

SUBSTITUSI PURE KULIT PADA ES KRIM BUAH NAGA MENINGKATKAN KUALITAS FISIK DAN ORGANOLEPTIK DENGAN BIOAVAILABILITAS KALSIMUM YANG SAMA

MILATUL MUSTAQIMAH



**DEPARTEMEN GIZI MASYARAKAT
FAKULTAS EKOLOGI MANUSIA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Substitusi Pure Kulit pada Es Krim Buah Naga Meningkatkan Kualitas Fisik dan Organoleptik dengan Bioavailabilitas Kalsium yang Sama” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2023

Milatul Mustaqimah
I14190021

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

MILATUL MUSTAQIMAH. Substitusi Pure Kulit pada Es Krim Buah Naga Meningkatkan Kualitas Fisik dan Organoleptik dengan Bioavailabilitas Kalsium yang Sama. Dibimbing oleh EVY DAMAYANTHI.

Kalsium merupakan mineral makro yang memiliki peran penting dalam fungsionalitas tubuh. Kalsium yang diserap tubuh digambarkan oleh bioavailabilitas kalsium. Bioavailabilitas kalsium dapat dipengaruhi oleh zat anti-gizi yang dapat ditemukan dalam buah. Penelitian ini bertujuan mengkaji substitusi pure kulit buah naga dalam es krim buah naga merah. Desain penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL). Tahap penelitian terdiri dari formulasi, pembuatan produk, uji karakteristik fisik, organoleptik, proksimat, penentuan formula terpilih, analisis kandungan dan bioavailabilitas secara *in vitro* serta analisis kontribusi dan klaim gizi. Formula terpilih adalah F2 dengan rasio pure daging dan kulit buah naga merah 60:40. Es krim terpilih memiliki kadar air 63,6%; kadar abu 3,4%; lemak 12,0%; protein 13,0%; dan karbohidrat 8,1% dengan kontribusi energi 8,9% berdasarkan acuan label gizi (ALG). Kandungan kalsium es krim 264,90 mg/100 g dengan bioavailabilitas 70,55%. Kandungan dan bioavailabilitas es krim tidak berbeda antara es krim kontrol dan terpilih berdasarkan *independent samples t-test* ($p > 0,05$). Es krim dapat diklaim sebagai makanan sumber kalsium dengan kontribusi sebesar 24,1%.

Kata kunci: bioavailabilitas kalsium, es krim, pure kulit buah naga merah

ABSTRACT

MILATUL MUSTAQIMAH. The Substitution of Peel Puree to Dragon Fruit Ice Cream Improves Physical and Organoleptic Quality with Identical Calcium Bioavailability. Supervised by EVY DAMAYANTHI.

Calcium is a macro mineral that has important roles in body functionality. Calcium absorbed by the body is described by the bioavailability of calcium. The bioavailability of calcium can be affected by anti-nutrients sometimes found in fruit. This study aims to examine dragon fruit peel puree substitution in red dragon fruit ice cream. The research design is an experiment with a completely randomized design (CRD). The research stages are formulation, product manufacture, physical characteristic, organoleptic, and proximate analysis, formula selection, analysis of calcium content and bioavailability *in vitro* as well as analysis of contribution and nutritional claims. The selected formula is F2 with a red dragon fruit pulp and peel puree ratio of 60:40. Ice cream has a moisture of 63.6%, ash 3.4%, fat 12.0%, protein 13.0%; and carbohydrates 8.1% with energy contribution 8.9% based on nutrition label reference. The calcium of ice cream is 264.90 mg/100 g with a bioavailability of 70.55%. The content and bioavailability of ice cream are identical between control and selected ice cream based on independent samples t-test ($p > 0.05$). Ice cream can be claimed as a source of calcium with a contribution of 24.1%.

Keywords: calcium bioavailability, ice cream, red dragon fruit's peel puree



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUBSTITUSI PURE KULIT PADA ES KRIM BUAH NAGA MENINGKATKAN KUALITAS FISIK DAN ORGANOLEPTIK DENGAN BIOAVAILABILITAS KALSIMUM YANG SAMA

MILATUL MUSTAQIMAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Gizi

**DEPARTEMEN GIZI MASYARAKAT
FAKULTAS EKOLOGI MANUSIA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi: Substitusi Pure Kulit pada Es Krim Buah Naga Meningkatkan Kualitas Fisik dan Organoleptik dengan Bioavailabilitas Kalsium yang Sama

Nama : Milatul Mustaqimah
NIM : 114190021

Disetujui oleh

**Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S.**

Diketahui oleh

**Ketua Departemen Gizi Masyarakat:
Prof. Dr. Katrin Roosita, S.P., M.Si
NIP 197102011999032001**



**Tanggal Ujian:
22 Agustus 2023**

Tanggal Lulus: 11 SEP 2023

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2023 sampai bulan Juli 2023 ini ialah pengembangan produk dan evaluasi nilai gizi, dengan judul “Substitusi Pure Kulit pada Es Krim Buah Naga Meningkatkan Kualitas Fisik dan Organoleptik dengan Bioavailabilitas Kalsium yang Sama”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, koreksi, dan masukan dengan sabar dalam penyusunan skripsi serta Prof. Dr. Katrin Roosita, S.P., M.Si selaku ketua Departemen Gizi Masyarakat.
2. Dr. Tiurma Sinaga, MFSA selaku dosen pemandu seminar dan penguji sidang skripsi yang telah memberikan ulasan dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
3. Abah (A. Maftuh), Mamak (Khafidoh), Kakak dan Adik-adik (Pipit, Naqi, Zidni, dan Wafa) dan keluarga besar lainnya atas kasih sayang yang luar biasa, dukungan, dan doa yang tak ada hentinya kepada penulis.
4. Teh Ine, Mas Satriyo, Mba Aning, dan para staf yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Gizi Masyarakat, khususnya pada saat pengerjaan penelitian.
5. Keluarga PKL RSCM, Pokemon, KKN Sukajadi, dan rekan kamar 501 atas dukungan morilnya selama menjadi mahasiswa tingkat akhir.
6. Keluarga seperbimbingan; Indah, Rafifah, dan Annisa, serta rekan penelitian lab termasuk kakak-kakak pasca sarjana yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah membersamai penulis dalam melaksanakan penelitian.
7. Keluarga Gizi Masyarakat 56, Swarsa Cakramerta, yang telah melalui suka duka bersama sejak tingkat pertama.
8. Para sahabat sejak SD-SMA yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu atas bantuan, kebersamaan, doa, dan semangat yang diberikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2023

Milatul Mustaqimah



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
II METODE PENELITIAN	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Tahapan Penelitian	5
2.4 Rancangan Percobaan	8
2.5 Pengolahan dan Analisis Data	9
2.6 Definisi Operasional	9
III HASIL DAN PEMBAHASAN	10
3.1 Formulasi Es Krim Buah Naga Merah	10
3.2 Karakteristik Fisik Es Krim	11
3.3 Organoleptik	13
3.4 Kandungan Gizi	16
3.5 Penentuan Formula Terpilih	18
3.6 Kandungan dan Bioavailabilitas Kalsium	19
3.7 Kontribusi dan Klaim Gizi	20
3.8 Analisis Biaya Produksi	21
IV SIMPULAN DAN SARAN	23
4.1 Simpulan	23
4.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	41



DAFTAR TABEL

2.1	Formulasi es krim buah naga merah substitusi pure kulit	5
2.2	Komposisi adonan es krim buah naga merah substitusi pure kulit	6
3.1	Komposisi es krim standar di Amerika Serikat (AS)	10
3.2	Karakteristik fisik es krim buah naga merah dengan pure kulit	11
3.3	Hasil analisis proksimat es krim buah naga merah substitusi pure kulit	16
3.4	Hasil analisis kalsium es krim buah naga merah substitusi pure kulit	19
3.5	Kontribusi dan klaim gizi es krim buah naga merah substitusi pure kulit	20
3.6	Analisis biaya produksi es krim buah naga merah substitusi pure kulit	21

DAFTAR GAMBAR

2.1	Tahapan penelitian es krim buah naga merah substitusi pure kulit	5
2.2	Prosedur pembuatan es krim buah naga merah substitusi pure kulit	6
3.1	Hasil uji hedonik es krim buah naga merah substitusi pure kulit	14
3.2	Hasil uji mutu hedonik es krim buah naga merah substitusi pure kulit	15
3.3	Es krim buah naga merah substitusi pure kulit	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Formulir uji organoleptik	30
2	Analisis kandungan zat gizi dan bioavailabilitas kalsium	34
3	Hasil uji organoleptik hedonik dan mutu hedonik	39
4	Dokumentasi penelitian	40

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalsium merupakan mineral makro yang esensial bagi tubuh, yang berperan dalam sistem rangka (skeletal), kardiovaskular, endokrin, dan saraf (Shlisky *et al.* 2022). Kalsium juga berperan penting dalam proses fisiologis tubuh seperti pembekuan darah, penghantar sel, dan relaksasi dan kontraksi miofibril di otot dan jantung (Vavrusova dan Skibsted 2014). Asupan kalsium yang cukup memiliki manfaat yang baik bagi tubuh diantaranya menurunkan risiko hipertensi, hiperglikemia (diabetes tipe 2), obesitas, dan sindrom metabolik (Han *et al.* 2019; Jayedi dan Zargar 2019; Lu *et al.* 2021; Hajhashemy *et al.* 2022). Sebaliknya, asupan kalsium yang tidak adekuat dapat menyebabkan gangguan pada perkembangan tulang di masa pertumbuhan dan penyimpanan masa tulang di usia lanjut. Di negara-negara Asia, termasuk Indonesia, asupan kalsium masih tergolong rendah dan di bawah anjuran, yakni rata-rata <500 mg per hari (Balk *et al.* 2017). Pemenuhan kebutuhan kalsium direkomendasikan dilakukan melalui peningkatan konsumsi makanan tinggi kalsium dan/atau suplemen kalsium (Cormick dan Belizán 2019).

Salah satu makanan sumber kalsium utama di beberapa negara di dunia adalah produk susu. Susu dan yoghurt mengandung kalsium 100-180 mg/100 g. Akan tetapi, penduduk di negara-negara Asia cenderung lebih banyak mengonsumsi produk non-susu sebagai sumber kalsium (Cormick dan Belizán 2019). Salah satu penyebab rendahnya konsumsi produk susu pada penduduk Asia adalah rasa susu yang kurang disukai (Chan *et al.* 2018). Meskipun demikian, terdapat produk olahan susu yang digemari semua kalangan yakni es krim. Es krim merupakan produk susu yang populer yang dihasilkan dari aerasi susu dan dikonsumsi dalam keadaan dingin atau beku (Syed *et al.* 2018). Konsumsi es krim di Indonesia merupakan yang tertinggi di Asia Tenggara (Sanjaya *et al.* 2019).

Buah naga merah memiliki banyak manfaat untuk kesehatan dan sangat potensial untuk diolah menjadi makanan fungsional seperti es krim. Buah naga mengandung 13 mg kalsium per 100 g (Kementerian Kesehatan 2018). Tidak hanya daging buah naga merah, kulit buah naga merah juga dapat diolah menjadi es krim. Penambahan ekstrak kulit buah dapat memperbaiki kualitas sensori pada atribut warna, tekstur, dan penerimaan keseluruhan (Waladi *et al.* 2015). Penerimaan terhadap es krim dengan pewarna kulit buah naga merah juga baik (Putra *et al.* 2016). Kulit buah naga juga mengandung kalsium yakni sebanyak 11,74 mg per 100 g (Nur *et al.* 2023).

