

Perbandingan Karakteristik Fisik dan Sensoris Es Krim Berbasis Susu Rendah Laktosa, Susu UHT, dan Susu Kedelai

Comparison of the Physical and Sensory Characteristics of Ice Cream Made with Low-Lactose Milk, UHT Milk, and Soy Milk

Roby Jhunaedy¹, Bintang Aulia Putra¹, Ade Sukma^{2*}, Rizki Dwi Setiawan²

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang

²Departemen Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang

*Corresponding author: adesukma@ansci.unand.ac.id

(Diterima: 15 Juni 2025; Disetujui: 17 Agustus 2025; Terbit: 31 Oktober 2025)

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai jenis susu sebagai bahan baku utama pada pembuatan es krim terhadap karakteristik fisik dan sensori. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan (susu sapi rendah laktosa hasil hidrolisis enzimatis, susu sapi rendah laktosa komersial, susu sapi UHT komersial, dan susu kedelai) dan 5 ulangan. Parameter yang diamati yaitu overrun, melting time dan sensori. Penggunaan berbagai jenis susu dalam pembuatan es krim memberikan pengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap nilai overrun serta sensori warna, aroma tekstur, dan overall es krim, tetapi tidak memberikan pengaruh signifikan ($P > 0.05$) pada sensori rasa. Es krim berbasis susu sapi (UHT, rendah laktosa hidrolisis enzimatis, dan rendah laktosa komersial) memiliki karakteristik overrun dan melting rate yang lebih rendah dibandingkan susu kedelai, tetapi tidak terdapat perbedaan signifikan diantara ketiga sampel tersebut. Walaupun es krim berbasis susu rendah laktosa hasil hidrolisis enzimatis menunjukkan nilai sensori yang lebih rendah pada atribut warna, aroma dan tekstur dibandingkan susu UHT konvensional, namun es krim berbasis susu rendah laktosa tetap layak dikembangkan sebagai alternatif fungsional bagi penderita intoleransi laktosa.

Kata Kunci: Es krim, Evaluasi sensori, Melting rate, Overrun, Susu rendah laktosa

ABSTRAK

This study aimed to evaluate the effect of using different types of milk as the main ingredient in ice cream production on its physical and sensory characteristics. A completely randomized design was employed with four treatments—enzymatically hydrolyzed low-lactose cow's milk, commercial low-lactose cow's milk, commercial UHT cow's milk, and soy milk with five replications. The observed parameters included overrun, melting time, and sensory attributes. The use of various milk types had a significant effect ($P < 0.05$) on overrun and the sensory attributes of color, aroma, texture, and overall acceptability, but showed no significant effect ($P > 0.05$) on taste. Ice cream made from cow's milk (UHT, enzymatically hydrolyzed low-lactose, and commercial low-lactose) exhibited lower overrun and melting rates compared to soy milk; however, no significant differences were observed among the three cow's milk-based samples. Although ice cream formulated with enzymatically hydrolyzed low-lactose milk demonstrated lower sensory scores in color, aroma, and texture compared to conventional UHT milk, it remains a viable functional alternative for individuals with lactose intolerance.

Keywords: Ice cream, Melting rate, Overrun, Sensory evaluation, Low-lactose milk

PENDAHULUAN

Laktosa adalah disakarida alami yang terdiri dari dua monosakarida berbeda, yaitu D-galaktosa dan D-glukosa dan merupakan gula utama yang ditemukan dalam kandungan susu sebagian besar mamalia dan juga produk olahan susu. Meskipun laktosa memberikan banyak manfaat, seperti sumber energi yang baik, namun tidak semua orang dapat mencerna laktosa dengan baik. Kondisi ini dikenal sebagai intoleransi laktosa (lactose intolerant), yang disebabkan oleh kekurangan enzim laktase dalam usus kecil yang diperlukan untuk memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa (Neves & Leal, 2021). Intoleransi laktosa adalah masalah yang cukup umum dan dapat menyebabkan gejala seperti kembung, diare, dan kram perut (Deng *et al.*, 2015). Oleh karena itu, ada kebutuhan yang meningkat untuk mengembangkan produk susu rendah laktosa atau bebas laktosa.

