

**PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI TEPUNG PORANG
(*Amorphophallus muelleri* Blume) SEBAGAI BAHAN PENSTABIL
TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORIS ES
KRIM CASCARA ARABIKA**

SKRIPSI

Oleh
AISHA NUR ALIFAH



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI TEPUNG PORANG
(*Amorphophallus muelleri* Blume) SEBAGAI BAHAN PENSTABIL
TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORIS ES KRIM
CASCARA ARABIKA

Oleh

AISHA NUR ALIFAH
NIM: 23020122140108

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pangan pada Program Studi S-1 Teknologi Pangan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Aisha Nur Alifah
NIM	: 23020122140108
Program Studi	: S-1 Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul: **Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai Bahan Penstabil terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Es Krim *Cascara Arabika*** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide dan kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu : **Prof. Ir. Anang Mohamad Legowo, M.Sc., Ph.D.** dan **Fariz Nurmita Aziz, S.T.P., M.Sc.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, 4 Agustus 2026

Penulis,



Aisha Nur Alifah

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Prof. Ir. Anang M. Legowo, M.Sc., Ph.D.

Fariz Nurmita Aziz, S.T.P., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PENGARUH PERBEDAAN
KONSENTRASI TEPUNG PORANG
(*Amorphophallus muelleri* Blume) SEBAGAI
BAHAN PENSTABIL TERHADAP
KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN
SENSORIS ES KRIM *CASCARA* ARABIKA

Nama Mahasiswa : AISHA NUR ALIFAH

Nomor Induk Mahasiswa : 23020122140108

Program Studi/Departemen : S-1 TEKNOLOGI PANGAN / PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **16 SEP 2026**

Pembimbing Utama



Prof. Ir. Anang Mohamad Legowo, M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota



Fariz Nurmita Aziz, S.T.P., M.Sc.

Ketua Program Studi



Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Swastika Dewi, S.T.P., M.Sc.

Dekan




Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Ketua Departemen



Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

RINGKASAN

AISHA NUR ALIFAH. 23020122140108. 2026. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai Bahan Penstabil terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Es Krim *Cascara* Arabika. (Pembimbing: **ANANG MOHAMAD LEGOWO** dan **FARIZ NURMITA AZIZ**).

Peningkatan permintaan atas produk berserat pangan menciptakan potensi pengembangan produk dengan pengkayaan serat pangan. Penggunaan tepung porang pada es krim *cascara* Arabika berpotensi memperkaya serat pangan dan juga memperbaiki karakteristik fisikokimia dan sensoris. Penelitian dilakukan dari bulan Desember 2025 – Mei 2026 di Laboratorium Kimia Pangan, Laboratorium Gizi Pangan, dan Laboratorium Riset Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang serta Laboratorium Chem-Mix Pratama, Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi tepung porang sebagai bahan penstabil pada es krim *cascara* Arabika terhadap serat pangan, *water holding capacity* (WHC), total padatan, total padatan terlarut, *overrun*, dan waktu leleh serta karakteristik organoleptik dan hedonik.