Kulit buah naga merah secara umum termasuk limbah makanan yang biasanya dibuang padahal proporsi kulit cukup besar yakni sekitar 35,83% (Brunerová *et al.* 2021). Kulit buah naga yang tidak dikonsumsi berkontribusi pada limbah buah di Indonesia yang dapat mencapai lebih dari 8 juta ton tiap tahunnya (Setyadjit *et al.* 2018). Limbah buah ini menjadi bagian dari limbah makanan di Indonesia yang mencapai 20 juta ton per tahun (UNEP 2021).

Di sisi lain, Indonesia masih mengalami masalah kelaparan. Prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Indonesia masih cukup tinggi yakni 10,21% pada tahun 2022 (BPS 2023). Konsumsi yang belum cukup salah satunya terjadi pada makanan sumber kalsium. Makanan sumber kalsium merupakan makanan

yang mengandung kalsium sebanyak 15% kebutuhan dalam acuan label gizi tiap 100 g (BPOM 2022).

Kandungan kalsium yang terdapat dalam makanan tidak semuanya dapat diserap oleh tubuh. Jumlah atau fraksi dari kalsium yang diserap lalu dapat digunakan dan disimpan dalam tubuh didefinisikan sebagai bioavailabilitas kalsium. Bioavailabilitas kalsium pada susu sekitar 40% sedangkan pada produk olahan dari susu bervariasi antara 23,2% hingga 66% (Melse-Boonstra 2020; Shkemi dan Huppertz 2022). Produk makanan dari tumbuhan (*plant-based food*) memiliki derajat bioavailabilitas yang lebih bervariasi bergantung pada kandungan zat anti-gizi pada produk tersebut (Manivannan *et al.* 2022). Bioavailabilitas kalsium pada beberapa sayuran dan buah berkisar 20-40% dengan zat anti-gizi fitat dan oksalat (Melse-Boonstra 2020). Bioavailabilitas kalsium yang rendah dapat mengakibatkan kontribusi kalsium pada pemenuhan kebutuhan harian menjadi terbatas (Shkemi dan Huppertz 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengembangkan produk es krim buah naga merah dengan penambahan pure kulitnya. Produk yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi produk alternatif dalam meningkatkan asupan kalsium. Peneliti juga menganalisis bioavailabilitas kalsium untuk menguji perbedaan bioavailabilitas kalsium es krim dengan atau tanpa substitusi pure kulit buah naga merah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, peneliti merumuskan masalah yang diamati pada penelitian ini sebagai berikut:

- Bagaimana karakteristik fisik es krim buah naga merah substitusi pure kulit?
- Bagaimana penerimaan es krim buah naga merah substitusi pure kulit?
- Bagaimana kandungan gizi es krim buah naga merah substitusi pure kulit?
- Apakah ada perbedaan kandungan dan bioavailabilitas kalsium es krim buah naga merah dengan dan tanpa substitusi pure kulit?
- Bagaimana kontribusi dan klaim gizi es krim terpilih?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah mengkaji substitusi pure kulit buah naga dalam es krim buah naga merah.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini sebagai berikut:

- Mengkaji pengaruh substitusi pure kulit pada es krim buah naga merah terhadap karakteristik fisik (*overrun*, *melting rate*, dan total padatan terlarut).
- Mengkaji pengaruh substitusi pure kulit pada es krim buah naga merah terhadap penerimaan dan kualitas organoleptik.
- Menganalisis kandungan gizi es krim buah naga merah substitusi pure kulit.
- Mengidentifikasi perbedaan bioavailabilitas kalsium es krim dengan dan tanpa substitusi pure kulit buah naga merah.
- Menganalisis kontribusi dan menentukan klaim gizi es krim terpilih.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan informasi kepada peneliti dan pelaku bisnis mengenai formula es krim buah naga merah dengan substitusi pure kulit sebagai makanan alternatif sumber kalsium.
- b. Membantu penyediaan pangan sumber kalsium sebagai upaya peningkatan asupan kalsium dan membantu meningkatkan kecukupan konsumsi pangan.
- c. Membantu pengurangan limbah makanan utamanya limbah buah melalui pemanfaatan kulit buah menjadi produk makanan.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

- a. Formulasi es krim buah naga merah dengan substitusi pure kulit memiliki kualitas fisik dan organoleptik serta kandungan gizi yang baik.
- b. Bioavailabilitas kalsium es krim buah naga merah tanpa substitusi pure kulit berbeda dengan es krim dengan substitusi pure kulit.



II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini merupakan penelitian percobaan atau eksperimen di laboratorium. Penelitian dilakukan pada bulan Maret–Juli 2023 di Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor (IPB). Pembuatan es krim dan uji karakteristik fisik dilaksanakan di Laboratorium Percobaan Makanan. Uji organoleptik dilakukan di Laboratorium Organoleptik. Analisis proksimat untuk mengetahui kandungan gizi dilakukan di Laboratorium Kimia dan Analisis Makanan sedangkan analisis kandungan dan bioavailabilitas mineral dilaksanakan di Laboratorium Biokimia dan Analisis Zat Gizi Mikro. Analisis kandungan kalsium juga dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terbagi dalam empat kelompok sesuai tahap dan lokasi penelitian, yaitu alat pembuatan es krim, uji karakteristik fisik, uji organoleptik, dan analisis proksimat serta mineral. Pembuatan es krim menggunakan timbangan, kontainer, *blender*, kompor, teflon, termometer, *ice cream maker*, *mixer*, baskom, dan pisau serta *cool box*. Uji karakteristik fisik es krim dilakukan menggunakan timbangan, gelas piala 100 mL, *refractometer* dan *stopwatch*. Alat yang dibutuhkan dalam proses uji organoleptik adalah pena, formulir organoleptik, sendok, dan *cup* es krim serta penutupnya.

Analisis proksimat memerlukan alat timbangan analitik, *petri dish*, kertas timbang, sudip, oven, desikator, gegep besi, cawan porselen, cawan aluminium, penangas, tanur (*furnace*), labu destruksi, *Kjeltec*, Erlenmeyer 100 ml, buret, pipet tetes, botol semprot, batang pengaduk, kapas, pompa, timbel, *Soxtec*, ayakan, dan *blender*. Analisis kandungan dan bioavailabilitas mineral membutuhkan timbangan, gelas piala, pengaduk, sudip, aluminium foil, labu takar 100 mL, Erlenmeyer 250 mL, kompor, *water bath*, pH meter, kertas saring Whatman 42, tabung sentrifugasi, *vortex*, pipet mikro dan tip, pompa, corong kaca, sentrifugator, dan *atomic absorption spectrometer* (AAS).

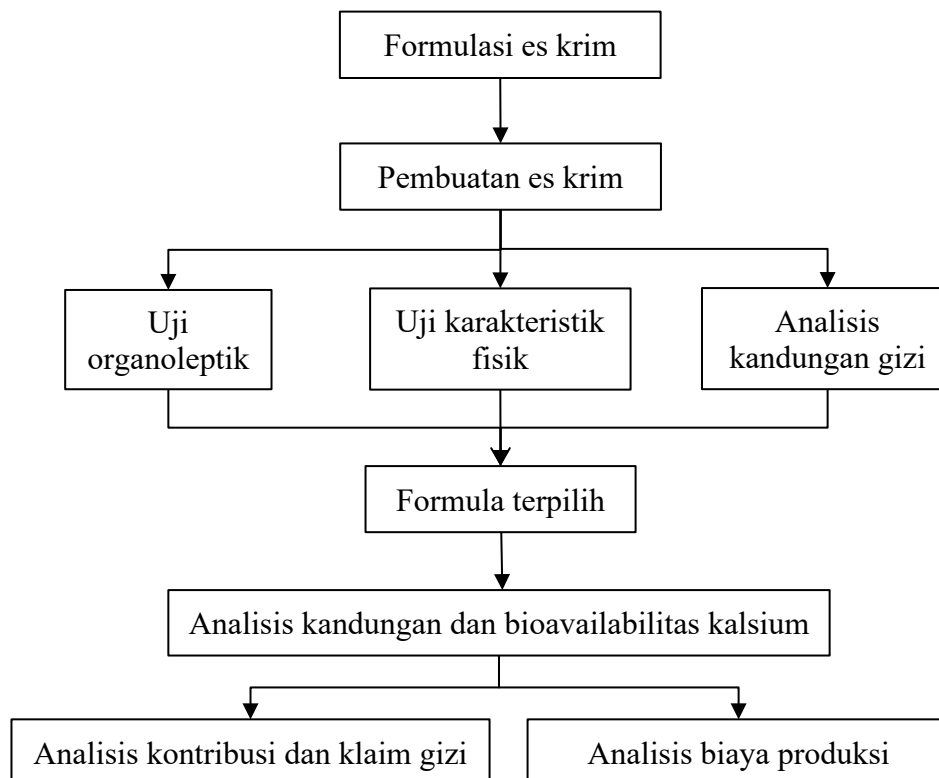
Bahan utama yang digunakan untuk membuat es krim adalah buah naga dan kulitnya, susu sapi cair, susu sapi bubuk, gula, dan tepung sagu. Semua bahan es krim diperoleh di toko dan *supermarket* sekitar Dramaga, Bogor. Bahan yang digunakan dalam analisis proksimat diantaranya asam sulfat pekat (H_2SO_4), selenium, akuades, natrium hidroksida (NaOH) 40%, asam borat (H_3BO_3) 2%, indikator *methyl red* dan *methyl blue*, asam klorida (HCl) 0,1 N; natrium bikarbonat (Na_2CO_3), ammonium sulfat ($(NH_4)_2SO_4$) standar, HCl 25%, dan pelarut hexane.

Analisis kandungan dan bioavailabilitas mineral menggunakan bahan enzim pepsin, pankreatin, dan empedu (*bile*). Analisis bioavailabilitas juga menggunakan bahan *simulated salivary fluid* (SSF), *simulated gastric fluid* (SGF), dan *simulated intestinal fluid* (SIF) yang dibuat dari bahan kalium klorida (KCl) 0,5 M; kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4) 0,5 M; natrium hidrogen karbonat ($NaHCO_3$) 1 M; natrium klorida (NaCl) 2 M; magnesium klorida heksahidrat ($MgCl_2(H_2O)_6$) 0,15 M; ammonium karbonat ($(NH_4)_2CO_3$) 0,5 M; HCl 6 M; NaOH M; dan kalsium

klorida dihidrat ($\text{CaCl}(\text{H}_2\text{O})_2$) 0,3 M. Destruksi sampel untuk analisis mineral menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) 95-97% dan asam nitrat (HNO_3) 65%.

2.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap mulai dari tahapan formulasi dan pembuatan es krim. Tahapan selanjutnya yakni uji karakteristik fisik, uji organoleptik, analisis proksimat, dan penentuan formula terpilih. Kemudian, produk terpilih dianalisis kandungan serta bioavailabilitas kalsiumnya. Tahapan penelitian diilustrasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tahapan penelitian es krim buah naga merah dengan substitusi pure kulit

2.3.1 Formulasi Es Krim

Penelitian pengembangan produk es krim didahului dengan formulasi es krim dengan penambahan pure buah naga sebanyak 30% yang mengacu pada penelitian terdahulu oleh Khasanah *et al.* (2020) dan Susanti *et al.* (2022). Variabel peubah pada formulasi ini yakni rasio pure daging dan kulit buah naga. Formulasi es krim disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Formulasi es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Bahan	Perlakuan (%)			
	F0	F1	F2	F3
Pure daging buah naga	100	70	60	50
Pure kulit buah naga	0	30	40	50

Formula akhir yang digunakan pada penelitian yakni formula pertama (F1) yaitu formula es krim dengan rasio daging dan buah senilai 70:30, formula

kedua (F2) 60:40, dan formula ketiga (F3) 50:50. Peningkatan persentase pure kulit buah naga dilakukan dengan tujuan memaksimalkan potensi kulit buah naga sebagai bahan komposisi es krim. Penelitian ini juga memiliki formulasi awal (F0) yakni es krim tanpa substitusi pure kulit buah naga sebagai kontrol.