Metode yang umum digunakan untuk mengurangi kadar laktosa dalam susu adalah dengan metode fermentasi seperti yang pada proses pembuatan yoghurt, dadih, kefir dan keju, metode filtrasi membran dengan pemisahan protein dan laktosa dan metode hidrolisis enzimatis yang melibatkan penambahan enzim laktase ke dalam susu sehingga bekerja secara spesifik terhadap laktosa yang kemudian dipecah menjadi gula sederhana yang lebih mudah dicerna. Berbagai penerapan metode tersebut dapat membantu dalam mengatasi masalah intoleransi laktosa, tetapi juga dapat mempengaruhi sifat fisiko-kimia dan sensori produk susu serta olahannya (Rosolen *et al.*, 2015).

Es krim merupakan produk pangan beku yang dibuat dengan melakukan proses pembekuan pada campuran bahan-bahan yang terdiri dari susu, bahan pemanis, bahan pengemulsi, serta bahan penambah cita rasa. Es krim memiliki karakteristik kaya akan flavor dengan tekstur yang lembut dan sensai menyegarkan, sehingga menjadi hidangan penutup yang populer (Tuhumury *et al.*, 2022). Dalam pembuatan es krim, susu sapi merupakan bahan utama dimana masing-masing komponen susu memiliki

peran dalam menentukan karakteristik es krim, termasuk kandungan laktosa. Laktosa sebagai karbohidrat dalam susu, mencegah terbentuknya kristal es besar selama pembekuan, sehingga kristal yang terbentuk tetap kecil. Dengan demikian penggunaan jenis susu dengan komponen yang berbeda dapat mempengaruhi karakteristik dari es krim yang dihasilkan. Perbedaan kadar laktosa dalam berbagai jenis susu dan pengaruhnya terhadap es krim yang dihasilkan sampai saat ini belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan susu rendah laktosa pada pembuatan es krim terhadap karakteristik overrun, melting time dan sensori yang dihasilkan serta perbandingannya dengan penggunaan susu sapi ultra high temperature (UHT) dan susu kedelai.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian, Peralatan

Pembuatan es krim menggunakan susu sapi rendah laktosa hasil hidrolisis enzimatis, susu sapi rendah laktosa komersial, susu sapi UHT komersial, dan susu kedelai sebagai bahan utama, sedangkan untuk bahan pembantu dalam pembuatan es krim yaitu krim nabati, tepung maizena, kuning telur, gula, dan carboxymethyl cellulose (CMC).

Proses pembuatan es krim

Susu sapi rendah laktosa hasil hidrolisis enzimatis, susu sapi rendah laktosa komersial, susu sapi UHT komersial, dan susu kedelai sebagai bahan utama ditambahkan dengan kuning telur dan dilakukan pengadukan secara merata. Setelah itu, ditambahkan krim nabati, tepung maizena, gula, dan CMC. Selanjutnya, campuran adonan kemudian dihomogenkan menggunakan mesin mixer (Cosmos, CM1679) untuk proses pengadukan selama 20 menit. Adonan es krim yang sudah terbentuk kemudian ditempatkan pada wadah dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Tahapan terakhir dalam pembuatan es krim adalah adonan kemudian dibekukan pada suhu -18°C selama 24 jam (Agustina *et al.*, 2022).

Tabel 1. Formulasi es krim

Bahan	Formulasi (%)			
	A	B	C	D
Susu rendah laktosa (hidrolisis enzimatis)	55	-	-	-
Susu rendah laktosa komersial	-	55	-	-
Susu UHT	-	-	55	-
Susu kedelai	-	-	-	55
Krim nabati	20	20	20	20
Tepung maizena	6	6	6	6
Kuning telur	9	9	9	9
Gula	9	9	9	9
CMC	1	1	1	1

Parameter

Overrun

Pengukuran overrun pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung selisih antara adonan es krim sebelum dan sesudah diproses dalam pembuatan es krim. Nilai overrun dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ overrun} = (\text{berat adonan} - \text{berat produk}) / (\text{berat produk}) \times 100\% \text{ (Sulejmani et al., 2020)}$$

Melting rate

Pengukuran melting rate diukur dengan cara 50 g sampel masing-masing diambil dan ditempatkan pada wire mesh diatas gelas ukur. Es krim disimpan pada tempat bersuhu ruang (25°C). Pengamatan dilakukan pada 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 menit. Sampel yang meleleh ditimbang dan dibandingkan dengan berat awal sampel (Achmad *et al.*, 2012).

