofotometri dengan larutan glukosa sebagai larutan blanko dan larutan DNS sebagai reagen (Miller, 1959). Hasil analisis total gula reduksi dengan penggunaan sumber karbon yang berbeda disajikan pada Tabel 4.

Perbedaan sumber karbon memberikan pengaruh nyata terhadap total gula reduksi yoghurt ubi jalar ungu. Terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan K dengan GA, GP, dan GK, sedangkan ST dan M juga berbeda nyata terhadap GA, GP, dan GK. Nilai tertinggi total gula reduksi diperoleh pada perlakuan GK sebesar 1,47%.

Perbedaan nilai total gula reduksi ini disebabkan oleh variasi kandungan sakarida pada masing-masing sumber karbon. Gula pereduksi merupakan gula yang memiliki gugus karbonil bebas, yang umumnya berasal dari monosakarida atau disakarida tertentu. Sukrosa, yang merupakan disakarida, tidak termasuk gula pereduksi karena tidak memiliki gugus karbonil bebas dalam strukturnya (Vaclavik et al., 2021).

Bakteri asam laktat (BAL) mampu memetabolisme disakarida seperti laktosa, maltosa, dan sukrosa, yang dihidrolisis secara enzimatik oleh enzim endoseluler maupun eksoseluler, seperti invertase dan sukrosa fosforilase (Bintsis, 2018). Hidrolisis sukrosa menghasilkan glukosa dan fruktosa yang termasuk gula pereduksi. Pada perlakuan GA, GP, dan GK, tingginya kandungan sukrosa menyebabkan peningkatan gula pereduksi hasil hidrolisis.

Namun, gula pereduksi ini tidak sepenuhnya dimanfaatkan oleh BAL selama fermentasi, sehingga nilai total gula reduksi akhir tetap tinggi.

Hubungan antara hasil TPT dan kadar gula reduksi terlihat jelas, di mana perlakuan dengan TPT akhir yang tinggi umumnya menunjukkan kadar gula reduksi yang tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar padatan terlarut yang tersisa setelah fermentasi merupakan gula pereduksi hasil hidrolisis sukrosa, yang tidak sepenuhnya digunakan oleh BAL. Berdasarkan hal tersebut, data TPT dan kadar gula reduksi saling menguatkan dalam menggambarkan sisa karbohidrat yang tersedia pada yoghurt ubi jalar ungu dengan sumber karbon yang berbeda.

Tabel 4. Total Gula Reduksi Yoghurt Ubi Jalar

Perlakuan	Total Gula Reduksi (%)
Kontrol (K)	1,11 ± 0,59 ^a
Sari Tebu (ST)	1,15 ± 0,26 ^a
Madu (M)	1,12 ± 0,58 ^a
Gula Aren (GA)	1,41 ± 0,49 ^b
Gula Pasir (GP)	1,46 ± 0,54 ^b
Gula Kelapa (GK)	1,47 ± 0,76 ^b

Keterangan: Perbedaan huruf pada kolom yang sama mengindikasikan perbedaan yang nyata ($\alpha < 0,05$).

Uji Organoleptik Hedonik

Evaluasi sensoris dapat memberikan informasi kuantitatif sebagai acuan dalam mengembangkan produk pangan untuk membuat keputusan yang tepat dan mengevaluasi sifat sensoris produk pangan baru termasuk produk fermentasi yang mengandung probiotik (Gámbaro & McSweeney, 2020). Hasil uji organoleptik hedonik yoghurt ubi jalar ungu dengan penggunaan sumber karbon berbeda ditunjukkan pada Tabel 5.

Warna

Sumber karbon berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan warna yoghurt ubi

jalar ungu. Rerata tertinggi terdapat pada perlakuan GP yaitu 4,27 (Lebih Suka) dan rerata terendah terdapat pada GK yaitu 2,83 (Kurang Suka).

Perlakuan GK dan GA menghasilkan warna coklat muda yoghurt sedangkan perlakuan K, ST, M dan GP menghasilkan warna ungu muda. Gula kelapa dan gula aren mengandung pigmen melanoid (pigmen coklat) yang terbentuk akibat proses Maillard dan karamelisasi selama pemasakan nira hingga mengental dan mengeras (Wilberta et al., 2021). Pigmen warna melanoid yang lebih pekat dibandingkan pigmen antosianin menghasilkan warna coklat lebih dominan kurang disukai oleh panelis.

Aroma

Sumber karbon berpengaruh tidak nyata pada tingkat kesukaan aroma yoghurt ubi jalar ungu. Rerata tertinggi terdapat pada perlakuan GP yaitu 3,70 (Suka). Rerata terendah terdapat pada perlakuan K dan GK yaitu 3,53 (Suka).

Panelis tidak mencium aroma sumber karbon yoghurt yang dihasilkan karena jumlah sumber karbon sedikit jika dibandingkan bahan lainnya. Aroma yang dihasilkan yoghurt ubi jalar ungu adalah aroma khas yoghurt. Senyawa yang umumnya bertanggung jawab memberikan aroma khas yoghurt adalah karbonil—asetaldehida, diasetil, aseton, asetoin, dan 2-butanon (Krastanov et al., 2023).