2.3.2 Pembuatan Es Krim

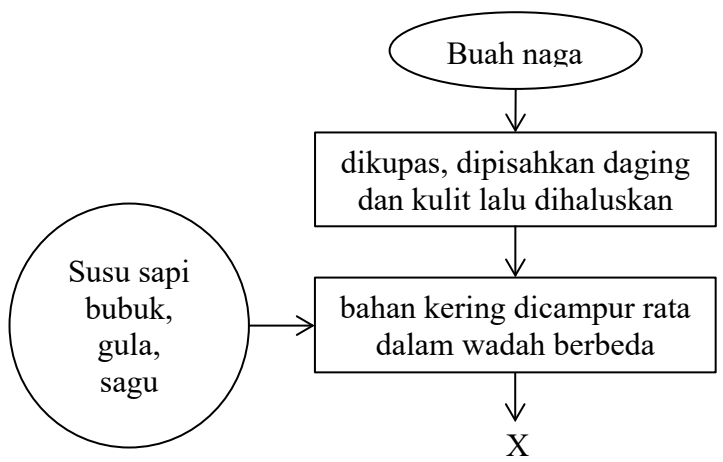
Es krim dibuat melalui beberapa tahapan diantaranya persiapan, pencampuran adonan, pasteurisasi, homogenisasi, *aging*, dan *hardening*. Tahapan pembuatan es krim mengacu pada penelitian Ahlawat *et al.* (2014), Novindah (2018) dan Khasanah *et al.* (2020) dengan modifikasi. Pembuatan es krim diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan. Komposisi bahan adonan es krim disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi adonan es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Bahan	Komposisi per 100 g			
	F0 (100:0)	F1 (70:30)	F2 (60:40)	F3 (50:50)
Pure daging buah (g)	30	21	18	15
Pure kulit (g)	0	9	12	15
Susu sapi cair (ml)	42	42	42	42
Susu sapi bubuk (g)	14,5	14,5	14,5	14,5
Gula (g)	13	13	13	13
Sagu (g)	0,5	0,5	0,5	0,5

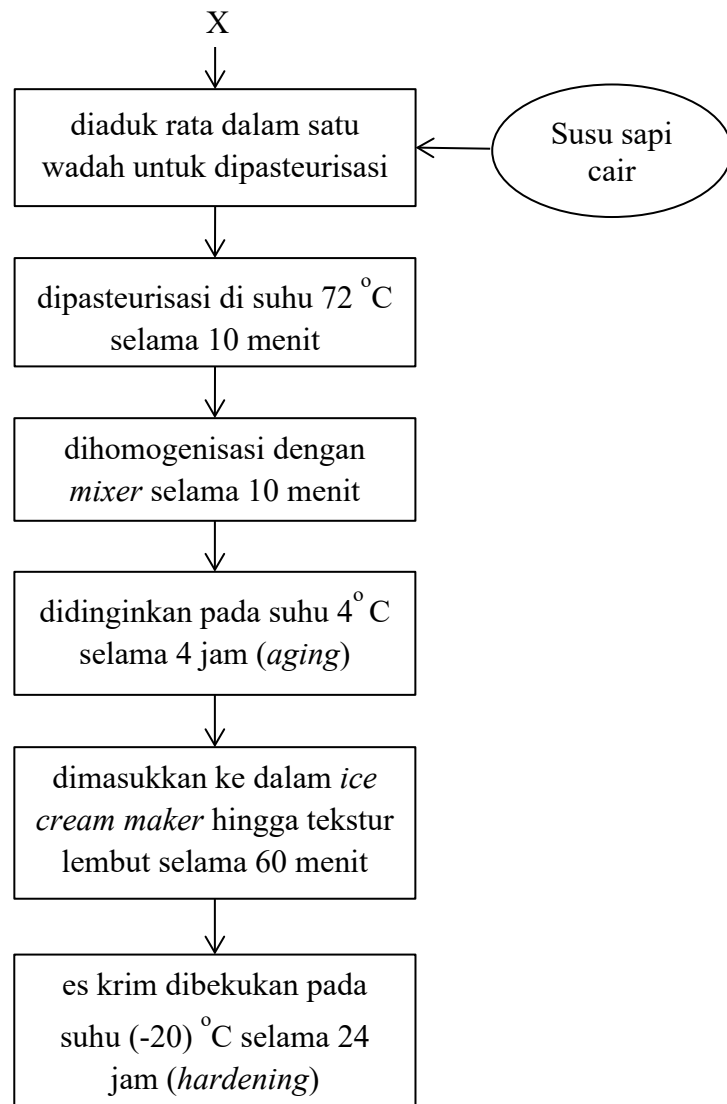
Pembuatan pure daging dan pure kulit buah naga merupakan tahap awal pembuatan es krim. Tahap selanjutnya yakni pencampuran bahan kering dan bahan cair atau basah pada wadah yang berbeda. Bahan cair meliputi pure kulit buah naga dan pure daging buah naga sedangkan bahan-bahan kering termasuk susu sapi bubuk, sagu, dan gula. Kedua adonan dicampur dan diaduk rata lalu susu sapi cair dimasukkan ke dalam adonan hingga tercampur rata. Kemudian, adonan dipasteurisasi pada suhu 72 °C selama 10 menit dengan teknik *double boiling*. Adonan lalu dihomogenisasi dengan *mixer* selama 10 menit.

Tahapan selanjutnya yakni proses *aging* yang dilakukan selama 3–24 jam pada suhu 4 °C. Kemudian es krim dimasukkan ke dalam *ice cream maker* selama 30 menit. Es krim dibekukan (*hardening*) pada suhu -20 °C selama 24 jam. Gambar 2.2 menampilkan prosedur pembuatan es krim.



Gambar 2.2 Prosedur pembuatan es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 2.2 Prosedur pembuatan es krim buah naga merah substitusi puree kulit buah (*lanjutan*)

2.3.3 Uji Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik es krim yang dianalisis yakni *overrun*, kecepatan meleleh (*melting rate*), dan total padatan terlarut. *Overrun* diperoleh dengan membandingkan berat es krim dengan berat adonan es krim pada volume yang sama yakni 100 mL. Berat adonan diukur dengan menimbang adonan es krim sebanyak 100 mL menggunakan gelas piala sebelum dimasukkan ke dalam *ice cream maker* dan berat es krim ditimbang setelah selesai (Putri 2021). *Overrun* dihitung menggunakan formula di bawah ini.

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{\text{Berat es krim (g)} - \text{Berat adonan es krim (g)}}{\text{Berat adonan es krim (g)}} \times 100\%$$

Kecepatan meleleh es krim diukur dengan meletakkan sampel sebanyak 10 g di dalam *cup*, ditutup, lalu dibekukan selama 24 jam. Es krim kemudian dibiarkan meleleh pada suhu ruang, kemudian waktu yang dibutuhkan untuk

meleleh diukur menggunakan *stopwatch* (Putri 2021). Total padatan terlarut es krim diukur menggunakan refraktometer (AOAC 1990).

2.3.4 Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah suatu pengukuran yang menggunakan panca indra untuk menilai penerimaan atribut suatu produk (Suryono *et al.* 2018). Atribut sensori es krim dievaluasi oleh 30 panelis semi terlatih yang berasal dari kalangan mahasiswa di lingkungan Institut Pertanian Bogor. Penilaian atribut sensori es krim menggunakan uji hedonik dan mutu hedonik. Penilaian menggunakan skala 1–7 yakni 7 untuk sangat suka, 6 suka, 5 agak suka, 4 netral (antara suka dan tidak suka), 3 agak tidak suka, 2 tidak suka, 1 sangat tidak suka (Lestari *et al.* 2019). Uji organoleptik berdasarkan atribut penampakan, aroma, tekstur, rasa, *aftertaste*, *mouthfeel*, dan penerimaan keseluruhan. Atribut uji mutu hedonik yakni penampakan warna merah muda, aroma khas buah naga, tekstur, rasa khas buah naga, rasa kulit buah naga, *aftertaste*, dan *mouthfeel*. Formulir uji organoleptik dapat dilihat di *lampiran 1*.

2.3.5 Analisis Kandungan Gizi dan Bioavailabilitas Kalsium

Analisis kandungan gizi diawali dengan preparasi sampel dengan metode *drying oven*. Selanjutnya, kandungan gizi makro es krim dianalisis menggunakan metode analisis proksimat. Analisis kadar air menggunakan metode *dry oven* dengan acuan AOAC 990.19, AOAC 990.20. Analisis kadar abu dengan metode *dry ashing* (AOAC 900.02), analisis kadar protein total dengan metode Kjeldahl (AOAC 955.04), analisis kadar lemak menggunakan metode Soxhlet, dan kadar total karbohidrat dengan metode *by difference*. Analisis kandungan kalsium mengacu pada prosedur *wet ashing* dengan modifikasi (Nielsen 2010; Nurjanah 2022). Analisis bioavailabilitas kalsium dilakukan secara *in vitro* berdasarkan penelitian Minekus *et al.* (2014) dan Brodkorb *et al.* (2019). Prosedur analisis tercantum di *lampiran 2*.

2.4 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga taraf perlakuan. Tiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak dua kali. Unit percobaan penelitian adalah es krim buah naga merah substitusi pure kulit. Perlakuan yang diberikan pada unit percobaan adalah rasio substitusi pure daging dan kulit buah naga merah. Variabel respon yang diamati adalah karakteristik fisik es krim (*overrun*, kecepatan meleleh, dan total padatan), sifat sensori (hedonik dan mutu hedonik), dan kandungan gizi termasuk mineral dan bioavailabilitasnya. Penelitian ini secara matematis menggunakan model sebagai berikut.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

- Y_{ij} = nilai pengamatan respon karena pengaruh rasio substitusi bahan ke-i pada ulangan ke-j
- μ = nilai rata-rata umum
- τ_i = pengaruh substitusi bahan ke-i
- ε_{ij} = kesalahan (galat) karena pengaruh rasio substitusi bahan ke-i pada ulangan ke-j
- = banyaknya perlakuan rasio substitusi bahan (F0, F1, F2, F3)
- = jumlah ulangan (1, 2)

2.5 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* 2019 lalu dianalisis dengan aplikasi *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) versi 22.0 for Windows. Uji hedonik *One-Way Analysis of Variance* (*One-Way ANOVA*) dan uji lanjut Duncan dilakukan pada data karakteristik fisik, uji organoleptik hedonik dan mutu hedonik, dan kandungan gizi hasil analisis proksimat. Pemilihan formula terbaik berdasarkan uji organoleptik dilakukan dengan uji Friedman. Kandungan dan bioavailabilitas kalsium dianalisis dengan uji beda-t atau *independent samples t-test*.

2.6 Definisi Operasional

Aftertaste adalah rasa atau kesan yang tertinggal di dalam mulut setelah mengonsumsi produk.

Kandungan gizi adalah kadar energi dan zat gizi makro serta mineral produk es krim yang diperoleh melalui analisis proksimat pada produk.

Karakteristik fisik es krim adalah sifat fisik es krim yang dapat diamati yakni *overrun*, *melting rate*, dan total padatan terlarut.

Melting rate adalah kecepatan meleleh es krim pada suhu ruang dan diukur menggunakan *stopwatch*.

Mouthfeel adalah tekstur yang dirasakan ketika produk berada di dalam mulut.