Analisis sensori

Penilaian organoleptik yang dilakukan yaitu uji hedonik. Uji hedonik dilakukan menggunakan panelis semi terlatih sebanyak 50 orang. Sampel disajikan dalam cup plastik dengan ukuran seragam. Atribut yang dinilai adalah aroma, warna, tekstur, rasa, dan overall. Uji hedonik dilakukan menggunakan skala 1 (sangat tidak suka) sampai 7 (sangat suka) (Meilgaard *et al.*, 2016).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan dengan 5 ulangan. Data yang diperoleh dilakukan analisa menggunakan sidik ragam (Analysis of Variance) dan

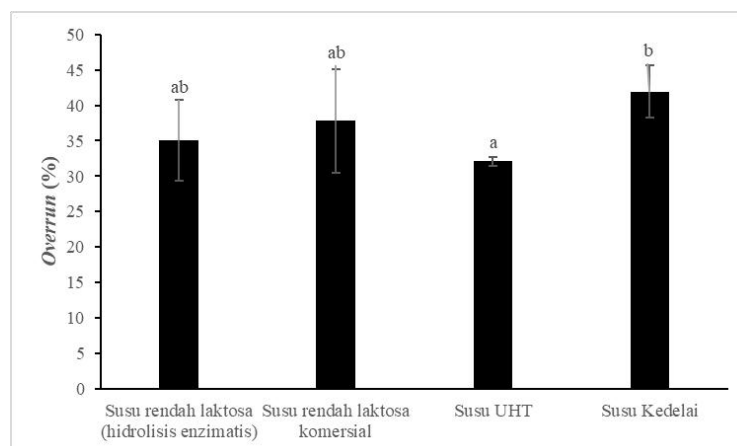
apabila terdapat perbedaan yang nyata akan dilanjutkan dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan software SPSS versi 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Overrun

Overrun merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur volume udara yang masuk dan terperangkap dalam campuran es krim selama proses pengadukan. Parameter ini berperan penting dalam menentukan mutu akhir es krim, khususnya terkait dengan tekstur dan tingkat kerapatannya. Nilai overrun es krim yang dihasilkan dari berbagai jenis susu ditunjukkan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa perbedaan penggunaan jenis susu sebagai bahan utama dalam pembuatan es krim memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$) pada karakteristik overrun yang dihasilkan. Es krim berbahan dasar susu kedelai menunjukkan nilai overrun tertinggi (40.39%), yang secara statistik berbeda nyata dibandingkan dengan es krim berbahan dasar susu UHT (32.08%), namun tidak berbeda nyata dengan susu rendah laktosa, baik yang dihasilkan melalui hidrolisis enzimatis (35.05%) maupun susu rendah laktosa komersial (37.82%). Sebaliknya, susu UHT menghasilkan nilai overrun es krim yang terendah di antara semua perlakuan. Hal ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan kandungan lemak yang dimiliki oleh susu sapi



Gambar 1. Nilai overrun es krim yang dihasilkan dari berbagai jenis susu. Superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata ($P < 0,05$).

UHT dan susu kedelai dimana susu kedelai memiliki kandungan lemak yang lebih rendah dibandingkan dengan susu sapi UHT. Susu kedelai dilaporkan memiliki kadar lemak berkisar antara 1.44-1.76%, sedangkan susu sapi memiliki kadar lemak berkisar antara 3.36-4.8% (Nirmagustina dan Rani, 2013; Widyawati *et al.*, 2020).

