

Karakteristik Sensori dan Kandungan Gizi Es Krim Berbahan Bekatul Beras Hitam dan Tepung Talas Beneng

Sensory Characteristics and Nutritional Composition of Ice Cream Made from Black Rice Bran and Beneng Taro Flour

Vieta Annisa Nurhidayati*, Mia Mustika Hutria Utami, Ksatriadi Widya Dwinugraha, dan Hafidz Nawawi Ramadhan

Program Studi Manajemen Industri Jasa Makanan dan Gizi, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16128, Jawa Barat, Indonesia

*Penulis koresponden: vietanisa@apps.ipb.ac.id

Diterima: 9 Maret 2026

Direvisi: 8 September 2026

Disetujui: 22 September 2026

ABSTRACT

Sensory-oriented formulation of functional ice cream using cereal- and tuber-based ingredients represents a potential strategy to increase dietary fiber intake without reducing consumer acceptability. This study aimed to evaluate the sensory characteristics and nutritional composition of ice cream formulated with black rice bran and beneng taro flour at different ratios. A completely randomized design was applied with three formulations: F1 (70%:30%), F2 (80%:20%), and F3 (90%:10%) of black rice bran to beneng taro flour. Sensory evaluation was conducted by 35 semi-trained panelists using 5-point hedonic and hedonic quality scales assessing appearance, color, aroma, texture, taste, mouthfeel, and melting rate. Data were analyzed using the Kruskal–Wallis test followed by the Mann–Whitney test, and the best formulation was selected using the Weighted Sum Method. Proximate and total dietary fiber analyses were performed using standard analytical methods to determine macronutrient content per serving. The results indicated that F3 (90% black rice bran and 10% beneng taro flour) achieved significantly higher texture preference in hedonic testing and superior aroma quality compared with some other formulations, while maintaining acceptable overall liking. The selected formulation provided approximately 63 kcal per 50 g serving, containing 2.1 g protein, 1.3 g total fat, 10.6 g carbohydrates, and 3.1 g dietary fiber, contributing about 9.9% of daily fiber requirements. In conclusion, black rice bran–beneng taro flour ice cream, particularly at a 90%:10% ratio, demonstrates potential as a fiber-enriched functional product with acceptable sensory properties.

Keywords: *beneng taro flour; black rice bran; dietary fiber; functional ice cream; sensory evaluation*

ABSTRAK

Pengembangan es krim fungsional berbahan sereal dan umbi-umbian dengan memperhatikan aspek sensori merupakan strategi untuk meningkatkan asupan serat pangan tanpa menurunkan tingkat penerimaan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik sensori dan komposisi gizi es krim yang diformulasikan menggunakan bekatul beras hitam dan tepung talas beneng. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga formulasi, yaitu F1 (70%:30%), F2 (80%:20%), dan F3 (90%:10%) antara bekatul beras hitam dan tepung talas beneng. Uji sensori dilakukan oleh 35 panelis semi-terlatih menggunakan skala hedonik dan mutu hedonik 5 poin untuk menilai penampakan, warna, aroma, tekstur, rasa, *mouthfeel*, dan daya leleh. Data dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis yang dilanjutkan dengan uji Mann–Whitney, dan penentuan formulasi terbaik menggunakan metode. Analisis proksimat dan serat pangan total dilakukan dengan metode standar untuk menentukan kandungan zat gizi makro dan jumlah serat per sajian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa F3 (90% bekatul beras hitam dan 10% tepung talas beneng) memiliki tingkat kesukaan tekstur yang secara signifikan lebih tinggi pada uji hedonik serta mutu aroma yang lebih baik dibandingkan beberapa formulasi lainnya, dengan tingkat penerimaan keseluruhan yang tetap baik. Formulasi terpilih memberikan energi sekitar 63 kkal per 50 g sajian, dengan kandungan 2,1 g protein, 1,3 g lemak total, 10,6 g karbohidrat, dan 3,1 g serat pangan, yang berkontribusi sekitar 9,9% terhadap kebutuhan serat harian. Es krim berbahan bekatul beras hitam dan tepung talas beneng berpotensi dikembangkan sebagai produk es krim fungsional tinggi serat dengan karakteristik sensori yang dapat diterima.

Kata kunci: bekatul beras hitam; es krim fungsional; evaluasi sensori; serat pangan; tepung talas beneng

PENDAHULUAN

Es krim merupakan produk pangan beku dari emulsi air, lemak, protein, gula, dan udara, serta bahan tambahan lain seperti stabilizer dan emulsifier. Komposisi bahan penyusun ini menyebabkan es krim pada umumnya memiliki kandungan gula dan lemak yang tinggi. Profil gizi ini memberikan cita rasa dan tekstur yang disukai oleh konsumen. Kandungan lemak dalam satu porsi es krim konvensional berkisar antara 3-15%, sementara kadar gulanya dapat mencapai 9-28% dari total energi yang dimilikinya (Legassa 2020; Habieb *et al.* 2024; Popescu *et al.* 2024). Konsumsi produk es krim secara berlebihan dapat meningkatkan risiko penyakit tidak menular yang berkaitan dengan gula dan lemak seperti aterosklerosis, hipertensi, dan diabetes mellitus (Li *et al.* 2025; Bourouis *et al.* 2023; Putri *et al.* 2024).