Overrun adalah persentase berat es krim siap dikonsumsi yang dibandingkan dengan berat adonan es krim pada volume yang sama.

Sifat sensori adalah atribut yang melekat pada produk es krim yang dievaluasi menggunakan uji organoleptik hedonik dan mutu hedonik.

Tekstur adalah sifat produk yang dapat berupa halus, licin, lunak, keras, daya leleh, sensasi fisik saat disendok (*finger feel*).

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Formulasi Es Krim Buah Naga Merah

Es krim merupakan produk susu yang populer dan banyak dikonsumsi oleh semua kalangan usia. Es krim dihasilkan dari proses aerasi susu (Syed *et al.* 2018). Es krim dibuat dari beberapa komponen gula, lemak, *milk solid nonfat* (MSNF), emulsifier, penstabil, dan total padatan terlarut. Proporsi bahan komponen standar Amerika Serikat (AS) disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi es krim standar di Amerika Serikat (AS)

Bahan	Rentang normal (%)
Gula	13–20
Lemak	≤20
<i>Milk solid nonfat</i> (MSNF)	≤15
Emulsifier dan penstabil	0,0–0,7
Total padatan	36–43

Sumber: Syed *et al.* (2018)

Komponen gula pada formulasi diberikan sebanyak 13% menggunakan gula pasir. Gula yang digunakan dalam pembuatan es krim dapat berbentuk cair maupun padat kering. Gula bermanfaat memberikan rasa manis, meningkatkan palatabilitas dan penerimaan, memperbaiki tekstur, dan meningkatkan total padatan. Meskipun demikian, gula yang terlalu banyak dapat memberikan efek negatif seperti menutupi rasa es krim yang diinginkan dan memperlama pembekuan. Gula yang terlalu banyak juga membuat total padatan semakin tinggi sehingga membuat es krim terlalu lembek atau *soggy* (Syed *et al.* 2018). Gula dalam pembuatan es krim juga didapatkan dari susu sapi cair yang mengandung sukrosa 20 g per 100 g berdasarkan informasi nilai gizi pada kemasan.

Lemak dalam pembuatan es krim diperoleh dari susu. Es krim dibuat menggunakan susu sapi cair *ultra-high temperature* (UHT) dan susu sapi bubuk (*full cream*). Susu sapi cair dalam formulasi digunakan sebanyak 42% sedangkan susu bubuk penuh 14,5%. Lemak yang terkandung dalam 100 ml susu cair yakni 5,6 g sedangkan lemak pada susu sapi bubuk sebanyak 28 g per 100 g.

Susu juga mengandung bahan bukan lemak atau MSNF. MSNF dapat berupa laktosa, kasein, whey protein, mineral (abu), vitamin, dan komponen lainnya. Laktosa dalam susu bubuk yakni 40 g per 100 g sedangkan susu cair mengandung 20 g laktosa per 100 ml. Mineral dan vitamin dapat ditemukan dalam bahan susu dan buah naga (Kementerian Kesehatan 2018).

Pembuatan es krim juga membutuhkan penstabil untuk mencegah lemak dan air dari pembentukan kristal es yang terlalu besar. Es krim yang dibuat tanpa penstabil akan memiliki tekstur yang keras (Simatupang 2023). Penstabil yang digunakan dalam pembuatan es krim adalah sagu. Menurut Ramdany *et al.* (2020), sagu memiliki kemampuan meminimalisir pembentukan kristal dalam es krim. Sagu berperan dalam meningkatkan kekentalan, menghasilkan tekstur yang lebih baik, penstabil, dan mengikat air serta mencegah pengkristalan (Putri 2015). Pati sagu dapat menggantikan fungsi *carboxymethyl cellulose* (CMC) sebagai penstabil kimiawi (Manzoor dan Ahmed 2017). Pati sagu dapat membentuk

gelatinisasi pada proses pembuatan es krim (Egharevba 2019). Penstabil yang digunakan yakni sebanyak 0,5%.

Bahan-bahan gula, lemak, penstabil, dan buah naga semuanya berkontribusi pada total padatan es krim. Jumlah total padatan yang tepat dapat memperbaiki tekstur dan *body* es krim. Total padatan juga dapat meningkatkan *overrun* es krim. Jika total padatan terlalu tinggi (>42%) maka tekstur es krim akan lembek (Syed *et al.* 2018).

Komponen-komponen tersebut disusun dalam formulasi dengan penambahan buah naga. Formulasi es krim dibuat dengan proporsi buah naga sebanyak 30% mengacu pada penelitian Khasanah *et al.* (2020) dan Susanti *et al.* (2022). Adapun rasio pure daging dan kulit buah naga dalam formulasi diperoleh berdasarkan hasil percobaan (*trial error*). Percobaan diawali dengan rasio pure daging dan kulit buah naga sebesar 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, dan 70:30. Hasil percobaan menunjukkan bahwa rasa dan tekstur kulit buah naga tidak terlalu terasa pada rasio 70:30 sehingga formula tersebut digunakan sebagai formula pertama pada penelitian. Es krim tidak menggunakan 100% kulit buah naga karena pada penelitian Novindah (2018), penerimaan es krim kurang baik pada penggunaan 100% kulit buah naga. Perbandingan pure daging dan kulit buah naga merah yang digunakan pada penelitian ini yakni F0 (100:0), F1 (70:30), F2 (60:40), dan F3 (50:50).

3.2 Karakteristik Fisik Es Krim

Analisis karakteristik fisik es krim dilakukan pada semua formula. Karakteristik fisik yang diuji meliputi *overrun*, *melting rate*, dan total padatan terlarut. Hasil analisis disajikan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Karakteristik fisik es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Parameter	Perlakuan			
	F0	F1	F2	F3
<i>Overrun</i> (%)	36,75 ± 0,53 ^b	38,39 ± 1,49 ^{ab}	39,88 ± 0,27 ^a	37,68 ± 0,89 ^{ab}
<i>Melting rate</i> * (menit/10 g)	10,75 ± 0,42 ^c	12,78 ± 0,46 ^b	15,73 ± 0,39 ^a	15,80 ± 0,42 ^a
Total padatan terlarut (°Brix)	37,75 ± 0,35 ^{ab}	37,75 ± 0,35 ^{ab}	36,90 ± 0,14 ^b	38,25 ± 0,35 ^a

Keterangan:

X ± SD : hasil rata-rata uji karakteristik fisik masing-masing formula.

F0 : pure daging buah naga merah 100%, pure kulit buah naga merah 0%

F1 : pure daging buah naga merah 70%, pure kulit buah naga merah 30%

F2 : pure daging buah naga merah 60%, pure kulit buah naga merah 40%

F3 : pure daging buah naga merah 50%, pure kulit buah naga merah 50%

*) Signifikan berdasarkan uji statistik

^{abc}) Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil yang sama atau tidak berbeda nyata berdasarkan uji *One Way* ANOVA dan uji lanjut Duncan ($p < 0,05$).

3.2.1 *Overrun*

Overrun merupakan representasi jumlah udara pada es krim (Clarke 2012). Udara yang terperangkap dalam es krim dapat mengalami peningkatan akibat pengocokan adonan es krim (Goff dan Hartel 2013). *Overrun* es krim buah naga merah dengan substitusi pure kulit berkisar antara 36,75% hingga

39,88% tanpa perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). *Overrun* tidak dipengaruhi oleh substitusi pure kulit buah naga merah.

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Waladi *et al.* (2015) dan Simatupang (2023) yang menyatakan bahwa semakin tinggi persentase kulit buah naga maka semakin rendah persen *overrun*. Hal ini terjadi karena penelitian sebelumnya menggunakan ekstrak kulit buah naga sedangkan penelitian ini menggunakan kulit buah naga segar yang diduga mengandung pektin yang lebih tinggi. Pektin dapat membantu meningkatkan *overrun* es krim dengan menstabilkan gelembung-gelembung udara sehingga udara lebih mudah terperangkap dalam proses pembuatan es krim (Zhang *et al.* 2018). Pektin menjadi nilai tambah bagi limbah kulit buah (Zaidel *et al.* 2017).

Overrun juga dipengaruhi oleh kandungan MSNF yang merupakan komponen es krim selain air dan lemak (Clarke 2012). MSNF membantu pengembangan *overrun* es krim yang salah satunya dapat direpresentasikan oleh kadar abu (mineral) (Goff dan Hartel 2013). Kadar abu es krim yang semakin meningkat seiring peningkatan persentase substitusi pure kulit buah naga juga dapat menyebabkan nilai *overrun* yang semakin baik.

Overrun es krim pada semua formula memenuhi standar es krim skala rumah tangga yakni 30-50%. Nilai *overrun* pada semua formula juga memenuhi kriteria es krim dengan kategori superpremium (25-50%). *Overrun* es krim pada penelitian ini juga mirip dengan gelato, es krim italia, yang memiliki *overrun* 25-60% (Goff dan Hartel 2013).

3.2.2 Melting Rate

Melting rate atau daya leleh adalah salah satu parameter karakteristik fisik es krim yang menjadi pertimbangan konsumen dalam memilih produk es krim. Es krim yang terlalu cepat meleleh kurang disukai konsumen karena dapat menyebabkan ketidaknyamanan selama mengonsumsi es krim (Goff dan Hartel 2013). Daya leleh es krim berada pada rentang 10,75 hingga 15,80 menit untuk 10 g produk es krim. Formulasi es krim berpengaruh nyata pada daya leleh es krim berdasarkan uji One Way ANOVA dan uji lanjut Duncan.

Daya leleh es krim menunjukkan tren peningkatan seiring substitusi pure kulit buah naga yang semakin banyak. Hal ini sejalan dengan penelitian Waladi *et al.* (2015) dan Novindah (2018) yang mengemukakan bahwa semakin tinggi persentase penambahan kulit buah naga maka semakin lama waktu leleh es krim. Kandungan pektin pada kulit buah naga dapat membentuk jaringan struktur tiga dimensi yang dapat memperlambat laju perpindahan panas (Zhang *et al.* 2018).

Daya leleh es krim dapat dipengaruhi oleh *overrun* dan kandungan lemak es krim. Semakin tinggi *overrun* maka semakin lama daya leleh es krim dan sebaliknya. Volume udara yang lebih besar menyebabkan perpindahan panas semakin lambat sehingga es krim lebih lama meleleh. Semakin tinggi kadar lemak maka waktu yang dibutuhkan es krim untuk meleleh lebih lama (Goff dan Hartel 2013). Akan tetapi, *overrun* dan kadar lemak es krim pada penelitian ini tidak berbeda nyata antar-formula.

3.2.3 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merupakan salah satu komponen penting dalam es krim yang dapat berasal dari bahan susu skim, penstabil, krim, gula, dan

emulsifier. Total padatan menggantikan air sehingga semakin tinggi kadar air maka semakin sedikit total padatan dan sebaliknya (Yanuarda *et al.* 2014). Total padatan terlarut berada di rentang 36,90 °Brix hingga 38,25 °Brix. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa total padatan terlarut es krim tidak dipengaruhi oleh rasio substitusi pure daging dan kulit buah berdasarkan uji *One-Way* ANOVA.

Total padatan terlarut daging buah naga 10,78 °Brix sedangkan kulit buah naga memiliki total padatan terlarut 7,03 °Brix (Nur *et al.* 2023). Total padatan daging buah naga lebih tinggi dibandingkan kulitnya sehingga dapat berkontribusi lebih besar terhadap total padatan terlarut pada es krim. Hal ini juga didukung penelitian Susanti *et al.* (2022) yang menunjukkan adanya perbedaan total padatan pada es krim yang disubstitusi dengan buah naga dan tanpa buah naga. Semua formula pada penelitian ini mengandung buah naga sehingga dapat menyebabkan kesamaan pada total padatan.