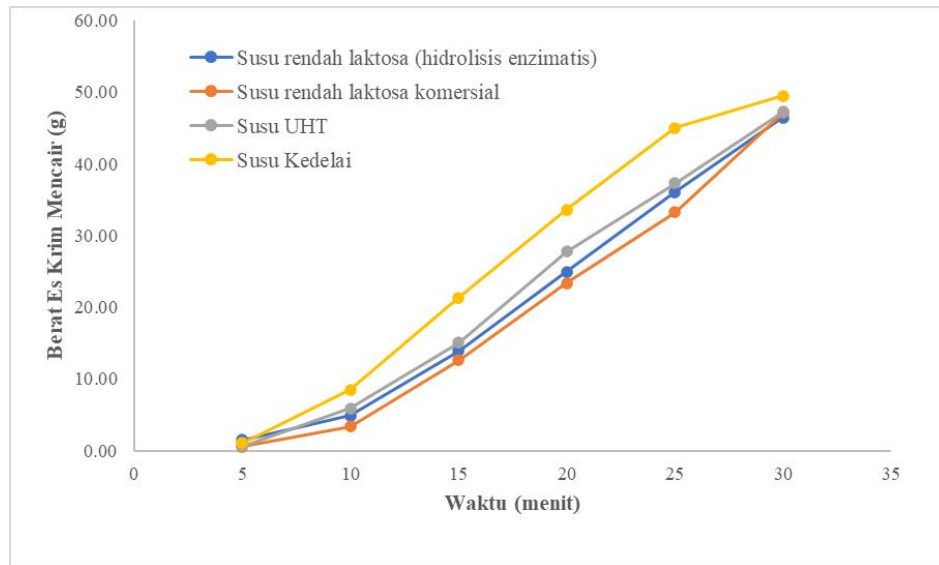
Semakin tingginya kadar lemak dapat meningkatkan kekentalan yang menyebabkan penurunan udara yang terperangkap dalam adonan es krim sehingga menghasilkan nilai overrun yang lebih rendah (Nurjanah *et al.*, 2020). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan yang dilaporkan oleh Makki *et al.* (2023) dimana es krim dengan kandungan lemak yang lebih rendah memiliki nilai overrun yang lebih tinggi. Sementara itu, pada penelitian ini, es krim yang menggunakan susu rendah laktosa, baik melalui hidrolisis enzimatis maupun dalam bentuk komersial, memiliki nilai overrun yang berada di antara susu UHT dan susu kedelai, dan tidak menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik dengan keduanya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan enzimatis atau komersialisasi tidak secara substansial mempengaruhi kapasitas pembentukan overrun dalam es krim, meskipun terdapat kecenderungan nilai yang lebih tinggi dibanding susu UHT. Laktosa yang telah dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa menyebabkan peningkatan jumlah monosakarida dalam susu. Peningkatan

tersebut dapat mengakibatkan pengurangan tegangan permukaan sehingga terjadi peningkatan kemampuan adonan dalam membentuk dan menstabilkan gelembung udara yang menghasilkan nilai overrun yang cenderung lebih tinggi (Dekker *et al.*, 2019). Nilai overrun pada produk es krim juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti komposisi bahan, parameter produksi, atau metode produksi (Güven *et al.*, 2010).

Melting rate

Melting rate merupakan karakteristik mutu yang penting pada es krim, karena memberikan informasi mengenai perubahan struktur yang terjadi selama proses konsumsi oleh konsumen. Parameter ini menunjukkan kecepatan es krim mencair dalam kondisi tidak beku. Secara umum, es krim dengan struktur yang stabil akan memiliki melting rate yang lebih lambat, yang mencerminkan mutu fisik dan daya tahan produk yang baik saat konsumsi. Evaluasi melting rate dapat dilakukan dengan cara menghitung massa es krim yang meleleh dalam satuan waktu tertentu. Gambar 2. menunjukkan pengaruh jenis susu terhadap karakteristik melting rate es krim yang dihasilkan selama periode waktu 30 menit pada suhu ruang.