Percobaan dilakukan untuk menguji perlakuan penambahan tepung porang berdasarkan perbedaan konsentrasi yaitu 0%; 0,2%; 0,4%; 0,6%; dan 0,8%. Materi yang digunakan untuk membuat es krim pada penelitian ini yaitu *cascara* Arabika (Temanggung, Jawa Tengah), akuades, tepung porang (Kusuka Ubiku), susu pasteurisasi (Greenfields), *whipping cream* (Anchor), gula pasir (Gulaku), dan kuning telur. Materi yang digunakan untuk pengujian parameter yaitu *buffer* fosfat pH 7, enzim α -amilase, akuades, HCl 1 N, enzim pepsin, NaOH 1 N, enzim β -amilase, etanol, dan aseton. Pembuatan es krim diawali dengan pembuatan larutan *cascara* Arabika 20% dan pre-hidrasi tepung porang. Bahan untuk es krim kemudian dicampur menggunakan *mixer*, dimasak, ditambahkan larutan *cascara* Arabika dan larutan tepung porang, dicampur, di-*aging* selama 24 jam, di-*churning* selama 15 menit, kemudian dibekukan selama 24 jam. Data dari pengujian *overrun*, waktu leleh, total padatan terlarut, total padatan, dan *water holding capacity* dianalisis menggunakan uji statistik *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut Duncan Multiple Range Test. Data dari pengujian serat pangan dianalisis secara deskriptif. Data nonparametrik dari pengujian karakteristik organoleptik dan hedonik dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney apabila terdapat pengaruh nyata.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi tepung porang berpengaruh nyata terhadap total padatan, total padatan terlarut, *overrun*, warna (hedonik), aroma (organoleptik), dan rasa (organoleptik). Penambahan tepung porang dengan konsentrasi yang berbeda pada es krim *cascara* Arabika juga menunjukkan tren peningkatan pada parameter serat pangan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul “Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai Bahan Penstabil terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Es Krim *Cascara Arabika*”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan adik penulis, Bapak Wawan Karsiwan, Ibu Septiana Runikasari, dan Ahmad Rizky Fadhilah yang selalu mendukung, mendoakan, dan mencurahkan kasih sayang bagi penulis;
2. Prof. Ir. Anang Mohamad Legowo, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Fariz Nurmita Aziz, S.T.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan masukan untuk penulis selama seluruh proses penelitian dan penulisan skripsi;
3. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan untuk penulis mengikuti perkuliahan, melakukan penelitian, dan menulis skripsi guna memperoleh gelar sarjana;
4. Bapak Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian sekaligus Ketua Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian;
5. Ibu drh. Siti Susanti, Ph.D. selaku Koordinator Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan dan Bapak Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Koordinator Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian yang telah memberikan izin dan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan kegiatan penelitian di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan serta Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian;

6. Ibu Dr. Sri Mulyani, S.Pt., M.P. selaku Dosen Wali yang memberi dukungan dan bimbingan bagi penulis selama masa perkuliahan;
7. Prof. Dr. Ir. Yoyok Budi Pramono, S.Pt., M.P., IPM dan Ibu Ratih Paramastuti, S.Gz., M.Si. selaku dosen penguji dan Ibu Swastika Dewi, S.T.P., M.Sc. selaku dosen panitia yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang berharga demi perbaikan skripsi ini;
8. Seluruh Dosen Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat;
9. Bapak Indarto S., A. Md. dan Mbak Nadya Annisa Perwitasari, S.P. selaku laboran Laboratorium Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian yang selalu mendukung dan memfasilitasi kegiatan penelitian penulis;
10. Seluruh tenaga kependidikan dan staf administrasi Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian yang telah mendukung selama masa perkuliahan penulis;
11. Melly, Yumna, Delima, dan Alifia selaku sahabat penulis yang selalu mendukung, mendoakan, dan mendengarkan keluh kesah Penulis;
12. Sahabat dan rekan-rekan penulis selama menempuh perkuliahan di Universitas Diponegoro, Anindita, Syifa, Neris, Dinda, Indah, Nisa, Nadia;
13. Sahabat dan rekan-rekan Minerva Research Club 2023-2025 dan IAAS LC UNDIP 2024;
14. Teman-teman Teknologi Pangan 2022 yang telah kebersamai penulis untuk berbagi kisah selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa di dalam proses penyusunan Skripsi ini memiliki kekurangan baik teknis penulisan maupun materi sehingga penulis mengharapkan kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun untuk perbaikan ke depannya. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak baik bagi penulis maupun bagi para pembaca umumnya.