3.3 Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan pada 30 panelis semi terlatih. Jumlah panelis sesuai dengan batas minimal panelis non standar yakni 30 (BSN 2006). Panelis memberikan penilaian pada uji hedonik dan mutu hedonik menggunakan skala kategori-rasio yang dimodifikasi. Skala kategori-rasio memiliki digunakan karena efektif dalam menerjemahkan skala numerik ke informasi kesukaan dan intensitas atribut, Skala kategori-rasio pada uji mutu hedonik yang menggunakan garis kontinu juga memungkinkan panelis dapat mengekspresikan perbedaan kecil sehingga tidak terpeka pada kategori penilaian (Lim 2011).

3.3.1 Hedonik

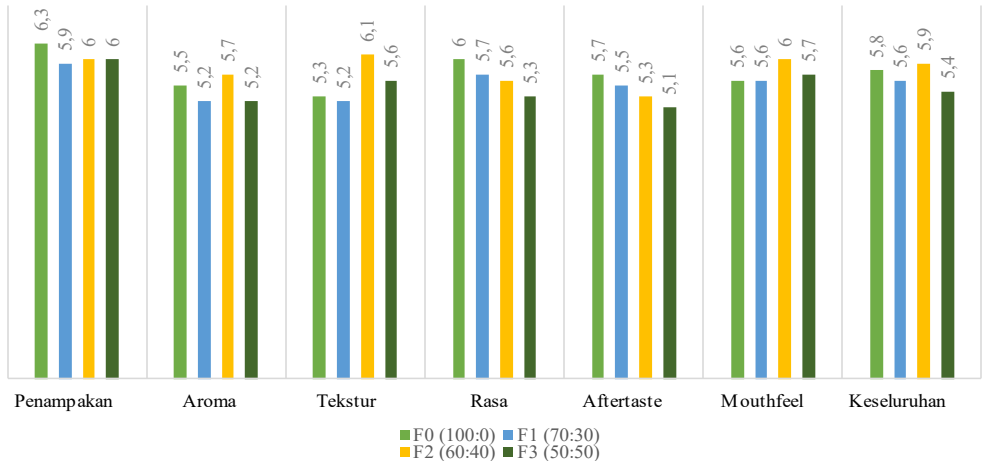
Uji hedonik merupakan salah satu uji sensori yang bertujuan mengetahui preferensi panelis terhadap atribut produk. Preferensi ini menggambarkan penerimaan konsumen dalam mengonsumsi dan membeli produk (Singh-Ackbarali dan Maharaj 2014). Hasil uji hedonik ditampilkan oleh Gambar 3.1.

Hasil uji hedonik menunjukkan rata-rata nilai tertinggi pada atribut penampakan, rasa, dan *aftertaste* adalah formula kontrol (F0). Nilai tertinggi pada atribut aroma, tekstur, *mouthfeel*, dan keseluruhan adalah formula dengan rasio daging dan kulit buah naga merah 60:40 (F2). Nilai rata-rata tertinggi mencerminkan penerimaan yang paling baik.

Uji statistik pada atribut penampakan, aroma, dan rasa tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi tidak berpengaruh pada kesukaan panelis baik terhadap penampakan, aroma maupun rasa es krim ($p > 0,05$). Hal ini terjadi karena semua formula menggunakan buah naga merah dengan persentase yang sama yakni 30%. Penelitian Umar *et al.* (2019) menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada es krim dengan konsentrasi buah naga merah yang berbeda pada penerimaan warna (penampakan), aroma, dan cita rasa. Penelitian ini menggunakan persentase yang sama namun berbeda pada rasio daging dan kulit buah sehingga tingkat penerimaan tidak berbeda nyata.

Hasil uji *One-Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan tekstur antar-formula es krim ($p < 0,05$). Hal ini membuktikan bahwa formulasi es krim dengan substitusi pure kulit buah naga berpengaruh pada tekstur es krim. Semakin besar rasio substitusi pure kulit buah naga semakin baik penerimaan

panelis terhadap tekstur es krim namun terbatas pada es krim dengan rasio daging dan kulit buah 60:40 (F2) dengan penerimaan terbaik yang memiliki rata-rata tertinggi senilai 6,1 (suka). Penerimaan es krim dengan rasio 50:50 (F3) lebih rendah dibandingkan F2. Hal tersebut dapat terjadi karena rasio substitusi pure kulit buah naga yang semakin besar menyebabkan tekstur es krim semakin kasar seperti hasil penelitian Simatupang (2023).



Gambar 3.1 Hasil uji hedonik es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Atribut *aftertaste* dan *mouthfeel* pada es krim juga memiliki hasil uji *One-Way ANOVA* yang tidak signifikan ($p > 0,05$). Formulasi es krim tidak memengaruhi *aftertaste* dan *mouthfeel* es krim. Penelitian ini sejalan dengan Nisa *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa *aftertaste* produk selai dengan penambahan kulit dan buah naga tidak berbeda nyata antar-formula berdasarkan uji hedonik.

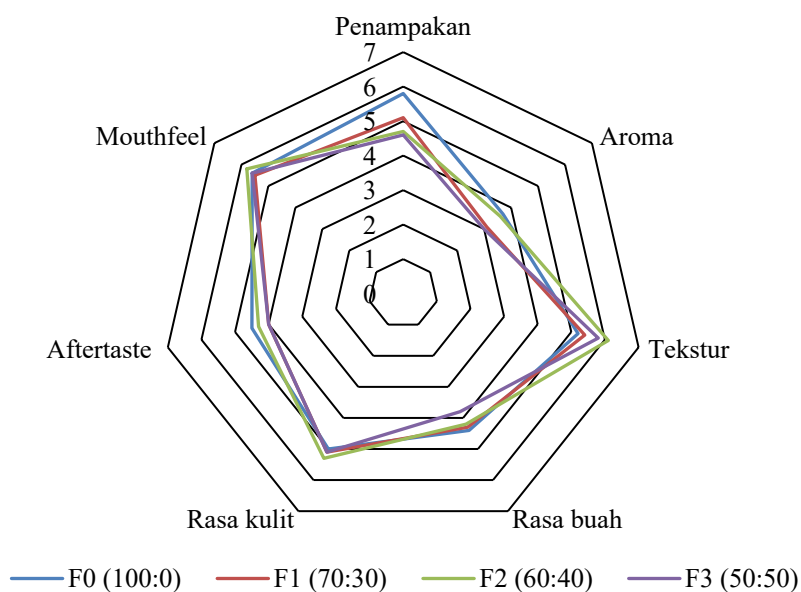
Atribut *mouthfeel* es krim biasanya didapatkan dari bahan lemak es krim seperti *whipping cream* (Goff dan Hartel 2013). Penelitian ini hanya menggunakan lemak dari susu sapi cair dan bubuk, tidak menggunakan *whipping cream* namun penerimaan terhadap *mouthfeel* es krim masih baik. Tidak adanya perbedaan persentase susu pada semua formula menyebabkan tidak adanya perbedaan pada *mouthfeel* es krim antar-formula.

Secara deskriptif, semua atribut es krim diterima dengan baik oleh panelis dengan nilai ≥ 5 (Lim 2011). Sebagian besar panelis menyatakan agak suka hingga sangat suka untuk semua atribut sensori sehingga es krim dapat dinyatakan bahwa es krim disukai dan dapat diterima baik oleh panelis. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putra *et al.* (2016) yang menyebutkan bahwa penerimaan es krim dengan substitusi pure kulit buah naga merah tidak berbeda dengan penerimaan es krim komersil.

3.3.2 Mutu Hedonik

Mutu hedonik merupakan salah satu uji organoleptik yang mengukur kualitas atribut sensori. Penilaian pada uji mutu hedonik lebih spesifik, bukan hanya suka atau tidak suka. Semakin besar nilai skala maka semakin baik kualitas atribut produk yang diinginkan. Gambar 3.2 menyajikan hasil uji mutu hedonik semua formula.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 3.2 Hasil uji mutu hedonik es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Hasil uji mutu hedonik digambarkan melalui grafik jaring laba-laba. Semakin jauh jarak titik grafik terhadap pusat jaring atau semakin lebar jaring maka semakin baik pula nilai mutu hedonik. Satu jaring mewakili satu nilai dari skala 1-7 dimulai dari jaring yang paling kecil.

Atribut tekstur pada uji mutu hedonik memiliki rata-rata nilai paling tinggi, khususnya pada tekstur es krim dengan rasio daging dan kulit buah 60:40 (F2) yang digambarkan dengan jaring laba-laba yang paling besar. Tekstur yang diujikan yakni kelembutan tekstur es krim. Hasil uji *One-Way ANOVA* membuktikan bahwa rasio substitusi pure daging dan kulit buah memengaruhi tekstur es krim ($p < 0,05$). Uji lanjut menunjukkan tekstur es krim dengan rasio 60:40 (F2) berbeda nyata dengan tekstur pada formula es krim yang lain. Hal ini sejalan dengan hasil uji hedonik yang menunjukkan pengaruh rasio substitusi pure kulit buah terhadap tekstur es krim pada F2. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Lestari (2015) yang mengemukakan bahwa kualitas tekstur es krim yang ditambahkan ekstrak kulit buah naga memiliki perbedaan yang bermakna. Perubahan tekstur terjadi karena pure kulit buah naga mengandung gel yang membuat tekstur es krim menjadi lembut (Lestari 2015).

Penampakan es krim juga dipengaruhi oleh substitusi pure kulit buah. Uji statistik *One-Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada penampakan es krim ($p < 0,05$). Penampakan formula kontrol yakni formula tanpa substitusi pure kulit buah naga berbeda nyata terhadap formula lainnya berdasarkan uji lanjut Duncan ($p < 0,05$). Hasil ini sejalan dengan penelitian Nisa *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa rasio substitusi pure daging dan kulit buah naga memberikan pengaruh terhadap mutu penampakan (warna) berdasarkan uji mutu hedonik.

Penampakan (warna) es krim berasal dari pigmen warna buah naga yakni antosianin yang bersifat larut air dan tersebar di semua komponen buah naga

termasuk kulitnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa es krim tanpa kulit buah naga memiliki kualitas paling baik dan berbeda nyata dengan formula lainnya. Hal ini tidak sejalan dengan penelitian Nur *et al.* (2023) yang menganalisis kandungan antosianin pada kulit dan daging buah. Kulit buah mengandung antosianin sedikit lebih tinggi dibandingkan daging buah naga yakni sebanyak 20,23 mg/100 g sedangkan daging buah naga hanya 17,33 mg/100 g (Nur *et al.* 2023). Adanya perbedaan signifikan pada penampakan es krim dapat disebabkan oleh warna kulit buah naga pada penelitian lebih pudar dibandingkan dengan warna daging buah naga.

Atribut rasa kulit, rasa buah, aroma, *aftertaste*, dan *mouthfeel* tidak dipengaruhi oleh rasio daging dan kulit buah naga. Komentar panelis menyebutkan bahwa rasa manis es krim juga sangat intens hingga menutupi rasa buah naga. Rasa es krim juga didominasi oleh rasa susu sehingga rasa kulit dan buah tidak begitu kuat. Aroma susu juga sangat intens pada semua formula sehingga aroma khas buah naga tidak terlalu kuat. *Aftertaste* es krim cukup kuat. Panelis merasakan *aftertaste* manis, susu, dan hambat serta kesat. *Mouthfeel* es krim yang dirasakan panelis yakni cukup lumer di mulut.