Pencegahan peningkatan komplikasi kesehatan akibat konsumsi es krim dapat dikurangi dengan pengembangan es krim rendah gula dan lemak serta memiliki kandungan probiotik dan prebiotik (Legassa 2020). Serat pangan memiliki peran fisiologis seperti modulasi glikemik, peningkatan rasa kenyang, dan peningkatan kesehatan pencernaan. Serat dari produk pangan ditemukan dapat menggantikan lemak dalam pembentukan tekstur es krim (Tolve *et al.* 2024). Inovasi formulasi kandungan serat pangan dalam pembuatan es krim dapat mendukung tambahan pilihan pangan yang lebih sehat namun tetap menarik secara sensori.

Bahan pangan lokal Indonesia seperti bekatul beras hitam (*Oryza sativa* L.) dan tepung talas beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch) menyimpan potensi besar sebagai sumber serat pangan dan komponen bioaktif. Bekatul beras hitam mengandung serat pangan fungsional dan senyawa fenolik termasuk antosianin yang dapat berfungsi sebagai antioksidan (Fatchiyah *et al.* 2023). Varietas bekatul dari beras putih (Trihaditia dan Zaenudin 2022) dan beras merah (Lisdyareni *et al.* 2016) telah digunakan dalam pengembangan produk es krim, tetapi jumlah penggunaannya masih belum optimal. Adapun pengembangan es krim dari bekatul beras hitam belum dapat ditemukan. Penggunaan bekatul beras hitam perlu dikombinasikan dengan bahan lokal lain yang mampu mendukung tekstur dan struktur es krim.

Selain bekatul beras hitam, bahan pangan lokal lain yang berpotensi melengkapi formulasi es krim ini adalah talas. Talas memiliki kandungan pati dan serat yang dapat memengaruhi viskositas dan membentuk jaringan matriks dalam pembuatan produk es krim. Talas beneng merupakan varian talas dengan ukuran lebih besar dari talas pada umumnya. Kandungan serat pangan pada tepung talas beneng komersial mencapai 8,84% dengan kandungan karbohidrat yang juga lebih tinggi dibandingkan talas biasa (Putri *et al.* 2021). Meskipun talas beneng memiliki rasa getir yang khas, penelitian serupa menggunakan formulasi talas beneng yang moderat masih tetap disukai oleh panelis (Rahmawati *et al.* 2026). Kandungan asam amino leusin dan fenilalanin yang memiliki profil rasa gurih manis dalam bekatul juga dapat menutupi rasa getir pada talas beneng (Rahmawati *et al.* 2026; Yao *et al.* 2025). Potensi tersebut menjadikan talas beneng sebagai bahan pangan potensial dalam pembuatan es krim tinggi serat sebagai upaya peningkatan konsumsi umbi-umbian lokal Indonesia (Karimah *et al.* 2023).

Penelitian-penelitian terdahulu yang melakukan substitusi bahan konvensional dengan sumber serat maupun pati lokal menunjukkan bahwa penambahan bahan fungsional seperti bekatul, dan pati umbi dapat meningkatkan nilai gizi es krim, terutama kandungan serat. Akan tetapi, peningkatan kandungan serat dapat memengaruhi penerimaan konsumen. Struktur sensori es krim sangat dipengaruhi oleh interaksi antara komponen protein-lemak dengan polisakarida yang dapat menghasilkan matriks yang lebih stabil, memperkecil ukuran kristal es, serta meningkatkan viskositas tanpa harus mengandalkan lemak atau gula tinggi (Tolve *et al.* 2024). Hal ini relevan dalam konteks pengembangan es krim fungsional yang rendah energi tetapi tetap mempertahankan kualitas organoleptik yang baik, terutama tekstur halus dan daya leleh yang sesuai preferensi konsumen.

Kombinasi antara bekatul beras hitam dan tepung talas beneng sendiri telah dikembangkan untuk berbagai produk roti dan pastry (Utami *et al.* 2025), namun uji coba kombinasi keduanya dalam produk minuman masih jarang ditemukan. Produk es krim inovatif yang memanfaatkan bahan lokal tinggi serat seperti bekatul beras hitam dan talas beneng secara bersamaan masih jarang ditemukan. Kombinasi komponen ini berpotensi menciptakan produk es krim fungsional yang tidak hanya memberikan nilai gizi yang lebih baik tetapi juga memiliki kelebihan dari aspek sensori, khususnya jika formulasi dan proses pengolahannya dioptimalkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sensori es krim berbasis bekatul beras hitam dan tepung talas beneng melalui uji hedonik dan mutu hedonik dan mengkaji komposisi gizi produk terutama kandungan seratinya.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 formula. Formula yang digunakan berdasarkan persentase perbandingan bekatul beras hitam terhadap talas beneng yaitu F1 (70%:30%), F2 (80%:20%), dan F3 (90%:10%). Pengembangan produk dan uji organoleptik dilaksanakan di Laboratorium Kuliner, Sekolah Vokasi IPB University, sedangkan analisis kandungan gizi dilakukan di PT. Saraswanti Indo Genetech. Penelitian berlangsung pada bulan Agustus hingga Desember 2025 dan telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Universitas Harapan Bangsa dengan nomor B.LPPM-UHB/1051/10/2025.