Hasil menunjukkan bahwa es krim berbasis susu kedelai memiliki laju pencairan tertinggi di antara semua perlakuan, diikuti oleh es krim berbasis susu UHT, susu rendah



Gambar 2. Melting rate es krim yang dihasilkan dari berbagai jenis susu

laktosa hasil hidrolisis enzimatis dan susu rendah laktosa komersial secara berturut-turut. Perbedaan ini erat kaitannya dengan komposisi kandungan susu termasuk keberadaan laktosa. Tingginya melting rate pada es krim berbasis susu kedelai mengindikasikan bahwa struktur es krim yang terbentuk kurang stabil dibandingkan dengan es krim yang dihasilkan dari susu hewani. Salah satu penyebabnya dapat dikaitkan dengan kandungan lemak nabati yang lebih rendah, serta sifat protein kedelai yang berbeda dengan kasein dalam susu hewani, terutama dalam hal kemampuan membentuk jaringan yang kuat dan stabil. Liu *et al.* (2022), menyatakan bahwa melting rate sangat berkaitan dengan lemak susu, yang berperan penting dalam pembentukan dan stabilisasi sel udara, sementara Makki *et al.* (2023) melaporkan bahwa tingginya kandungan lemak dalam es krim secara signifikan memperlambat proses pencairan es krim karena terjadinya penggabungan parsial antar globula lemak yang membentuk struktur lebih stabil.

Pada es krim berbasis susu UHT, laktosa masih terdapat dalam bentuk utuh (disakarida) yang memiliki kelarutan terbatas pada suhu rendah, sehingga tidak terlalu efektif dalam mengikat air. Disisi lain, laktosa yang terhidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa yang merupakan monosakarida, memiliki kelarutan tinggi, sifat higroskopis, dan

tekanan osmotik lebih besar dibanding laktosa utuh. Hal ini menyebabkan peningkatan viskositas dan kemampuan mengikat air bebas, sehingga memperlambat pelelehan pada es krim berbasis susu rendah laktosa. Hasil ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Budus *et al.* (2024), dimana es krim dari susu rendah laktosa memiliki viskositas yang lebih tinggi dan melting rate yang lebih rendah dibandingkan dengan es krim dari susu tanpa hidrolisis laktosa. Melting rate pada es krim juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti jumlah udara yang terperangkap dalam adonan, sifat kristal es, dan jaringan globula lemak yang terbentuk selama pembekuan (Muse dan Hartel, 2004).

Evaluasi sensori es krim

Hasil evaluasi sensori menggunakan uji kesukaan (hedonik) menunjukkan bahwa perlakuan jenis susu berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap atribut warna, aroma, tekstur, dan overall, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0.05$) pada atribut rasa (Tabel 2.). Uji kesukaan warna es krim berada pada rentang 5,02 – 5,5 dengan indikator agak suka dimana es krim berbasis susu rendah laktosa (hidrolisis enzimatis) memiliki nilai terendah dan berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya, sementara es krim berbasis susu rendah laktosa komersial, susu UHT dan susu kedelai tidak memiliki perbedaan signifikan diantara perlakuan

Tabel 2. Nilai atribut warna, aroma, rasa, tekstur dan overall es krim yang dihasilkan dari berbagai jenis susu

Perlakuan	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Overall
Susu rendah laktosa (hidrolisis enzimatis)	5,02 ^a	4,60 ^a	5,02	4,64 ^a	5,08 ^a
Susu rendah laktosa komersial	5,32 ^b	5,24 ^b	5,16	4,96 ^{ab}	5,38 ^{ab}
Susu UHT	5,50 ^b	5,12 ^b	5,34	5,40 ^b	5,64 ^b
Susu kedelai	5,30 ^b	5,30 ^b	4,90	4,64 ^a	5,06 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata ($P < 0.05$).

tersebut. Hal ini dapat disebabkan karena susu yang mengalami hidrolisis enzimatis mengalami pemecahan laktosa menjadi glukosa dan galaktosa, yang dapat bereaksi dengan protein melalui reaksi Maillard ketika proses pemanasan, sehingga menghasilkan warna yang cenderung kekuningan atau krem yang kurang disukai panelis. Liu *et al.*, (2023) menyatakan bahwa glukosa dan galaktosa hasil pemecahan laktosa lebih reaktif dalam reaksi Maillard dibandingkan dengan laktosa sehingga membentuk lebih banyak senyawa melanoidin yang menghasilkan warna kekuningan atau krem.