Semarang, Agustus 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Es Krim.....	5
2.2 Penstabil pada Es Krim	8
2.3 Tepung Porang (<i>Amorphophallus oncophyllus</i>).....	8
2.4 <i>Cascara Arabika</i>	10
2.5 Parameter Pengujian	13
BAB III. MATERI DAN METODE.....	24
3.1 Materi Penelitian	24
3.2 Metode Penelitian.....	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Serat Pangan	38
4.2 <i>Water Holding Capacity</i>	41
4.3 Total Padatan	43
4.4 Total Padatan Terlarut	46
4.5 <i>Overrun</i>	48
4.6 Waktu Leleh	52
4.7 Warna	54
4.8 Aroma	58

4.9	Rasa	60
4.10	Tekstur.....	62
4.11	Penentuan Perlakuan Terbaik.....	64
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....		66
5.1	Simpulan.....	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		88
RIWAYAT HIDUP		135

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Syarat Mutu Es Krim (SNI 3713-2018)	7
2.	Kriteria Mikrobiologi Es Krim (SNI 3713-2018)	7
3.	Desain Penelitian Es Krim <i>Cascara</i> Arabika dengan Tepung Porang	25
4.	Formulasi Es Krim <i>Cascara</i> Arabika dengan Tepung Porang.....	29
5.	Kriteria Pengujian Organoleptik Es Krim <i>Cascara</i> Arabika	34
6.	Kriteria Pengujian Hedonik Es Krim <i>Cascara</i> Arabika.....	34
7.	Hasil Pengujian Serat Pangan Es Krim <i>Cascara</i> Arabika....	37
8.	Hasil Pengujian <i>Water Holding Capacity</i> Es Krim <i>Cascara</i> Arabika	40
9.	Hasil Pengujian Total Padatan Es Krim <i>Cascara</i> Arabika...	43
10.	Hasil Pengujian Total Padatan Terlarut Es Krim <i>Cascara</i> Arabika	46
11.	Hasil Pengujian <i>Overrun</i> Es Krim <i>Cascara</i> Arabika	48
12.	Hasil Pengujian Waktu Leleh Es Krim <i>Cascara</i> Arabika....	52
13.	Hasil Pengujian Karakteristik Sensoris Warna Es Krim <i>Cascara</i> Arabika.....	54
14.	Hasil Pengujian Karakteristik Sensoris Aroma Es Krim <i>Cascara</i> Arabika.....	58
15.	Hasil Pengujian Karakteristik Sensoris Rasa Es Krim <i>Cascara</i> Arabika.....	60
16.	Hasil Pengujian Karakteristik Sensoris Tekstur Es Krim <i>Cascara</i>	62

17. Hasil Perhitungan Nilai Hasil Perlakuan Perbedaan Konsentrasi.....	64
--	----

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor		Halaman
1.	Proses Pembuatan Larutan <i>Cascara</i> Arabika 20%.....	27
2.	Proses Hidrasi Tepung Porang	28
3.	Proses Pembuatan Es Krim <i>Cascara</i> Arabika	31

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Data Lengkap Serat Pangan Tak Larut (%).....	88
2.	Data Lengkap Serat Pangan Terlarut (%).....	88
3.	Data Lengkap Total Serat Pangan (%)	88
4.	Perhitungan Nilai Total Serat Pangan (%)	88
5.	Hasil Uji Statistik Normalitas Parameter <i>Water Holding Capacity</i> , Total Padatan, Total Padatan Terlarut, <i>Overrun</i> , dan Waktu Leleh	89
6.	Hasil Uji Statistik Homogenitas Parameter <i>Water Holding Capacity</i> , Total Padatan, Total Padatan Terlarut, <i>Overrun</i> , dan Waktu Leleh	90
7.	Hasil Uji Statistik One-way ANOVA Parameter <i>Water Holding Capacity</i> , Total Padatan, Total Padatan Terlarut, <i>Overrun</i> , dan Waktu Leleh.....	91
8.	Hasil Uji Statistik Lanjut Duncan Parameter <i>Water Holding Capacity</i>	92
9.	Hasil Uji Statistik Lanjut Duncan Parameter Total Padatan	92
10.	Hasil Uji Statistik Lanjut Duncan Parameter Total Padatan Terlarut	92
11.	Hasil Uji Statistik Lanjut Duncan Parameter Waktu Leleh .	93
12.	Hasil Uji Statistik Lanjut Duncan Parameter <i>Overrun</i>	93
13.	Data Lengkap <i>Water Holding Capacity</i>	94
14.	Perhitungan Nilai <i>Water Holding Capacity</i>	94
15.	Data Lengkap Total Padatan	96
16.	Perhitungan Nilai Total Padatan (%).....	96