Jenis dan cara pengambilan subjek

Pengujian organoleptik melibatkan 35 panelis semi-terlatih yang merupakan mahasiswa Program Studi Manajemen Industri Jasa Makanan dan Gizi, Sekolah Vokasi, IPB University, sesuai SNI 01-2346-2006 tentang petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori. Proses pemilihan subjek dilakukan secara *purposive* yang disesuaikan dengan kriteria inklusi. Adapun kriteria inklusi yaitu mahasiswa yang telah memiliki pengalaman melakukan uji organoleptik, sehat, bersedia menjadi panelis, serta tidak alergi susu sapi.

Jenis dan cara pengumpulan data

Penelitian ini mencakup proses pembuatan produk, pengujian organoleptik, serta analisis kandungan gizi. Bahan yang digunakan untuk membuat ice cream adalah bekatul beras hitam, tepung talas beneng, stevia, susu skim bubuk, maizena, susu sapi cair *low fat*, karagenan (0,1%), SP (0,2%), dan air teh. Jumlah bahan yang digunakan untuk masing-masing formulasi dapat dilihat pada Tabel 1. Alat yang digunakan terbagi menjadi alat persiapan, alat pengolahan dan alat penyajian. Alat persiapan meliputi timbangan digital, mangkuk, dan *measuring cup*. Alat pengolahan meliputi *mixing bowl*, teflon, spatula, *saucapan*, *balloon whisk*, *strainer*, *mixer*, *piping bag*, *ice cream mold*, pipet tetes (*dropper*) bawaan produk stevia, dan *stick ice cream*. Alat penyajian meliputi plastik untuk pengemasan.

Tabel 1. Bahan pembuatan es krim bekatul beras hitam dan tepung talas beneng

Nama bahan	Satuan	F1 (70%:30%)	F2 (80%:20%)	F3 (90%:10%)
Bekatul beras hitam	gram	42	48	54
Tepung talas beneng	gram	18	12	6
Stevia*	tetes	6	6	6
Susu skim bubuk	gram	16	16	16
Maizena	gram	12	12	12
Susu cair <i>low fat</i>	gram	280	280	280
Karagenan (0,1%)	gram	0,3	0,3	0,3
SP (0,2%)	gram	0,6	0,6	0,6
Air teh	gram	50	50	50

Keterangan: *Produk stevia dikemas dalam botol berukuran 15 ml dengan kapasitas sekitar 300 tetes. Berdasarkan kapasitas tersebut, 1 tetes stevia setara dengan $\pm 0,05$ ml, sehingga 6 tetes setara dengan $\pm 0,30$ ml

Proses pembuatan es krim diawali dengan menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan. Teh kering direbus hingga mendidih, kemudian disaring untuk diambil airnya. Seduhan teh ditambahkan sebanyak 50 g pada setiap formulasi sebagai pemberi aroma dan cita rasa, dengan jumlah yang sama pada seluruh formulasi. Bekatul beras hitam dan tepung talas beneng disangrai selama kurang lebih 3 menit, lalu diayak agar teksturnya halus. Bekatul beras hitam dan tepung talas beneng yang digunakan dalam penelitian ini merupakan produk komersial yang diperoleh dari pasaran. Selanjutnya, seluruh bahan kering yang terdiri atas bekatul beras hitam, tepung talas beneng, susu bubuk, maizena, dan karagenan dicampurkan hingga homogen. Susu cair kemudian dituangkan secara perlahan ke dalam campuran bahan kering sambil terus diaduk hingga merata dan tidak menggumpal. Setelah itu, air teh dan stevia ditambahkan, lalu diaduk kembali hingga tercampur sempurna. Adonan dipanaskan di atas kompor dengan api kecil pada suhu 70°C selama 10 menit untuk membantu proses gelatinisasi dan pencampuran bahan.

Setelah pemanasan, adonan dipindahkan ke dalam wadah dan didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit. Adonan kemudian dimasukkan ke dalam *freezer* selama 4 jam untuk proses pembekuan awal. Selanjutnya, adonan yang telah setengah beku dikeluarkan dan dimixer bersama SP yang telah ditim hingga volume adonan mengembang dan teksturnya menjadi lebih lembut. Adonan yang telah mengembang