Pada atribut aroma, nilai kesukaan berada pada rentang 4,60 – 5,30 dengan indikator netral hingga agak suka dan memiliki pola yang serupa dengan atribut warna dimana es krim berbasis susu rendah laktosa (hidrolisis enzimatis) memiliki nilai terendah dan berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan karena adanya komponen volatil spesifik yang dihasilkan dari susu hasil hidrolisis enzimatis. Hasil hidrolisis enzimatis pada susu menyebabkan terbentuknya aroma khas susu rebus (boiled milk aroma) dengan intensitas yang signifikan lebih tinggi setelah proses pemanasan dan sering dikaitkan dengan peningkatan pembentukan senyawa yang mengandung sulfur yang kemungkinan besar timbul dari denaturasi termal protein (Jensen *et al.*, 2015; de Wit dan Nieuwenhuijse, 2008).

Pada atribut rasa didapatkan tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan dengan rentang nilai berkisar pada 4,90 – 5,34 dengan indikator agak suka. Hal ini menunjukkan bahwa panelis cenderung menyukai es krim yang dibuat dengan

berbagai jenis susu yang berbeda sebagai bahan utamanya. Atribut tekstur memiliki rentang nilai kesukaan berkisar antara 4.64 hingga 5.40 dengan nilai tertinggi didapatkan pada es krim berbasis susu UHT. Hal ini dapat disebabkan karena panelis cenderung menyukai tekstur lembut dari es krim berbasis susu UHT. Es krim berbasis susu UHT memiliki laktosa dalam bentuk disakarida yang dapat mempengaruhi struktur mikrokristal es krim, menghasilkan tekstur lembut dan rasa creamy yang lebih konsisten sehingga banyak disukai oleh konsumen (Habiby *et al.*, 2023). Secara keseluruhan (Overall), es krim berbasis susu UHT memiliki nilai yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan karena es krim berbasis susu UHT menghasilkan warna putih kekuningan yang lebih disukai panelis, aroma yang khas, rasa yang creamy dan seimbang, serta tekstur lembut. Susu UHT memberikan warna putih pucat yang sesuai dengan ekspektasi visual konsumen untuk es krim rasa klasik (Spence, 2015).

KESIMPULAN

Perbedaan jenis susu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik overrun, warna, aroma, tekstur dan overall, sedangkan tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada atribut sensori rasa. Dari hasil penelitian ini, didapatkan bahwa es krim yang dihasilkan dari susu sapi, baik susu UHT, susu rendah laktosa hidrolisis enzimatis, dan susu rendah laktosa komersial memiliki karakteristik overrun dan melting rate yang lebih rendah dibandingkan susu kedelai, tetapi