Tekstur

Sumber karbon berpengaruh tidak nyata pada tingkat kesukaan tekstur yoghurt ubi jalar ungu. Rerata tertinggi terdapat pada perlakuan GP dan GK yaitu 3,77 (Suka). Rerata terendah terdapat pada perlakuan K yaitu 3,33 (Suka).

Yoghurt ubi jalar ungu antar perlakuan memiliki tekstur semi kental-padat dan homogen sehingga tekstur yang

dihasilkan tidak menjadi perbedaan kesukaan konsumen. Tekstur semi kental-padat disebabkan karena terjadinya proses denaturasi dan koagulasi protein susu

selama proses fermentasi akibat suasana asam serta gelatinisasi pati ubi jalar ungu selama pasteurisasi.

Tabel 5. Uji Organoleptik Hedonik Yoghurt Ubi Jalar Ungu

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Keseluruhan
Kontrol (K)	4,10	3,53	3,33	2,66	3,30
Sari Tebu (ST)	4,10	3,60	3,53	3,06	3,60
Madu (M)	3,90	3,63	3,63	3,03	3,56
Gula Aren (GA)	2,93	3,63	3,43	3,43	3,43
Gula Pasir (GP)	4,26	3,70	3,76	3,70	3,90
Gula Kelapa (GK)	2,83	3,53	3,76	3,46	3,46
Nilai Sig.	0,000	0,978	0,322	0,000	0,012

Keterangan: Nilai Sig. ($\alpha < 0,05$) menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan antar perlakuan.

Rasa

Sumber karbon berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan rasa yoghurt ubi jalar ungu. Rerata tertinggi terdapat pada perlakuan GP yaitu 3,70 (Suka). Rerata terendah terdapat pada perlakuan K yaitu 2,67 (Kurang Suka). Panelis menyukai yoghurt ubi jalar ungu dengan penggunaan gula pasir karena memiliki rasa yang sedikit agak manis jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Rasa manis ini diduga karena total gula reduksi yang tinggi pada perlakuan gula pasir dibandingkan perlakuan lainnya.

Keseluruhan

Parameter keseluruhan merupakan penilaian sensoris terhadap semua parameter produk, baik warna, rasa, aroma dan tekstur. Sumber karbon berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan keseluruhan yoghurt ubi jalar ungu. Rerata tertinggi terdapat pada perlakuan GP yaitu 3,90 (Suka). Rerata terendah terdapat pada perlakuan K yaitu 3,30 (Suka). Secara keseluruhan, panelis menyukai yoghurt ubi jalar ungu dengan warna ungu muda, aroma yoghurt yang khas, memiliki tekstur homogen-semi padat serta rasa yang agak manis.

KESIMPULAN

Penggunaan sumber karbon yang berbeda menghasilkan karakteristik yoghurt ubi jalar ungu yang berbeda antara lain total asam tertitrasi 1,69 - 1,86%, total gula reduksi 1,11 - 1,46%, total BAL 0,28 – 89,5 x 10¹⁰ CFU/g, warna 2,83 – 4,26 (kurang suka-lebih suka), tekstur 3,43 – 3,76 (suka), aroma 3,53 – 3,70 (suka), rasa 2,67 – 3,70 (kurang suka-suka) dan penilaian keseluruhan 3,43 – 3,90 (suka).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *SNI 2981:2009 Yoghurt*. BSN.
- Bayu, M. K., Rizqiati, H., & Nurwantoro, N. (2017). Analisis total padatan terlarut, keasaman, kadar lemak, dan tingkat viskositas pada kefir optima dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2), 33–38. <https://doi.org/10.14710/jtp.2017.17468>
- Bintsis, T. (2018). Lactic acid bacteria as starter cultures: An update in their metabolism and genetics. *AIMS Microbiology*, 4(4), 665–684. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2018.4.665>
- Cahyaningtiyas, A., & Sindhuwati, C. (2021). Pengaruh penambahan konsentrasi *saccharomyces cerevisiae*