dituangkan ke dalam cetakan atau kemasan, kemudian dimasukkan kembali ke dalam *freezer* selama 12 jam hingga beku sempurna. Setelah proses pembekuan akhir selesai, es krim siap disajikan.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi uji hedonik dan uji mutu hedonik. Uji hedonik dilakukan untuk parameter penampilan, warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan menggunakan skala Likert 5 poin (1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=agak suka, 4=suka, 5=sangat suka). Uji mutu hedonik untuk menentukan kualitas terbaik *ice cream* berdasarkan parameter warna (1=sangat pucat, 2=agak pucat, 3=kurang abu-abu, 4=abu-abu muda, 5=abu-abu tua), aroma (1=tengik, 2=agak tengik, 3=tidak tercium, 4=cukup harum susu, 5=harum susu), tekstur (1=sangat berpasir, 2=agak berpasir, 3=kurang lembut, 4=cukup lembut, 5=lembut), rasa (1=pahit, 2=agak pahit, 3=hambur, 4=kurang manis, 5=cukup manis), *mouthfeel* (1=sangat lengket, 2=lengket, 3=agak lengket, 4=cukup *creamy*, 5=*creamy*), dan daya leleh (1=sangat cepat cair, 2=cepat cair, 3=agak cepat cair, 4=meleleh perlahan tapi tidak merata, 5=meleleh perlahan dan merata). Sampel es krim untuk uji sensori dipersiapkan secara bertahap. Es krim yang telah dikemas dikeluarkan dari *freezer*, kemudian dipotong menjadi bagian yang lebih kecil dan ditempatkan dalam cup kecil tertutup yang telah diberi kode. Sampel kemudian dimasukkan kembali ke dalam *freezer* hingga waktu pengujian. Pada saat uji hedonik dan mutu hedonik, sampel dikeluarkan dari *freezer* secara bertahap ketika panelis telah siap melakukan penilaian. Sampel segera disajikan kepada panelis untuk meminimalkan paparan terhadap suhu ruang dan perubahan karakteristik fisik selama pengujian. Kandungan gizi yang dianalisis adalah energi, zat gizi makro, dan serat pangan. Kandungan zat gizi makro produk dianalisis menggunakan analisis proksimat, sedangkan kandungan serat pangan ditentukan dengan metode enzimatik-gravimetrik sesuai dengan prosedur AOAC di laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG).

Pengolahan dan analisis data

Pengolahan data hasil uji organoleptik menggunakan metode *weighted sum* untuk memilih formula terbaik berdasarkan hasil uji hedonik. Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan program *Statistical Program for Social Science* (SPSS) versi 26.0, dengan uji *Kruskal-Wallis* untuk mengetahui perbedaan antar formula, dan dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* sebagai uji lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian sensori pada produk es krim berbahan dasar bekatul beras hitam dan tepung talas beneng dilakukan dengan uji mutu hedonik dan uji hedonik. Uji mutu hedonik dilakukan untuk menganalisis karakteristik produk berdasarkan intensitas atribut sensori. Sebagian besar parameter tidak menunjukkan perbedaan nyata, kecuali pada parameter aroma ($p=0,032$). Hasil uji mutu hedonik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji mutu hedonik

Parameter	F1	F2	F3	<i>p-value</i>
Warna	3,63±1,33 ^a	3,37±1,09 ^a	3,69±1,18 ^a	0,286
Rasa	2,97±0,86 ^a	3,06±0,87 ^a	3,09±1,04 ^a	0,812
Aroma	3,23±1,40 ^a	3,60±1,12 ^{ab}	4,06±1,00 ^b	0,032*
Tekstur	4,20±0,93 ^a	4,06±0,94 ^a	4,09±1,15 ^a	0,743
<i>Mouthfeel</i>	3,77±0,81 ^a	3,86±0,91 ^a	3,91±0,95 ^a	0,679
Daya leleh	4,11±0,83 ^a	3,71±0,99 ^a	4,14±0,85 ^a	0,113

* $p<0,05$ dari hasil uji *Kruskal Wallis*

^{a,b}=notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Mann-Whitney* memiliki nilai 5%

Nilai mutu hedonik warna berkisar 3,37±1,09 (F2) hingga 3,69±1,18 (F3), yang berada pada kategori “kurang abu-abu hingga abu-abu muda”. Tidak terdapat perbedaan nyata antar formulasi ($p=0,286$). Warna abu-abu yang dihasilkan dari produk berasal dari pigmen antosianin dari penggunaan bekatul beras hitam dalam formulasi (Yao *et al.* 2025). Nilai rasa berkisar 2,97±0,86 (F1) hingga 3,09±1,04 (F3) yang berada pada kategori “hambur”. Tidak ada perbedaan nyata untuk karakteristik mutu hedonik rasa ($p=0,812$). Hal ini menunjukkan tingkat kemanisan produk masih relatif rendah dan belum mencapai kategori “cukup manis”. Hal ini disebabkan kedua bahan produk utama produk tidak memiliki kandungan karbohidrat sederhana yang tinggi. Mutu rasa ini umum ditemukan pada produk rendah gula dan energi seperti dalam produk ini dimana gula digantikan oleh stevia. Stevia memiliki intensitas kemanisan 200–300 kali sukrosa namun dapat meninggalkan *aftertaste* pahit pada konsentrasi tertentu (Muenprasitivej *et al.* 2022). Nilai rasa yang relatif rendah ini tidak berbanding lurus dengan skor hedonik rasa yang berada pada kategori “cukup suka”, yang mengindikasikan bahwa panelis dapat menerima profil rasa produk meskipun intensitas manisnya tidak setara dengan es krim konvensional.

Parameter aroma menunjukkan perbedaan nyata ($p=0,032$). F3 ($4,06\pm1,00$) berbeda signifikan dibandingkan F1 ($3,23\pm1,40$), dan cenderung lebih tinggi dari F2 ($3,60\pm1,12$). Nilai ini termasuk kategori “cukup harum susu”. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi F3 mampu meningkatkan karakter aroma susu secara signifikan. Matriks gel yang terbentuk akibat kandungan serat tinggi pada F3 dapat menahan senyawa volatil melalui peningkatan viskositas dan interaksi senyawa volatil pada permukaan serat (Nie *et al.* 2023). Kondisi ini dapat berkontribusi pada persepsi aroma yang persisten karena pelepasan aroma volatil pada formulasi tinggi serat ke rongga mulut berlangsung lebih lambat.