3.4 Kandungan Gizi

Kandungan gizi produk es krim diperoleh melalui analisis proksimat pada semua formula. Kandungan gizi yang dianalisis merupakan zat gizi makro yakni air, lemak, dan protein serta kadar abu. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan untuk menentukan kadar karbohidrat dan energi. Tabel 3.3 menampilkan hasil analisis proksimat secara lengkap.

Tabel 3.3 Hasil analisis proksimat es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Zat gizi (%bb)	Perlakuan				SNI**
	F0	F1	F2	F3	
Air	63,0 ± 0,3 ^a	63,1 ± 0,3 ^a	63,6 ± 0,4 ^a	63,8 ± 0,2 ^a	-
Abu *	3,1 ± 0,0 ^d	3,3 ± 0,3 ^c	3,4 ± 0,0 ^a	3,5 ± 0,0 ^b	-
Lemak	11,8 ± 0,2 ^{ab}	11,7 ± 0,3 ^b	12,0 ± 0,1 ^{ab}	12,2 ± 0,2 ^a	≥5,0
Protein	12,5 ± 0,2 ^a	12,6 ± 0,3 ^a	13,0 ± 0,2 ^a	13,0 ± 0,6 ^a	≥2,7
Karbohidrat	9,6 ± 0,7 ^a	9,3 ± 0,3 ^a	8,1 ± 0,8 ^a	7,4 ± 1,1 ^a	-
total					

Keterangan:
 X ± SD : hasil rata-rata analisis proksimat masing-masing formula.
 F0 : pure daging buah naga merah 100%, pure kulit buah naga merah 0%
 F1 : pure daging buah naga merah 70%, pure kulit buah naga merah 30%
 F2 : pure daging buah naga merah 60%, pure kulit buah naga merah 40%
 F3 : pure daging buah naga merah 50%, pure kulit buah naga merah 50%
 *) Signifikan berdasarkan uji statistik
 **) Syarat mutu es krim BSN (1995)
 abc) Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil yang sama atau tidak berbeda nyata berdasarkan uji *One Way* ANOVA dan uji lanjut Duncan (p<0,05).

3.4.1 Kadar Air

Kadar air suatu produk makanan menjadi hal yang penting dalam menentukan kualitas dan ketahanan terhadap kerusakan (Nielsen 2017). Kadar air es krim sebesar 63,0-63,8%. Nilai ini tidak berbeda jauh dengan kadar air es krim biasanya yakni sekitar 61% (Nielsen 2010). Tidak terdapat perbedaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

signifikan pada kadar air berdasarkan uji *One-Way* ANOVA dan uji lanjut Duncan. Hal ini mengindikasikan bahwa rasio substitusi pure kulit tidak berpengaruh nyata pada kadar air es krim. Hal ini dapat disebabkan karena kadar air kulit dan daging buah naga sama tinggi sehingga tidak ada perbedaan yang bermakna pada kadar air es krim (Kiranmai 2022). Kadar air pada kulit buah naga merah sebesar 87,91% sedangkan kadar air daging buah naga yaitu 83,16% (Nur *et al.* 2023).

3.4.2 Kadar Abu

Kadar abu merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kandungan gizi dan dibutuhkan untuk mengetahui kandungan karbohidrat. Kadar abu merupakan jumlah bahan anorganik yang tersisa dari hasil pengabuan bahan organik makanan (Nielsen 2010). Sebagian besar kadar abu merupakan kandungan mineral dari suatu produk pangan (Nielsen 2017).

Kadar abu es krim berkisar 3,1-3,5% dan meningkat seiring substitusi pure kulit buah naga. Kadar abu antarformula juga memiliki perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Hasil uji statistik membuktikan bahwa rasio substitusi pure daging dan kulit buah berpengaruh pada kadar abu.

Kadar abu pada kulit buah naga sedikit lebih tinggi dibandingkan daging buah naga. Penelitian Nur *et al.* (2023) menyatakan bahwa kadar abu kulit buah naga 3,96% sedangkan kadar abu daging buah naga 2,86%. Kadar abu yang tinggi pada kulit berkontribusi pada kadar abu es krim yakni semakin besar rasio substitusi pure kulit buah naga maka semakin tinggi kadar abu.

3.4.3 Kadar Lemak

Kandungan lemak dalam es krim berperan dalam pembentukan tekstur es krim (Syed *et al.* 2018). Kadar lemak es krim berkisar antara 11,7% hingga 12,2%. Hasil uji *One Way* ANOVA menunjukkan kadar lemak antarformula tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Kadar lemak tidak dipengaruhi oleh rasio substitusi pure daging dan kulit buah. Hal ini dapat disebabkan karena sumber utama lemak pada es krim yakni susu memiliki persentase yang sama pada semua formula sehingga kadar lemak antar-formula tidak memiliki perbedaan signifikan.

Kadar lemak es krim telah memenuhi SNI yang mensyaratkan minimal 5% lemak. Es krim dalam penelitian ini juga mengikuti standar kadar lemak es krim yakni dalam rentang 8-20% (Syed *et al.* 2018). Es krim pada penelitian ini berdasarkan lemak susunya dapat dikategorikan menjadi es krim standar yakni es krim dengan lemak susu 10-12% (Goff dan Hartel 2013).

3.4.4 Kadar Protein

Es krim mengandung protein cukup tinggi karena berbahan dasar susu. Kadar protein es krim yakni 12,5% sampai 13%. Kadar protein terlihat semakin tinggi seiring bertambahnya rasio daging dan kulit buah naga. Akan tetapi, berdasarkan uji statistik, formulasi dengan substitusi pure kulit buah naga merah tidak memberikan pengaruh nyata pada kadar protein es krim ($p > 0,05$).

Perbedaan yang tidak signifikan pada kadar protein es krim terjadi karena proporsi yang sama pada susu sapi baik cair maupun bubuk, sebagai sumber protein utama pada es krim. Susu sapi cair mengandung 3,1 g protein per 100 ml sedangkan susu sapi bubuk mengandung 24 g protein per 100 g. Kandungan

protein pada buah naga sangat rendah yakni pada kulit 1,23% sedangkan pada daging buah naga hanya 0,64% (Nur *et al.* 2023). Rendahnya kadar protein baik pada kulit maupun daging buah naga menyebabkan rasio substitusi pure daging dan kulit buah naga tidak berpengaruh pada kadar protein es krim.

Kandungan protein es krim telah memenuhi standar minimal kadar protein es krim yakni 2,7%. Es krim juga memenuhi syarat produk sumber protein yakni 20% per 100 g padatan terhadap acuan label gizi (ALG) kategori umum (BPOM 2016).

3.4.5 Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat diketahui setelah analisis kadar air, abu, lemak, dan protein selesai dilakukan. Kadar karbohidrat es krim berada dalam rentang 7,4% sampai 9,6%. Seiring bertambahnya rasio kulit buah, kadar karbohidrat nampak turun. Meskipun demikian, hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada kadar karbohidrat antar-formula ($p > 0,05$). Hal ini dapat disimpulkan bahwa kadar karbohidrat tidak dipengaruhi oleh formulasi dengan rasio substitusi pure daging dan kulit buah yang berbeda.

Kandungan karbohidrat pada kulit buah naga lebih rendah daripada karbohidrat pada daging buah naga merah. Kulit buah naga mengandung 5,87% karbohidrat sedangkan daging buah naga sebanyak 10,35% (Nur *et al.* 2023). Kandungan karbohidrat yang rendah pada kulit buah naga dapat menjadi sebab tidak adanya pengaruh formulasi pada kadar karbohidrat.

3.5 Penentuan Formula Terpilih

Formula es krim dipilih berdasarkan karakteristik fisik, uji organoleptik, dan kandungan gizi atau analisis proksimat. Karakteristik fisik yang diuji yakni *overrun*, *melting rate*, dan total padatan terlarut. Formulasi hanya berpengaruh pada karakteristik fisik *melting rate*. *Melting rate* antar formula berbeda nyata namun *melting rate* es krim F2 (60:40) dan F3 (50:50) tidak berbeda nyata.

Uji organoleptik hedonik memiliki hasil yang berbeda signifikan pada tekstur es krim dengan penerimaan terbaik yakni pada tekstur es krim F2 (60:40). Atribut sensori lainnya pada uji hedonik tidak dipengaruhi oleh formulasi. Uji mutu hedonik menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada atribut penampakan dan tekstur. Penampakan pada formula kontrol berbeda nyata dari formula lain dan memiliki nilai rata-rata tertinggi. Atribut tekstur es krim pada uji mutu hedonik paling baik kualitasnya pada es krim F2 (60:40).

Hasil uji organoleptik juga dianalisis menggunakan uji Friedman. Hasil uji Friedman pada uji hedonik menunjukkan formula yang paling disukai panelis berdasarkan atribut penampakan, rasa, dan *aftertaste* adalah formula kontrol yang tidak ditambahkan kulit buah naga sedangkan formula yang disukai dari atribut aroma, tekstur, rasa, dan *mouthfeel* serta keseluruhan adalah formula dengan rasio 60:40 (F2).

Hasil uji mutu hedonik yang dianalisis menggunakan uji Friedman memperlihatkan bahwa penampakan, aroma, dan rasa buah yang paling baik yakni formula kontrol. Penampakan yang diinginkan yakni warna merah muda pekat. Aroma dan rasa yang diinginkan adalah aroma dan rasa khas buah naga. Formula kontrol yang tidak diberi substitusi pure kulit buah naga memiliki warna merah muda pekat, aroma khas buah, dan rasa khas buah naga paling baik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Atribut tekstur, *aftertaste*, dan *mouthfeel* yang paling baik kualitasnya menurut uji Friedman adalah es krim F2 (60:40). Tekstur yang diujikan yakni kelembutan es krim. *Aftertaste* yang diharapkan pada es krim buah naga merah adalah *aftertaste* yang sangat lemah sedangkan *mouthfeel* yang diinginkan adalah rasa lumer di mulut.

Hasil analisis proksimat untuk mengetahui kandungan gizi es krim menunjukkan bahwa kandungan gizi es krim tidak dipengaruhi oleh formulasi kecuali kadar abu. Semakin besar rasio substitusi pure kulit buah naga maka semakin tinggi kadar abu es krim. Hasil uji karakteristik fisik, organoleptik dan proksimat memperlihatkan bahwa es krim dengan rasio 60:40 (F2) merupakan formula paling baik dan terpilih dalam penelitian ini.

3.6 Kandungan dan Bioavailabilitas Kalsium

Kalsium merupakan salah satu zat gizi mikro yang memiliki peran penting bagi tubuh dalam menjalankan fungsinya (Vavrusova dan Skibsted 2014; Shlisky *et al.* 2022). Jumlah kalsium yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh dapat digambarkan oleh bioavailabilitas kalsium (Shkemi dan Huppertz 2022). Bioavailabilitas kalsium dianalisis dengan metode *in vitro* dan kandungan kalsium diperoleh melalui pembacaan pada AAS. Hasil analisis disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil analisis kalsium es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Parameter	Kontrol (F0)	Terpilih (F2)	<i>p-value</i> *
Kandungan kalsium (mg/100g)	262,57 ± 18,92	264,90 ± 30,87	0,936
Kalsium yang tersedia (mg/100g)	181,16 ± 0,77	186,49 ± 15,15	0,668
Bioavailabilitas kalsium (%)	69,18 ± 5,28	70,55 ± 2,50	0,773

Keterangan:

*Hasil uji beda t (*independent samples t-test*)

F0 : daging buah naga merah 100%, kulit buah naga merah 0%

F2 : daging buah naga merah 60%, kulit buah naga merah 40%

Tabel 3.4 menunjukkan kandungan kalsium es krim formula kontrol (F1) dan formula terpilih dengan rasio daging dan kulit buah naga merah 60:40 (F2). Kandungan kalsium es krim terpilih sedikit lebih tinggi dari kontrol. Akan tetapi, uji statistik menyatakan tidak ada perbedaan signifikan di antara keduanya.