- pada pembuatan etanol dari air tebu dengan proses fermentasi. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 89–94. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.207>
- Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu, H., Tian, H., & Zhao, G. (2017). Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(sup1), S316–S330. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1295988>
- Costa, G. M., Paula, M. M., Barão, C. E., Klososki, S. J., Bonafé, E. G., Visentainer, J. V., Cruz, A. G., & Pimentel, T. C. (2019). Yoghurt added with *Lactobacillus casei* and sweetened with natural sweeteners and/or prebiotics: Implications on quality parameters and probiotic survival. *International Dairy Journal*, 97, 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.05.007>
- niel, A., & McSweeney, M. B. (2020). *Sensory methods applied to the development of probiotic and prebiotic foods* (pp. 295–337). <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.006>
- Hesty, H. (2016). *Keutamaan gula aren dan strategi pengembangan produk*. Lambung Mangkurat University Press.
- Kamsina, K., Anova, I. T., & Firdausni, F. (2015). Pengaruh perbandingan sari buah dan gula terhadap mutu minuman fungsional labu kuning. *Jurnal Litbang Industri*, 5(2), 113–122. <https://doi.org/10.24960/jli.v5i2.666.113-122>
- Khairani, A. F., Islami, U., Anggun Syamsunarno, M. R., & Lantika, U. A. (2020). Synbiotic purple sweet potato yogurt ameliorate lipid metabolism in high fat diet mice model. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 13(1), 175–184. <https://doi.org/10.13005/bpj/1874>
- Khairani, A. F., Pamela, Y., Oktavia, N., Achadiyani, A., Adipraja, M. Y., Zhafira, P. Y., Shalannandia, W. A., & Atik, N. (2022). Acute and sub-chronic oral toxicity study of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) yogurt in mice (*Mus musculus*). *Veterinary World*, 15(3), 789–796. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.789-796>
- Krastanov, A., J. Yeboah, P., Dulari Wijemanna, N., S. Eddin, A., D. Ayivi, R., & A. Ibrahim, S. (2023). *Volatile Aromatic Flavor Compounds in Yogurt: A Review*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109034>
- Kulsut, N., Kapo, P., Boonreang, S., & Panyoyai, N. (2023). Changes in lactic acid bacteria and quality of gac yoghurt supplemented with carbohydrate sources during chilled storage. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 6(1). <https://doi.org/10.22437/ifstj.v6i1.19132>
- Larosa, C. P., Balthazar, C. F., Guimarães, J. T., Margalho, L. P., Lemos, F. S., Oliveira, F. L., Abud, Y. K. D., Sant’Anna, C., Duarte, M. C. K. H., Granato, D., Raices, R. S. L., Freitas, M. Q., Sant’Ana, A. S., Almeida Esmerino, E., Pimentel, T. C., Cristina Silva, M., & Cruz, A. G. (2021). Can sucrose-substitutes increase the antagonistic activity against foodborne pathogens, and improve the technological and functional properties of sheep milk kefir? *Food Chemistry*, 351, 129290. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129290>
- Mardhiati, R., Marliyati, S. A., Martiano, D., Madanijah, S., & Wibawan, I. W. T. (2020). Karakteristik dan beberapa kandungan zat gizi pada lima sampel madu yang beredar di supermarket. *GIZI INDONESIA*, 43(1), 49. <https://doi.org/10.36457/gizindo.v43i1.507>
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of

- reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426–428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Mustika, S., Yasni, S., & Suliantari, S. (2019). Pembuatan yoghurt susu sapi segar dengan penambahan puree ubi jalar ungu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 2(3), 97–101. <https://doi.org/10.24036/jptk.v2i3.18823>
- Nielsen, S. S. (2024). *Standard solutions and titratable acidity* (pp. 177–182). https://doi.org/10.1007/978-3-031-44970-3_22
- Permadi, S. N., Legowo, A. M., Pramono, Y. B., & Al-Baarri, A. N. (2018). Perubahan kadar keasaman, intensitas aroma, dan kesukaan yogurt drink setelah fortifikasi ekstrak salak. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(1), 46–50. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13506>
- Petrut, S., Rusu, E., Tudorache, I. S., Pelinescu, D., Sarbu, I., Stoica, I., & Vassu, T. (2019). Influence of various carbon sources on growth and biomass accumulation of some lactic acid bacteria strains. *Revista de Chimie*, 70(7), 2434–2438. <https://doi.org/10.37358/RC.19.7.7356>
- Prijono, S. N., & Rachmatika, R. (2019). Potency of brown sugar as a nectar substitute for *trichoglossus haematodus* in captivity. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 11(2), 186–193. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v11i2.18730>
- Reddy, L. V., Park, J.-H., & Wee, Y.-J. (2015). Homofermentative production of optically pure l-lactic acid from sucrose and mixed sugars by batch fermentation of *Enterococcus faecalis* RKY1. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 20(6), 1099–1105. <https://doi.org/10.1007/s12257-015-0379-3>
- Samber, L. N., Semangun, H., & Prasetyo, B. (2013). Ubi jalar ungu papua sebagai sumber antioksidan. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 10(3), 72–77.
- Sfakianakis, P., & Tzia, C. (2014). Conventional and innovative processing of milk for yogurt manufacture; development of texture and flavor: a review. *Foods*, 3(1), 176–193. <https://doi.org/10.3390/foods3010176>
- Sintasari, R. A., Kusnadi, J., & Ningtyas, D. W. (2014). Pengaruh penambahan konsentrasi susu krim dan sukrosa terhadap karakteristik minuman probiotik sari beras merah. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 65–75.
- Susiyanti. (2021). *Identifikasi unsur makro (sukrosa, glukosa, dan fruktosa) serta unsur mikro (mineral logam dan antioksidan) pada produk gula aren, gula kelapa, dan gula tebu*. UNTIRTA PRESS.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2021). Carbohydrates in Food: An Introduction. In *Essentials of Food Science* (pp. 27–37). https://doi.org/10.1007/978-3-030-46814-9_3
- Wilberta, N., Sonya, N. T., & Lydia, S. H. R. (2021). Analisis kandungan gula reduksi pada gula semut dari nira aren yang dipengaruhi ph dan kadar air. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 12(1), 101–108. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v12i1.3760>