Nilai tekstur berkisar $4,06-4,20$ ($p=0,743$), berada pada kategori “cukup lembut”. Nilai *mouthfeel* berkisar $3,77-3,91$ ($p=0,679$), termasuk kategori “cukup *creamy*”. Sementara itu, nilai daya leleh berkisar $3,71-4,14$ ($p=0,113$), termasuk kategori “meleleh perlahan”. Tidak terdapat perbedaan signifikan antar formulasi untuk ketiga parameter di atas. Hal ini menunjukkan bahwa semua formulasi memiliki stabilitas struktur yang baik dengan adanya penambahan kandungan serat dari bekatul beras hitam dan tepung talas beneng. Meskipun memiliki kandungan serat yang tinggi, serat pangan larut dari talas beneng dan bekatul hitam dapat membentuk jaringan hidrofilik yang menghambat pembentukan kristal es kasar, meningkatkan viskositas adonan, dan menghambat pelelehan. Kandungan lemak pada bekatul hitam juga dapat membantu meningkatkan persepsi lembut dan *creamy* pada produk (Li *et al.* 2025; Yao *et al.* 2025).

Uji hedonik dilakukan untuk menganalisis tingkat kesukaan panelis terhadap tiga formulasi (F1, F2, dan F3) berdasarkan parameter penampilan, warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan. Secara umum, nilai rerata seluruh parameter berada pada rentang $3,40-4,17$ yang termasuk kategori cukup suka hingga suka. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa hanya parameter tekstur yang berbeda nyata ($p<0,05$), sedangkan parameter lainnya tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Hasil uji hedonik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji hedonik

Parameter	F1	F2	F3	<i>p-value</i>
Penampilan	$3,66\pm0,84^a$	$3,49\pm0,74^a$	$3,94\pm0,80^a$	0,064
Warna	$3,71\pm0,86^a$	$3,51\pm0,89^a$	$3,80\pm0,90^a$	0,360
Aroma	$3,40\pm1,01^a$	$3,51\pm0,95^a$	$3,66\pm0,97^a$	0,529
Tekstur	$3,63\pm1,11^a$	$3,54\pm0,98^a$	$4,17\pm0,86^b$	0,021*
Rasa	$3,77\pm1,06^a$	$3,74\pm0,78^a$	$3,74\pm0,95^a$	0,954
Keseluruhan	$3,69\pm0,93^a$	$3,80\pm0,87^a$	$3,86\pm0,49^a$	0,738

* $p<0,05$ dari hasil uji *Kruskal Wallis*

^{a,b} = notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji *Mann-Whitney* memiliki nilai 5%

Nilai rerata penampilan berkisar antara $3,49\pm0,74$ (F2) hingga $3,94\pm0,80$ (F3). F3 memiliki nilai tertinggi, namun secara statistik tidak berbeda nyata ($p=0,064$). Hal ini menunjukkan bahwa variasi formulasi belum memberikan perubahan visual yang signifikan terhadap daya tarik produk. Kecenderungan skor yang lebih tinggi pada F3 menunjukkan bahwa struktur permukaan lebih disukai dibandingkan formulasi lainnya.

Nilai warna berkisar $3,51\pm0,89$ (F2) hingga $3,80\pm0,90$ (F3) dengan $p=0,360$ dan tidak terdapat perbedaan nyata antar formulasi. Seluruh perlakuan menghasilkan warna yang relatif seragam dan masih dalam kategori cukup disukai. Hal ini menunjukkan bahwa komponen substitusi bahan antara bekatul beras hitam dan tepung talas beneng tidak menyebabkan perubahan warna yang mengganggu persepsi panelis.

Aroma memiliki nilai $3,40\pm1,01$ (F1) hingga $3,66\pm0,97$ (F3) dan tidak berbeda nyata ($p=0,529$). Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan komposisi bahan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap persepsi aroma panelis. Hasil penilaian hedonik aroma menunjukkan bahwa formulasi dengan bekatul beras hitam yang lebih tinggi berpotensi meningkatkan aroma susu dari produk es krim.

Tekstur menunjukkan perbedaan nyata ($p=0,021$). F3 ($4,17\pm0,86$) berbeda signifikan dibandingkan F1 dan F2. Nilai ini menunjukkan bahwa F3 lebih disukai dari segi kelembutan dan struktur fisiknya. Tekstur es krim dipengaruhi oleh ukuran kristal es, distribusi gelembung udara, serta jaringan lemak pada es krim. Serat larut, terutama β -glukan dan arabinoxilan yang terdapat dalam bekatul beras, berperan sebagai hidrokoloid alami yang mampu mengikat molekul air dan meningkatkan viskositas fase cair adonan es krim (Tolve *et al.* 2024). Peningkatan viskositas ini menghambat pertumbuhan kristal es selama proses pembekuan, sehingga menghasilkan ukuran kristal yang lebih kecil dan tekstur yang lebih lembut dan halus di mulut. Mekanisme serupa juga berlaku pada pati talas beneng yang memiliki ukuran granula kecil ($1-4\ \mu\text{m}$), sehingga lebih mudah berinteraksi dengan komponen matriks es krim dibandingkan pati sumber lain yang berukuran lebih besar (Putri *et al.* 2021). Kombinasi kedua bahan ini pada F3 menghasilkan jaringan matriks yang lebih padat dan stabil, yang secara langsung berkontribusi pada persepsi tekstur lebih disukai oleh panelis.