17. Data Lengkap Total Padatan Terlarut	98
18. Data Lengkap Overrun (%)	98
19. Perhitungan Nilai Overrun (%)	99
20. Data Lengkap Waktu Leleh.....	100
21. Formulir Pengujian Sensoris Organoleptik	101
22. Formulir Pengujian Sensoris Hedonik	102
23. Data Lengkap Pengujian Sensoris Organoleptik.....	103
24. Data Lengkap Pengujian Sensoris Hedonik	107
25. Hasil Uji Statistik Kruskal-wallis Karakteristik Organoleptik.....	111
26. Hasil Uji Statistik Lanjut Mann-whitney Karakteristik Organoleptik Aroma dan Rasa	112
27. Hasil Uji Statistik Kruskal-wallis Karakteristik Hedonik	120
28. Hasil Uji Statistik Mann-whitney Karakteristik Hedonik Warna	121
29. Tabel Pembobotan Berdasarkan Kelompok Parameter	125
30. Tabel Pembobotan Per Kelompok Parameter	126
31. Perhitungan Nilai Efektivitas (NE) dan Nilai Hasil (NH)....	127
32. Perhitungan Nilai Hasil Perlakuan	132
33. Dokumentasi.....	132

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan pasar akan serat pangan terus mengalami peningkatan ditinjau dari beberapa laporan seperti Grand View Research (2026). Serat pangan merupakan salah satu jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh usus halus tapi dapat difermentasi di usus besar dan memiliki berbagai manfaat kesehatan (Guo *et al.*, 2022; Ye *et al.*, 2022). Tingginya urgensi pemenuhan serat bagi kesehatan tubuh ini mendasari pentingnya pengembangan inovasi produk pangan melalui pengkayaan serat, khususnya pada kelompok produk makanan yang diminati oleh masyarakat namun secara alami memiliki kandungan serat yang cenderung rendah seperti es krim.

Es krim merupakan produk makanan penutup hasil olahan susu yang populer dan banyak digemari (Marwati *et al.*, 2021). Es krim sebagai produk olahan susu kaya akan nutrisi seperti protein dan mikronutrien berupa kalsium, magnesium, potasium, seng, dan fosfor, namun cenderung mengandung sedikit serat pangan (Bagy *et al.*, 2025). Selain meningkatkan nilai gizi dari aspek kandungan serat, serat pangan juga dapat berperan sebagai penstabil, pengental, atau pengemulsi (Bahlawan *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan potensi pengembangan es krim melalui pengkayaan serat bukan hanya bermanfaat dari aspek gizi namun juga aspek fisik.

Bahan lokal yang memiliki kandungan serat salah satunya adalah *cascara*. *Cascara* merupakan produk hasil samping buah kopi berupa kulit kopi yang telah dikeringkan dan diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif dan serat pangan, menjadikannya sebagai salah satu bahan potensial dalam pengembangan produk dengan pengkayaan serat pangan (Husna *et al.*, 2023). *Cascara* diketahui mengandung 37,52% serat pangan, kafein, asam galat, asam protokatekuat, asam klorogenat, rutin, serta menunjukkan aktivitas antioksidan (Heeger *et al.*, 2017; Poláková *et al.*, 2023).