Substitusi pure kulit buah naga tidak menyebabkan adanya perbedaan kalsium karena sebagian besar kalsium berasal dari susu sapi. Susu sapi cair mengandung kalsium sebanyak 97,78 mg per 100 ml sedangkan kalsium pada susu sapi bubuk sebesar 1100 mg per 100 g. Penggunaan susu sapi pada pembuatan es krim mencapai 54,5%. Per 100 g es krim, susu sapi cair yang digunakan yakni 42 ml dan susu sapi bubuk sebanyak 14,5 g.

Tabel 3.4 juga menampilkan jumlah kalsium yang tersedia dan bioavailabilitasnya. Jumlah kalsium yang tersedia pada es krim terpilih sedikit lebih tinggi dibandingkan pada es krim kontrol. Hal tersebut juga terjadi pada bioavailabilitas kalsium namun uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada kedua formula ($p > 0,05$). Hipotesis peneliti yang menduga adanya perbedaan bioavailabilitas kalsium pada es krim dengan atau tanpa substitusi pure kulit buah tidak terbukti atau ditolak.

Bioavailabilitas kalsium dipengaruhi oleh beberapa factor, salah satunya adalah adanya kandungan zat anti-gizi terutama pada pangan nabati. Beberapa

penelitian membuktikan adanya kandungan oksalat dan fitat pada buah naga merah. Kandungan oksalat dalam 100 g buah naga merah segar sebanyak 97,1 mg (Ruan *et al.* 2013). Buah naga mengandung fitat 0,039 g/100 g (Nitithan *et al.* 2004). Oksalat dan fitat berpotensi mengikat mineral sehingga menghambat penyerapan mineral termasuk kalsium (Singh dan Prasad 2023).

Kandungan oksalat dan fitat pada kulit buah naga sendiri belum dikaji secara khusus. Hasil penelitian ini yang menunjukkan tidak ada perbedaan bioavailabilitas kalsium pada es krim dengan atau tanpa substitusi pure kulit buah naga memunculkan dugaan bahwa kulit buah naga mungkin tidak mengandung oksalat dan fitat dalam jumlah yang tinggi. Di sisi lain, bioavailabilitas es krim pada penelitian ini baik kontrol maupun terpilih termasuk dalam kategori tinggi yakni >20% (Kamchan *et al.* 2004). Es krim yang ditambahkan limbah makanan kulit buah naga merah memiliki bioavailabilitas yang tinggi dan tidak berbeda dengan bioavailabilitas es krim tanpa substitusi pure kulit buah naga merah.

3.7 Kontribusi dan Klaim Gizi

Es krim pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi makanan camilan alternatif sumber kalsium. Kontribusi gizi dan kalsium es krim dibandingkan dengan acuan label gizi (ALG) yang diterbitkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). ALG yang dijadikan acuan merupakan ALG untuk kategori umum karena es krim diharapkan dikonsumsi oleh semua kalangan usia. Tabel 3.5 menyajikan kontribusi dan klaim gizi es krim terpilih.

Tabel 3.5 Kontribusi dan klaim gizi es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Zat gizi	ALG umum*	Kandungan gizi per 100 g	%ALG	Klaim**
Energi (kkal)	2150	192	8,9	
Protein (g)	60	13	21,7	Sumber
Lemak (g)	67	12	17,9	
Karbohidrat (g)	325	8,1	2,5	
Kalsium (mg)	1100	264,90	24,1	Sumber

*PerKa BPOM Nomor 9 tentang Acuan Label Gizi (2016)

**PerKa BPOM Nomor 1 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan (2022)

Tabel 3.5 menunjukkan kontribusi energi es krim sebesar 8,9%. Hal tersebut menunjukkan jumlah energi es krim sesuai untuk makanan camilan. Kandungan energi makanan selingan yaitu 5-10% (Rohayati dan Zainafree 2014). Kontribusi gizi dibandingkan tiap takaran saji. Takaran saji merupakan jumlah produk yang wajar dikonsumsi dalam satu kali makan (BPOM 2021). Takaran saji es krim sebanyak 100 g seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.3.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan es krim buah naga mampu memenuhi syarat klaim produk sumber protein dan sumber kalsium berdasarkan Peraturan Kepala (Perka) BPOM (2022). Klaim gizi dapat dilakukan setelah memenuhi beberapa persyaratan diantaranya kandungan maksimal lemak total 18 g, lemak jenuh 6 g, kolesterol 60 mg, dan natrium 300 mg.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 3.3 Es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Klaim protein memiliki syarat klaim yakni 20% ALG per 100 g sedangkan protein es krim berkontribusi sebesar 21,7% ALG. Es krim juga dapat diklaim sebagai sumber kalsium dengan kontribusi sebanyak 24,1% ALG. Syarat makanan sumber kalsium adalah mengandung 15% ALG tiap takaran saji (Badan Pengawas Obat dan Makanan BPOM 2022).

3.8 Analisis Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan biaya yang dibutuhkan untuk pengolahan bahan baku menjadi produk yang siap dipasarkan. Biaya produksi dapat digunakan dalam menentukan harga jual produk. Biaya produksi juga memengaruhi tingkat penjualan (Rozi dan Shuwiyandi 2022).

Biaya produksi meliputi biaya bahan baku, tenaga kerja, dan biaya *overhead*. Biaya bahan baku langsung pada produksi es krim buah naga meliputi biaya buah naga, susu sapi cair dan bubuk, gula, dan tepung sagu. Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang dibutuhkan untuk memberikan upah pada tenaga kerja skala rumah tangga sedangkan biaya *overhead* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mendukung proses produksi seperti biaya listrik dan gas. Biaya *overhead* diperkirakan sekitar 30% dari total biaya produksi (Harto dan Dyan 2018). Biaya produksi secara rinci disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Analisis biaya produksi es krim buah naga merah substitusi pure kulit

Bahan pangan	Harga (Rp)	Jumlah	F0 (100:0)		F2 (60:40)	
			Berat	Biaya (Rp)	Berat	Biaya (Rp)
Susu cair	18.500,00	950 ml	42	818,00	42	818,00
Susu bubuk	52.000,00	400 g	14,5	1.885,00	14,5	1.885,00
Buah naga	25.000,00	1000 g	30	750,00	18	450,00
Gula	13.500,00	1000 g	13	176,00	13	176,00
Sagu	11.000,00	500 g	0,5	11,00	0,5	11,00
Total biaya bahan makanan				3.639,00		3.339,00
Biaya <i>overhead</i> (30%)				1.092,00		1.002,00
Biaya total				4.731,00		4.341,00

Keterangan: Harga berdasarkan harga pasar dalam rentang Maret-Juli 2023

Biaya produksi pada es krim buah naga merah substitusi pure kulit sedikit lebih rendah dibandingkan es krim kontrol (tanpa substitusi). Hal ini

menunjukkan bahwa substitusi pure kulit buah naga dapat menurunkan biaya produksi yang pada akhirnya menghasilkan harga jual yang lebih terjangkau.

Biaya produksi es krim berkisar pada Rp4.000,00 sehingga harga jual dapat ditetapkan mulai dari Rp5.000,00 yang cukup bersaing dengan es krim komersil. Harga es krim komersil dengan tekstur yang mirip juga dimulai dari harga Rp5.000,00 pada beberapa merek dagang. Es krim buah naga substitusi pure kulit buah naga merah dapat diperoleh dengan harga yang sama namun mengandung zat gizi yang lebih tinggi termasuk kalsium. Es krim komersil per 100 ml mengandung 90-140 kkal energi, protein 0-3 g, lemak 1-6 g, karbohidrat 14-26 g. Kandungan kalsium pada sebagian besar es krim komersil tidak dicantumkan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IV SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Formulasi es krim dengan rasio substitusi pure daging dan kulit buah naga pada 30% komponen es krim dilakukan pada tiga taraf yakni F1 70:30, F2 60:40, dan F3 50:50. *Overrun* dan total padatan es krim tidak dipengaruhi oleh rasio substitusi pure daging dan kulit buah naga. Daya leleh es krim memiliki nilai yang berbeda nyata antar-formula namun daya leleh F2 (60:40) dan F3 (50:50) tidak berbeda signifikan. Semakin besar rasio substitusi pure kulit maka semakin lama daya leleh es krim.

Formulasi es krim berpengaruh pada tekstur es krim berdasarkan uji hedonik dengan penerimaan tekstur terbaik pada es krim F2 (60:40). Substitusi pure kulit buah juga memengaruhi kualitas sensori penampakan dan tekstur berdasarkan uji mutu hedonik. Penampakan es krim kontrol berbeda dengan formula lain sedangkan kualitas tesktur es krim paling baik adalah F2.

Kandungan gizi es krim berdasarkan analisis proksimat tidak berbeda nyata antar-formula kecuali pada kadar abu. Kadar abu semakin tinggi seiring dengan bertambahnya substitusi pure kulit buah naga. Kadar abu pada F3 yakni 3,5%.

Formulasi es krim dengan substitusi pure kulit dan buah naga tidak berpengaruh signifikan pada kandungan mineral kalsium, jumlah kalsium yang terserap, dan bioavailabilitas kalsium. Es krim dengan substitusi pure kulit buah naga merah memiliki bioavailabilitas kalsium yang sama dengan es krim tanpa pure kulit buah naga merah. Limbah makanan kulit buah naga merah tidak menunjukkan efek inhibisi pada absorpsi kalsium.

Es krim dapat dijadikan sebagai makanan camilan dengan kontribusi energi 8,9%. Es krim juga berkontribusi sebanyak 21,7% protein dan 24,1% kalsium berdasarkan acuan label gizi. Es krim memenuhi syarat klaim sumber protein dan sumber kalsium.

4.2 Saran

Es krim buah naga merah substitusi pure kulit memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga penelitian selanjutnya dianjurkan mengkaji daya cerna protein untuk melengkapi profil bioavailabilitas es krim. Penelitian selanjutnya juga direkomendasikan menganalisis kandungan fitat dan oksalat pada kulit buah naga untuk melengkapi informasi bioavailabilitas kalsium es krim. Penelitian selanjutnya juga dianjurkan untuk melakukan proses penyaringan setelah penghalusan agar tekstur es krim lebih lembut. Rasa dan aroma yang kuat dan dominan dari susu sapi bubuk yang digunakan dalam pembuatan es krim juga membutuhkan pengkajian lebih lanjut untuk menghasilkan es krim buah naga merah yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlawat K, Khatkar B, Gulia N, Sushil. 2014. Development and storage studies of aloe vera ice-cream. *Annals of Agri-Bio Research*. 19(4):780–784.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan B. 2021. *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 26 Tahun 2021 tentang Informasi Nilai Gizi pada Label Pangan Olahan*. Jakarta: BPOM.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan BPOM. 2016. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang Acuan Label Gizi*. Jakarta: BPOM.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan BPOM. 2022. *Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pengawasan Klaim Pada Label Dan Iklan Pangan Olahan*. Jakarta: BPOM.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. *Prevalensi Ketidacukupan Konsumsi Pangan*. Jakarta: BPS.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. *SNI 01 2346-2006 Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori*. Jakarta: BSN.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. *SNI 01-3713-1995 Es Krim*. Jakarta: BSN.
- Balk EM, Adam GP, Langberg VN, Earley A, Clark P, Ebeling PR, Mithal A, Rizzoli R, Zerbin CAF, Pierroz DD, *et al.* 2017. Global dietary calcium intake among adults: a systematic review. *Osteoporosis International*. 28(12):3315–3324.doi:10.1007/s00198-017-4230-x.
- Brodkorb A, Egger L, Alminger M, Alvito P, Assunção R, Balance S, Bohn T, Bourlieu-Lacanal C, Boutrou R, Carriere F, *et al.* 2019. INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nat Protoc*. 14(4).doi:10.1038/s41596-018-0119-1i.
- Brunerová A, Hasanudin U, Iryani DA, Herák D. 2021. Analysis of Tropical Fruit Waste Biomass Generation in Indonesia and Its Reuse Potential. *Proceedings of the International Conference on Sustainable Biomass (ICSB 2019)*. 202(Icsb 2019):158–163.doi:10.2991/aer.k.210603.027.
- Chan CY, Mohamed N, Ima-Nirwana S, Chin KY. 2018. Attitude of Asians to calcium and vitamin D rich foods and supplements: A systematic review. *Sains Malays*. 47(8):1801–1810.doi:10.17576/jsm-2018-4708-19.
- Clarke C. 2012. *The Science of Ice Cream Second Edition*. Bedford (UK): RSC Publishing.
- Cormick G, Belizán JM. 2019. Calcium intake and health. *Nutrients*. 11(7):1–16.doi:10.3390/nu11071606.
- Egharevba HO. 2019. Chemical properties of starch and its application in the food industry. *Chemical Properties of Starch*. 1–26.