Nilai rasa relatif homogen pada 3,74 (F2, F3) hingga 3,77 (F1) dengan $p=0,954$, menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antar formulasi. Semua produk berada pada kategori cukup suka hingga suka. Nilai keseluruhan berkisar $3,69 \pm 0,93$ (F1) hingga $3,86 \pm 0,49$ (F3) dan tidak berbeda nyata ($p=0,738$). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum ketiga formulasi dapat diterima panelis.

Metode *weighted sum* digunakan untuk menentukan formulasi terbaik berdasarkan pembobotan parameter sensori dari uji hedonik (Tabel 4). Bobot tertinggi diberikan pada parameter keseluruhan (25%), diikuti parameter lainnya masing-masing 15%. Berdasarkan hasil ranking, F3 ditentukan sebagai formula terpilih. Keunggulan F3 terutama dipengaruhi oleh performa tinggi pada parameter tekstur dan penerimaan keseluruhan.

Tabel 4. Pemilihan formula terpilih berdasarkan metode *weighted sum*

Parameter	Bobot	Skor alternatif komponen					
		F1		F2		F3	
		Rank	Skor	Rank	Skor	Rank	Skor
Penampilan	15%	2	0,3	3	0,45	1	0,15
Warna	15%	2	0,3	3	0,45	1	0,15
Aroma	15%	3	0,45	2	0,3	1	0,15
Tekstur	15%	2	0,3	3	0,45	1	0,15
Rasa	15%	1	0,15	3	0,45	2	0,3
Keseluruhan	25%	3	0,75	2	0,5	1	0,25
Total skor	100%	-	2,25	-	2,6	-	1,15
Ranking		2		3		1	

Hasil formulasi es krim dari bekatul beras hitam dan tepung talas beneng ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengembangkan produk es krim dari bekatul beras varian lain maupun umbi-umbian lain. Penambahan bekatul beras merah pada es krim meningkatkan viskositas adonan dan memperbaiki tekstur produk akhir, meskipun pada konsentrasi tinggi dapat memengaruhi warna (Lisdyareni *et al.* 2016). Kecenderungan serupa ditemukan pada penelitian ini, di mana peningkatan proporsi bekatul beras hitam pada F3 secara signifikan meningkatkan skor tekstur hedonik dibandingkan formulasi dengan bekatul lebih rendah. Hal ini memperkuat konsistensi mekanisme peran serat bekatul terhadap tekstur es krim lintas varietas beras.

Penelitian yang menggunakan tepung talas (*Colocasia esculenta*) menunjukkan bahwa tepung talas mampu meningkatkan stabilitas fisik es krim melalui peningkatan viskositas, penurunan daya leleh, dan peningkatan *overrun* (Asaduddin *et al.* 2021). Talas beneng yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar serat 8,84% (Putri *et al.* 2021) lebih tinggi dibandingkan talas biasa, sehingga kontribusinya terhadap stabilitas matriks es krim diperkirakan lebih besar.

Takaran saji dari produk es krim dalam penelitian ini mengacu kepada Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 10 Tahun 2026 tentang Informasi Gizi pada Label Pangan Olahan, dimana produk es krim memiliki standar takaran saji pada 50-150 g. Produk es krim memiliki energi total 63 kkal per takaran saji (50 g), dengan rincian lemak total 1,3 g (2,1% AKG), protein: 2,1 g (3,6% AKG), karbohidrat total: 10,6 g (3,2% AKG), serat pangan: 3,1 g (9,9% AKG). Nilai energi yang relatif rendah menunjukkan bahwa produk dapat dikategorikan sebagai camilan rendah kalori. Kandungan serat sebesar 3,1 g per sajian memberikan kontribusi signifikan terhadap AKG (9,9%), yang menjadi keunggulan komparatif dibandingkan es krim konvensional. Jumlah serat sebesar 6,2 g per 100 g juga telah memenuhi standar klaim tinggi serat yang ditetapkan pada Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Kandungan serat ini juga dapat mengurangi kandungan lemak yang dibutuhkan untuk mencapai penerimaan sensorik produk es krim (Tolve *et al.* 2014). Serat pangan memiliki kemampuan *fat mimetic* dengan cara mengikat air dan membentuk karakteristik fisik menyerupai emulsi lemak dengan kalori yang lebih rendah (Li *et al.* 2025; Bourouis *et al.* 2023). Kombinasi rendah energi dan kandungan serat yang tinggi menunjukkan potensi produk sebagai pangan fungsional, terutama bagi konsumen yang memperhatikan asupan kalori dan kesehatan pencernaan (Legassa 2020).