tidak terdapat perbedaan signifikan diantara ketiga sampel es krim dari susu sapi tersebut. Meskipun es krim berbasis susu rendah laktosa hasil hidrolisis enzimatis menunjukkan nilai sensori yang lebih rendah pada atribut warna, aroma dan tekstur dibandingkan susu UHT konvensional, produk es krim berbasis susu rendah laktosa tetap layak dikembangkan sebagai alternatif fungsional bagi penderita intoleransi laktosa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Andalas yang telah mendanai penelitian ini dengan Kontrak Penelitian Skema Penelitian Skripsi Sarjana (nomor kontrak Tahun Anggaran 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Nurwantoro, N., & Mulyani, S. 2012. Daya Kembang, Total Padatan, Waktu Pelelehan, Dan Kesukaan Es Krim Fermentasi Menggunakan Starter *Saccharomyces Cereviceae*. *Animal Agriculture Journal*, 1(2), 65-76.
- Agustina, N., Widayat, H.P, Moulana, R. 2022. Karakteristik organoleptik es krim dengan penambahan pewarna alami bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 7(2): 366-371
- Buduş, M., Akın, M.B., Palabıçak, A., Çakır, A. 2024. Impact of lactose hydrolysis on physical and sensory properties of reduced sugar ice-cream. *International journal of science, technology and design*, 5(1), 12–23.
- Dekker, P.J.T., Koenders, D., Bruins, M.J. 2019. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition, and Health Benefits. *Nutrients*, 11(3), 551. <https://doi.org/10.3390/nul1030551>.
- Deng, Y., Misselwitz, B., Dai, N., Fox, M. 2015. Lactose intolerance in adults: Biological mechanism and dietary management. *Nutrients*, 7(9): 8020-8035.
- de Wit, R. and Nieuwenhuijse, H. 2008. Kinetic modelling of the formation of sulphur-containing flavour components during heat-treatment of milk. *International Dairy Journal*, 18(5), 539-547
- Güven, M., Karaca, O.B., Yaşar, K. 2010. Effects of using different emulsifiers on properties of ice cream in production of low-fat Kahramanmaraş type ice cream. *Journal of Food*, 35 (2), 97-104
- Habiby, M.M., Sriduresta, M., Salundik, S. 2023. Nilai Overrun Es Krim dari Susu UHT Komersil dengan Kadar Lemak Berbeda. Bogor: IPB University
- Jensen, S., Jansson, T., Eggers, N., Clausen, M. R., Larsen, L.B., Jensen, H.B., Bertram, H.C. 2015. Storage-induced changes in the sensory characteristics and volatiles of conventional and lactose-hydrolyzed UHT processed milk. *European Food Research and Technology*, 240, 1247-1257.
- Liu, H., Zhang, Y., Wu, J. 2023. Sensory characteristics and consumer acceptance of dairy and plant-based ice cream: A comparative study. *Journal of Dairy Science*, 106(2), 845–857
- Liu, X., Sala, G., Scholten, E. 2022. Effect of fat aggregate size and percentage on the melting properties of ice cream. *Food Research International* 160 (2022) 111709.
- Makki, M.M.M., Mohd Basri, M.A., Baharuddin, A.S., Mohammed, M.A.P., Yusof, Y.A., Wakisaka, M. Rahman, N.A.A. 2023. Development of a direct observation method and the influence of formulation parameter on frozen ice cream microstructure. *Food Research* 7 (2) : 186 – 193
- Meilgaard, M C., G. V. Civille, and B. T. Carr. 2016. *Sensory Evaluation Techniques*. 5th ed. Boca Raton. CRC Press.
- Muse, M.R., Hartel, R.W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of dairy science*, 87(1), 1-10.
- Neves, L.N.O., Leal, M.A.O. 2021. Assessment of enzymatic hydrolysis of lactose in lactose-free milk production

- A comparative study using capillary zone electrophoresis and cryoscopy. LWT. 138: 110585.
- Nirmagustina, D.E., Rani, H. 2013. Pengaruh jenis kedelai dan jumlah air terhadap sifat fisik, organoleptik dan kimia susu kedelai. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian. 18(2):168-174.
- Nurjanah, F., Yanti, R., Utami, T. 2020. Pengaruh variasi kandungan lemak terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris es krim sari koro pedang putih (*Canavalia ensiformis* L). Skripsi. Universitas Gajah Mada.
- Rosolen, M.D., Gennari, A., Volpato, G., de Souza, C.F.V. 2015. Lactose hydrolysis in milk and dairy whey using microbial α -galactosidases. Enzyme Research. 806240
- Sulejmani, E., Demiri, M. 2020. The effect of stevia, emulsifier and milk powder on melting rate, hardness and overrun of ice cream formulations during storage. Mljekarstvo. 70(2): 120-130.
- Spence, C. 2015. Multisensory flavor perception. Cell, 161(1), 24-35.
- Tuhumury, H.C.D., Moniharapon, E., Porudara, Y. 2022. Effects of coconut milk powder on the characteristics of tongka langit banana ice cream. Tropical Small Island Agriculture Management. 2(1): 19-29.
- Widyawati, R., Mussa, O.R.P.A., Pratama, M.D.W., Roeswandono. 2020. Perbandingan kadar lemak dan berat jenis susu sapi perah friesland holstein (FH) di Bendul Merisi, Surabaya (dataran rendah) dan Nongkojajar, Pasuruan (dataran tinggi). Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan. 10:15-19