- Goff HD, Hartel RW. 2013. *Ice Cream, Seventh Edition*. New York (US): Springer US.
- Hajhashemy Z, Rouhani P, Saneei P. 2022. Dietary calcium intake in relation to type-2 diabetes and hyperglycemia in adults: A systematic review and dose-response meta-analysis of epidemiologic studies. *Sci Rep*. 12(1):1–14. doi:10.1038/s41598-022-05144-8.
- Han D, Fang X, Su D, Huang L, He M, Zhao D, Zou Y, Zhang R. 2019. Dietary calcium intake and the risk of metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 9(1):1–7. doi:10.1038/s41598-019-55507-x.
- Harto B, Dyan. 2018. Optimalisasi perhitungan harga pokok *recommended menu* pada *Blackberry Café Lounge* Butik Dukomsel. *Jurnal Riset Akuntansi dan Bisnis*. 4(1):1–16.
- Jayedi A, Zargar MS. 2019. Dietary calcium intake and hypertension risk: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Clin Nutr*. 73(7):969–978. doi:10.1038/s41430-018-0275-y.
- Kamchan A, Puwastien P, Sirichakwal PP, Kongkachuichai R. 2004. In vitro calcium bioavailability of vegetables, legumes and seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*. 17(3–4):311–320. doi:10.1016/j.jfca.2004.03.002.
- Kementerian Kesehatan. 2018. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khasanah SK, Susanti S, Legowo AM. 2020. Karakteristik es krim kefir puree buah naga merah sebagai pangan fungsional antiobesitas. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 19(2):53–62.
- Kiranmai M. 2022. Review of exotic fruit: Nutritional composition, nutraceutical properties and food application of dragon fruit (*Hylocereus* spp.). *The Pharma Innovation Journal*. 11(6):613–622.
- Lestari A. 2015. Pengaruh substitusi ekstrak kulit buah naga merah terhadap kualitas es krim [skripsi]. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Lestari LA, Wildiana RA, Nisa FZ, Erwanto Y, Pranoto Y. 2019. Physical, chemical, and sensory properties of ice cream with the substitution of stabilizer with gelatin from various sources. *J.Food Pharm.Sci*. 7(3):167–173.
- Lim J. 2011. Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Qual Prefer*. 22(8):733–747. doi:10.1016/j.foodqual.2011.05.008.
- Lu L, Chen C, Zhu J, Tang W, Jacobs DR, Shikany JM, Kahe K. 2021. Calcium intake is inversely related to risk of obesity among American young adults over a 30-year follow-up. *Journal of Nutrition*. 151(8):2383–2389. doi:10.1093/jn/nxab114.
- Manivannan C, Viswanathan G, Sundaram KM. 2022. Calcium bioavailability in leafy vegetables and medicinal plants. *Int J Health Sci (Qassim)*. 6(April):8802–8810. doi:10.53730/ijhs.v6ns2.7303.

- Manzoor MF, Ahmed N. 2017. Extraction and utilization of *Manihot esculenta* Crantz and *Trapa natans* starch as a stabilizer in soy milk based ice cream preparation. *Agricultural Research & Technology*. 8(2):29–34.doi:10.19080/ARTOAJ.2017.08.555733.
- Melse-Boonstra A. 2020. Bioavailability of micronutrients from nutrient-dense whole foods: Zooming in on dairy, vegetables, and fruits. *Front Nutr*. 7(July):1–12.doi:10.3389/fnut.2020.00101.
- Minekus M, Alminger M, Alvito P, Ballance S, Bohn T, Bourlieu C, Carrière F, Boutrou R, Corredig M, Dupont D, *et al*. 2014. A standardised static in vitro digestion method suitable for food-an international consensus. *Food Funct*. 5(6):1113–1124.doi:10.1039/c3fo60702j.
- Nielsen SS. 2010. *Food Analysis Fourth Edition*. New York (US): Springer New York LLC.
- Nielsen SS. 2017. *Food Analysis Laboratory Manual Third*. New York (US): Springer New York LLC.
- Nisa TC, Marjan AQ, Nasrullah N. 2018. Pengembangan produk selai kulit dan daging buah naga merah sebagai kudapan tinggi antioksidan. *Nutri-Sains*. 2(1):42–55.
- Nitithan Bsc S, Komindr S, Nichachotsalid Bsc A. 2004. Phytate and fiber content in thai fruits commonly consumed by diabetic patients. *J Med Assoc Thai*. 87 (12): 1444-1446.
- Novindah L. 2018. Pemanfaatan kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) pada pembuatan es krim [skripsi]. Pangkajene dan Kepulauan: Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Nur MA, Uddin MR, Uddin MJ, Satter MA, Amin MZ. 2023. Physiochemical and nutritional analysis of the two species of dragon fruits (*Hylocereus* sp.) cultivated in Bangladesh. *South African Journal of Botany*. 155:103–109.doi:10.1016/j.sajb.2023.02.006.
- Nurjanah L. 2022. Perbedaan kandungan serta bioavailabilitas mineral zinc dan besi pada nasi Nutrizinc dan Ciherang [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Putra S, Johan VS, Ali A. 2016. Penerimaan panelis dan analisis usaha es krim dengan pewarna kulit buah naga merah (*Holycereus polyrhizus*). *Jom Faperta*. 3(2):1–12.
- Putri PS. 2021. Overrun, daya leleh, aktivitas antioksidan dan IC50 es krim susu kambing dengan penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) [skripsi]. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Putri R. 2015. Pengaruh jumlah dan bentuk sago (*Metroxylon* sp) terhadap hasil jadi es krim. *e-Journal Boga*. 04(3):160–170.
- Ramdany R, Supu L, Pulukadang FN. 2020. Acceptability of ice cream products of red fruit (*Pandanus conoideus* Lamk) with sago flour substitution

(*Metroxylon sagu* Rottb). *Al-Sihah: Public Health Science Journal*. 12(2):193–203.doi:10.24252/al.

- Rohayati, Intan Zainafree. 2014. Faktor yang berhubungan dengan penyelenggaraan program makan siang di SD Al Muslim Tambun. *Unnes Journal of Public Health*. 3(3):1–9.
- Rozi F, Shuwiyandi K. 2022. Analisis biaya produksi guna menentukan harga jual PT. Selera Rodjo Abadi Semarang. *Jurnal Akuntansi*. 1(2): 125-132.
- Ruan QY, Zheng XQ, Chen BL, Xiao Y, Peng XX, Leung DWM, Liu EE. 2013. Determination of total oxalate contents of a great variety of foods commonly available in Southern China using an oxalate oxidase prepared from wheat bran. *Journal of Food Composition and Analysis*. 32(1):6–11.doi:10.1016/j.jfca.2013.08.002.
- Sanjaya R, Suhartatik N, Wuri Wulandari Y. 2019. Es krim kedelai hitam (*Glycine soja* l) dengan penambahan lidah buaya (*Aloe vera*). *Jurnal JITIPARI*. 4(2):74–81.
- Setyadjit S, Sukasih E, Risfaheri R. 2018. Fruit waste potential, a weakness or a potency, doing locally effect globally. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*. 5(2):153–158.doi:10.18178/joaat.5.2.153-158.
- Shkemi B, Huppertz T. 2022. Calcium absorption from food products: Food matrix effects. *Nutrients*. 14(1):1–31.doi:10.3390/nu14010180.
- Shlisky J, Mandlik R, Askari S, Abrams S, Belizan JM, Bourassa MW, Cormick G, Driller-Colangelo A, Gomes F, Khadilkar A, *et al.* 2022. Calcium deficiency worldwide: prevalence of inadequate intakes and associated health outcomes. *Ann N Y Acad Sci*. 1512(1):10–28.doi:10.1111/nyas.14758.
- Simatupang NS. 2023. Pengaruh penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik es krim kentang [skripsi]. Universitas Jambi.
- Singh P, Prasad S. 2023 Jul. A review on iron, zinc and calcium biological significance and factors affecting their absorption and bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*.doi:10.1016/j.jfca.2023.105529.
- Singh-Ackbarali D, Maharaj R. 2014. Sensory evaluation as a tool in determining acceptability of innovative products developed by undergraduate students in food science and technology at the University of Trinidad and Tobago. *Journal of Curriculum and Teaching*. 3(1):9–27.doi:10.5430/jct.v3n1p10.
- Suryono C, Ningrum L, Dewi TR. 2018. Uji kesukaan dan organoleptik terhadap 5 kemasan dan produk Kepulauan Seribu secara deskriptif. *Jurnal Pariwisata*. 5(2):95–106.
- Susanti S, Legowo AM, Mulyani S, Pratama Y. 2022. Characteristics of yogurt ice cream fortified with red dragon fruit puree as anti-obesity functional food. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 17(2):115–122.doi:10.25182/jgp.2022.17.2.115-122.

Syed QA, Anwar S, Shukat R, Zahoor T. 2018. Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 8(6):422–435.doi:10.15406/jnhfe.2018.08.00305.

Umar R, Siswosubroto SE, Tinangon MR, Yelnetty A. 2019. Kualitas sensoris es krim yang ditambahkan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Zootec*. 39(2):284–292.

[UNEP] United Nations Environment Programme. 2021. *Food Waste Index Report 2021*. Kenya: UNEP.

Vavrusova M, Skibsted LH. 2014. Calcium nutrition. Bioavailability and fortification. *Lwt*. 59(2P2):1198–1204.doi:10.1016/j.lwt.2014.04.034.

Waladi, Johan VS, Hamzah F. 2015. Pemanfaatan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai bahan tambahan dalam pembuatan es krim. *Jom Faperta*. 2(1):1–11.

Yanuarda A, Purwadi, Rosyidi D. 2014. The effect of *Aloe barbadensis* Miller gel concentration as stabilizers on ice cream from viscosity, overrun, melting rate and total solids [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.

Zaidel DNA, Rashid JM, Hamidon NH, Salleh LM, Kassim ASM. 2017. Extraction and characterisation of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Chem Eng Trans*. 56:805–810.doi:10.3303/CET1756135.

Zhang H, Chen J, Li J, Wei C, Ye X, Shi J, Chen S. 2018. Pectin from citrus canning wastewater as potential fat replacer in ice cream. *Molecules*. 23(4).doi:10.3390/molecules23040925.

@Hak Cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.