Tabel 5. Kandungan energi dan zat gizi ice cream per takaran saji (50 g)

Kandungan gizi	Jumlah per takaran saji	%AKG*
Energi	63 kkal	2,9%
Lemak	1,3 g	2,1%
Protein	2,1 g	3,6%
Karbohidrat	10,6 g	3,2%
Serat	3,1 g	9,9%

*Persentase Angka Kecukupan Gizi (AKG) didasarkan pada kebutuhan energi 2.150 kkal per hari.

Penggunaan bekatul beras hitam (*Oryza sativa* L. var. *indica*) yang kaya antosianin dalam penelitian ini menawarkan keunggulan tambahan berupa potensi antioksidan yang tidak ditemukan pada bekatul beras merah maupun putih. Bekatul beras hitam mengandung antosianin 3-O-glukosida dan 3-O-rutinosida dalam konsentrasi tinggi yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan signifikan secara in vitro (Fatchiyah *et al.* 2023). Meskipun penelitian ini tidak mengukur aktivitas antioksidan produk akhir, keberadaan bekatul beras hitam pada proporsi yang lebih tinggi di F3 secara teoretis memberikan nilai fungsional tambahan yang melampaui sekadar kandungan serat. Hal ini merupakan nilai diferensiasi dibandingkan produk es krim tinggi serat yang menggunakan sumber serat tanpa komponen bioaktif fenolik.



Gambar 1. Produk es krim bekatul beras hitam dan tepung talas beneng

Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting dalam pengembangan produk pangan fungsional berbasis bahan lokal Indonesia. Secara praktis, produk ini berpotensi menjadi alternatif camilan sehat bagi kelompok masyarakat yang berisiko mengalami gangguan metabolik, seperti diabetes melitus tipe 2 dan dislipidemia, mengingat profil gizi yang rendah lemak, rendah energi, dan kaya serat. Ketersediaan bekatul beras hitam sebagai produk samping penggilingan padi di Indonesia yang melimpah juga mendukung kelayakan skala komersial produk ini dari sisi rantai pasok bahan baku.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa kekurangan yang perlu dilengkapi dalam penelitian selanjutnya. Pertama, analisis aktivitas antioksidan (DPPH, ABTS) dan kandungan antosianin pada formulasi terpilih (F3) perlu dilakukan untuk mengkuantifikasi retensi senyawa bioaktif bekatul beras hitam setelah proses pengolahan. Kedua, uji stabilitas selama penyimpanan beku (*freeze-thaw stability*) pada F3 diperlukan untuk mengevaluasi ketahanan matriks produk terhadap perubahan suhu dalam rantai distribusi. Ketiga, penelitian dengan variasi konsentrasi stevia yang lebih luas dapat dilakukan untuk mengoptimalkan profil rasa dan mengatasi keterbatasan nilai mutu hedonik rasa yang masih berada pada kategori hambar. Keempat, uji in vivo pada hewan atau manusia diperlukan untuk mengkonfirmasi efek fisiologis kandungan serat terhadap respons glikemik dan kesehatan saluran pencernaan. Terakhir, kajian ekonomi teknik dan analisis kelayakan usaha perlu dilakukan untuk menilai potensi komersialisasi produk.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa F3 (proporsi bekatul beras hitam tertinggi) menjadi formulasi terpilih melalui metode *weighted sum* dengan keunggulan pada parameter tekstur dan penerimaan keseluruhan. Hal ini sesuai dengan asumsi bahwa peningkatan proporsi bekatul beras hitam akan memberikan kontribusi serat yang lebih besar sehingga memperbaiki struktur fisik es krim, dan secara bersamaan meningkatkan daya terima panelis. Kandungan serat pangan sebesar 3,1 g per takaran saji (9,9% AKG) pada formula terpilih menunjukkan bahwa produk memenuhi kriteria pangan tinggi serat sebagaimana ditetapkan dalam standar label gizi Indonesia. Dengan demikian, es krim berbahan dasar bekatul beras hitam dan tepung talas beneng dapat mengintegrasikan potensi bahan pangan lokal Indonesia ke dalam produk es krim yang bernilai gizi tinggi. Selain bekatul beras hitam dan tepung talas beneng, penggunaan bahan pangan lokal lain dapat ditambahkan sebagai perisa alami ataupun *topping* dari es krim. Penelitian ke depan juga perlu menganalisis kandungan antioksidan dan sifat fisik kimia dari es krim untuk mengetahui potensi fungsional produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Sekolah Vokasi, IPB University melalui dana hibah penelitian terapan unggulan program studi di Sekolah Vokasi IPB University tahun 2025 dengan nomor kontrak 6400/IT3.S3/KP/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Asaduddin AH, Maulani UN, Sari AY, Hawari K, Ayusari AA. 2021. Taro ice cream: Addition of colocasia esculenta stem to improve antioxidant activity in ice cream. Di dalam: IOP Publishing Ltd, editor. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Proceedings of the International Seminar on Chemical Engineering Soehadi Reksowardojo 2020; 2020 Nov 16-17; Bandung, Indonesia. Bandung: IOP Publishing. hlm 1-6. [diunduh 27 Feb 2026]. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1143/1/012038>
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2022. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Jakarta: BPOM.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2026. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 10 Tahun 2026 tentang Informasi Gizi pada Label Pangan Olahan. Jakarta: BPOM.
- Bourouis I, Pang Z, Liu X. 2023. Recent advances on uses of protein and/or polysaccharide as fat replacers: Textural and tribological perspectives: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*. 11:100519. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100519>
- Fatchiyah, Safitri A, Palis CN, Sari DRT, Suyanto E, Fajriani S, Kurnianingsih N, Nugraha Y, Sitaresmi T, Kusbiantoro B, Ketudat-Cairns JR. 2023. Bioactive compound profile and their biological activities of endogenous black rice from Java and East Nusa Tenggara. *CyTA-Journal of Food*. 21(1):159-170. <https://doi.org/10.1080/19476337.2023.2173306>
- Habieb SFN, Ilmi IMB, Nasrulloh N, Marjan AQ. 2024. Analysis of knowledge level, consumption habits, sugar and calories content in ice cream on the nutritional status of Depok Students. *Amerta Nutrition*. 8(1):82-88. <https://doi.org/10.20473/amnt.v8i1.2024.82-88>
- Karimah NI, Sukandar D, Heryatno Y. 2023. Konsumsi umbi-umbian di Indonesia. *Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik*. 2(1):45-52. <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.1.45-52>
- Legassa O. 2020. Ice cream nutrition and its health impacts. *International Journal of Food and Nutritional Science*. 7(1):19-27. <https://doi.org/10.15436/23770619.20.2678>
- Li X, Xu Z, Xu X, Zheng K, Pan S, Regenstein JM, Wang H, Wang L. 2025. Carbohydrate-based fat mimetics: A focus on fat-mimicking mechanisms and a tribology perspective. *Trends in Food Science & Technology*. 157:104885. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.104885>
- Lisdyareni FNM, Widarta WR, Sugitha IM. 2016. Pengaruh penambahan bekatul beras merah terhadap sifat fisik, kimia, dan sensoris es krim. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 5(2):64-73. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/itepa/article/view/27501>
- Muenprasitvej N, Tao R, Nardone SJ, Cho S. 2022. The effect of steviol glycosides on sensory properties and acceptability of ice cream. *Foods*. 11(12):1745. <https://doi.org/10.3390/foods11121745>
- Nie J, Xue C, An Y, Xiong S, Huang Q. 2023. Controlled release of fishy odors in soluble dietary fiber/surimi mixture by kinetic analysis of real and simulated systems. *Journal of Food Engineering*. 354(2023):111580. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111580>
- Popescu MV, Dabija A, Chetranu A. 2024. Alternative natural sweeteners as sugar substitutes used in making ice cream. *Scientific Study & Research - Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. 25(3):287-299. <https://doi.org/10.29081/ChIBA.2024.605>