Pengolahan *cascara* menjadi es krim sebelumnya pernah dilakukan oleh Pramono *et al.* (2021) dengan bahan penstabil karboksilmetil selulosa (CMC) dimana ditemukan bahwa semakin tinggi konsentrasi dari larutan *cascara* yang digunakan, semakin lama waktu lelehnya dan semakin disukai warnanya oleh panelis. Namun demikian, waktu leleh es krim *cascara* Arabika pada penelitian tersebut masih berada pada rentang 7,96-11,28 menit. Meskipun standar waktu leleh es krim tidak diatur oleh SNI 01-3713-1995 maupun SNI 3713-2018, rentang tersebut relatif rendah jika dibandingkan penelitian lain yaitu 10-15 menit (Puspitasari *et al.*, 2021) atau 10-20 menit (Puspa *et al.*, 2023) maupun 15-25 menit (Simatupang *et al.*, 2024). Penelitian oleh Pramono *et al.* (2021) tersebut juga tidak menguji parameter seperti *overrun* dan kandungan serat pangan yang relevan terhadap es krim maupun penambahan bahan dengan kandungan serat pangan. Hal ini menunjukkan adanya potensi untuk mengeksplorasi bahan penstabil lokal dalam pengembangan produk es krim *cascara* Arabika yang dapat memperlama waktu leleh dan juga memberi nilai tambah berupa pengkayaan serat pangan.

Umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan salah satu umbi-umbian lokal yang dapat menjadi sumber serat pangan (Setiarto *et al.*, 2024). Serat pangan utama pada umbi porang adalah glukomanan dengan kadar 15 sampai 64%. (Nurkhamidah *et al.*, 2024). Glukomanan terdiri atas berbagai gugus hidroksil sehingga memiliki kapasitas pengikatan air yang tinggi. Kemampuan tersebut membuat glukomanan sering dimanfaatkan sebagai penstabil, pengental, dan pengemulsi pada industri pangan (Bahlawan *et al.*, 2021; Nurrahman *et al.*, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa tepung porang yang mengandung glukomanan memiliki potensi tidak hanya sebagai bahan penstabil alami tetapi juga sumber serat pangan pada produk es krim.

Tepung porang sebagai bahan penstabil pada es krim telah banyak diteliti oleh para peneliti terdahulu. Penelitian oleh Sembiring *et al.* (2019) menguji perbedaan konsentrasi tepung porang terhadap *overrun*, waktu leleh, total padatan, serta pengujian *ranking*. Sementara itu, penelitian oleh Siedharta *et al.* (2024) menguji penggunaan pasta ekstrak umbi porang bersama dengan ekstrak tempe kacang tunggak sebagai penstabil pada es krim terhadap kadar protein, kadar lemak, total padatan, kadar gula, *overrun*, waktu leleh, dan *total plate counts*. Namun demikian, penelitian tentang penggunaan tepung porang dengan konsentrasi yang berbeda sebagai bahan penstabil pada es krim *cascara* Arabika masih terbatas sehingga memiliki peluang untuk dieksplorasi terutama terhadap parameter serat pangan, *water holding capacity* (WHC), total padatan, total padatan terlarut, *overrun*, dan waktu leleh serta karakteristik organoleptik dan hedonik dari es krim *cascara* Arabika yang menggunakan tepung porang sebagai bahan penstabil. Oleh karena

itu, penelitian mengenai pengaruh perbedaan konsentrasi tepung porang sebagai penstabil sekaligus sumber serat pada es krim *cascara* Arabika terhadap karakteristik fisikokimia dan sensoris sangat penting dilakukan guna mendapatkan formulasi es krim dengan pengkayaan serat.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi tepung porang sebagai bahan penstabil pada es krim *cascara* Arabika terhadap serat pangan, *water holding capacity* (WHC), total padatan, total padatan terlarut, *overrun*, dan waktu leleh serta karakteristik organoleptik dan hedonik. Penelitian ini memiliki manfaat untuk memberikan informasi mengenai potensi pemanfaatan tepung porang sebagai bahan penstabil sekaligus bahan pengkayaan serat pangan dalam pengembangan es krim *cascara* Arabika.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Es Krim

Es krim merupakan produk beku hasil olahan susu terbuat dari air, susu, susu bubuk, krim atau minyak sayur, gula, serta bahan tambahan pangan lainnya. Es krim merupakan produk tinggi lemak, tinggi gula, dan tinggi kalori yang dihasilkan melalui proses homogenisasi, *aging*, dan aerasi (Hei *et al.*, 2024; Xu *et al.*, 2025; Zou *et al.*, 2026). Secara mikro, es krim tersusun oleh sistem koloid kompleks yang terdiri atas gelembung udara, globula lemak, dan kristal es yang terdispersi pada larutan yang terdiri atas protein, karbohidrat, dan garam (Chen *et al.*, 2019).

Proses pembuatan es krim umumnya diawali dengan pasteurisasi. Pasteurisasi merupakan salah satu tahap yang menjadi titik kritis pada proses pembuatan es krim (Camci *et al.*, 2025). Proses ini bertujuan untuk memastikan kebersihan serta keamanan dan memperpanjang masa simpan susu yang digunakan sebagai bahan baku es krim (Chai *et al.*, 2026). Setelah dipasteurisasi, adonan es krim umumnya akan melewati tahap homogenisasi dimana adonan es krim diberikan tekanan tinggi (Cruz *et al.*, 2022). Homogenisasi merupakan tahap yang penting dalam menentukan kualitas tekstur, konsistensi, dan *mouthfeel* es krim. Hal tersebut dikarenakan homogenisasi berperan dalam mencegah terbentuknya globula lemak yang besar serta memastikan lemak, penstabil, dan bahan-bahan lain tersebar secara merata (Harfoush *et al.*, 2024).

Bahan adonan es krim yang telah melewati tahap pasteurisasi dan homogenisasi selanjutnya akan melalui tahap *aging*. Proses *aging* umumnya dilakukan dengan mendinginkan adonan es krim selama 24 jam pada suhu 0-4°C dengan tujuan agar lemak pada adonan dapat memadat dan viskositasnya dapat meningkat (Hidayah *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2025). Adonan es krim yang telah melewati proses *aging* kemudian di-*churning* menggunakan *ice cream maker*. *Churning* merupakan proses pengocokan yang bertujuan untuk memecah emulsi minyak dalam air. Pada proses pengocokan ini akan terjadi aerasi emulsi, yaitu terbentuknya struktur jaringan akibat penggabungan globula lemak. Struktur jaringan ini akan mengelilingi dan menopang gelembung udara yang masuk pada proses *churning* (Bakti *et al.*, 2017; Hei *et al.*, 2025; Yan *et al.*, 2025).

Es krim yang di-*churning* menggunakan *ice cream maker* juga mengalami pembekuan (*freezing*) di saat yang bersamaan. *Freezing* umumnya terjadi pada suhu -4°C. *Freezing* merupakan salah satu tahap krusial pada proses pembuatan es krim karena dapat menentukan tekstur, *creaminess*, dan kemampuan meleleh dalam mulut. Proses pembekuan es krim terdiri atas tiga fenomena yaitu nukleasi dan pertumbuhan kristal es, pemecahan dan penggabungan gelembung udara, serta aglomerasi globula lemak. Proses tersebut akan menentukan struktur internal es krim (kristal es, gelembung udara, dan globula lemak) dan kemudian akan berpengaruh terhadap sifat-sifat es krim seperti tekstur, reologi, dan kemampuan melelehnya (Masuda *et al.*, 2024). Tahap terakhir pada pembuatan es krim adalah *hardening*. *Hardening* merupakan proses pengerasan yang dilakukan pada

temperatur yang sangat rendah untuk menstabilkan struktur es krim dan mencegah pembentukan ulang kristal es (Satar dan Nistia, 2023; Xue *et al.*, 2023).