- Putri DA, Wahyuningsih U, Marjan AQ. 2024. Risk factor of sugar, salt, and fat consumption, sleep quality, physical activity in relation to central obesity in employees of UPN "Veteran" Jakarta. *Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik*. 3(4):278-285. <https://doi.org/10.25182/jigd.2024.3.4.278-285>
- Putri NA, Riyanto RA, Budijanto S, Raharja S. 2021. Studi awal perbaikan kualitas tepung talas beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) sebagai potensi produk unggulan Banten. *Journal of Tropical Agrifood*. 3(2):63-72. <https://doi.org/10.35941/jtaf.3.2.2021.6360.63-72>
- Rahmawati G, Shofwa F, Kurniasih SA. 2026. A Review on Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) and Its Role in Food Security. *Jurnal Biologi Tropis*. 26(2):409-417. <https://doi.org/10.29303/jbt.v26i2.11503>
- Tolve R, Zanon M, Ferrentimo G, Gonzalez-Ortega R, Sportiello L, Scampicchio M, Favati F. 2024. Dietary fibers effects on physical, thermal, and sensory properties of low-fat ice cream. *LWT*. 199:116094. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116094>
- Trihaditia R, Zaenudin M. 2022. Optimasi karakteristik uji organoleptik pangan fungsional es krim dengan penambahan kulit pisang ambon (*Musa acuminata*) dan bekatul beras putih (*Oryza sativa* L). *Agroscience*. 12(1):91-101. <https://doi.org/10.35194/agsci.v12i1.2281>
- Utami MMH, Rizkiriani A, Nurhidayati VA, Basar FM, Nuraeni A, Dianah R, Widyasari HE, Martini R, Dwinugraha KW, Septiani AN. 2025. Development and nutritional evaluation of gluten-free tiramisu made from Beneng taro (*Xanthosoma undipes* K. Koch) flour and black rice bran (*Oryza sativa* L.). Di dalam: Samanhudi dan A. Rizali, editor. *BIO Web of Conferences. Proceedings of the 5th International Conference on Tropical Agrifood, Feed, and Fuel 2025*; 2025 Nov 5-6; Samarinda, Indonesia. Samarinda: EDP Sciences. hlm 12. [diunduh 27 Feb 2026]. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202520601004>
- Yao D, Qu C, Li Y, Shen H, Li G, Meng F, Huang X, Bai B. 2025. Analysis on Taste Quality and Physicochemical Properties of Black Rice With Similar Apparent Amylose Content. *Starch - Stärke*. 77:2400041. <https://doi.org/10.1002/star.70004>