Syarat mutu es krim di Indonesia diatur pada SNI 3713-2018 dengan kriteria mutu pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Syarat Mutu Es Krim (SNI 3713-2018)

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Total padatan	Fraksi massa, %	Min. 31
3	Lemak	Fraksi massa, %	Min. 5,0
4	Protein	Fraksi massa, %	Min. 2,7
5	Cemaran logam berat		
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,02*)
5.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,05*)
5.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0*)
5.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,02*)
6	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,10*)
7	Cemaran mikroba	-	Lihat Tabel 2.

Catatan: *)dihitung terhadap produk siap konsumsi.

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2018

Kriteria atas cemaran mikrobiologi pada es krim juga diatur pada SNI 3713-2018 sebagaimana pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Kriteria Mikrobiologi Es Krim (SNI 3713-2018)

No	Jenis Cemaran Mikroba	n	c	m	M
1	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2	10 koloni/g	10 ² koloni/g
2	<i>Salmonella</i>	5	0	Negatif/25 g	NA
3	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	10 ² koloni/g	NA

CATATAN

n adalah jumlah sampel yang diambil dan dianalisis.

c adalah jumlah maksimum sampel yang boleh melampaui batas mikroba untuk menentukan keberterimaan suatu produk pangan.

m, M adalah batas mikroba.

NA adalah *Not Applicable*.

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2018

2.2 Penstabil pada Es Krim

Penstabil pada es krim merupakan bahan tambahan pangan yang digunakan untuk menghasilkan tekstur dan *body* yang lembut, mencegah dan mengurangi pembesaran kristal es dan kristal laktosa pada masa penyimpanan, memberikan keseragaman pada produk, dan menahan es krim untuk meleleh. Penstabil pada es krim umumnya menggunakan polisakarida seperti guar, *locust bean gum*/gum kacang *locust*, karboksimetil selulosa, dan xanthan (Goff dan Hartel, 1995). Penstabil es krim yang didispersikan dalam fase cair akan bekerja dengan cara mengikat air bebas dalam jumlah besar dan meningkatkan viskositas sistem sehingga membatasi pergerakan air dalam sistem emulsi. Penstabil juga akan membentuk selaput yang melindungi komponen seperti udara dan lemak dari pengaruh suhu lingkungan. Mekanisme tersebut menciptakan halangan sterik yang berperan dalam menstabilkan emulsi dan mencegah kristal es untuk membesar. Pada kondisi sistem yang teraerasi, lapisan antarmuka dan viskositas tinggi yang dihasilkan oleh penstabil juga membantu menjaga stabilitas busa karena mencegah drainase dan penggabungan gelembung udara (Agbawodike *et al.*, 2026; Sun *et al.*, 2022; Widyasari *et al.*, 2018).

2.3 Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Tepung porang merupakan tepung yang dihasilkan dari proses pengeringan dan penghalusan umbi porang (Naufali dan Putri, 2023). Umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume, sinonim: *Amorphophallus oncophyllus*) mengandung 76.5% pati, 9.20% protein, 0.20% lemak, 25% serat, serta memiliki

kandungan senyawa glukomanan dan kristal asam oksalat yang cukup tinggi (Sumarwoto, 2004).

Glukomanan merupakan senyawa utama dari umbi porang (Rahmat *et al.*, 2023). Glukomanan sendiri merupakan polisakarida yang terdiri atas unit β -D-mannosa dan β -D-glukosa yang terikat oleh gugus asetil dengan ikatan β -1,4 dan β -1,6 glikosida (Wardani *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil penelitian oleh Afifah *et al.* (2025), kandungan glukomanan pada umbi porang adalah 65.44% pada basis kering. Sementara itu, menurut Handayani *et al.* (2020), kandungan glukomanan pada umbi porang berkisar antara 45-65%. Adapun penelitian oleh Nurlela *et al.* (2022) menemukan bahwa kandungan glukomanan pada porang berkisar di antara 81,14%-90,00%.

Viskositas glukomanan sendiri termasuk yang cukup tinggi, yaitu dapat mencapai 14,200 cPs. Glukomanan juga memiliki kemampuan retensi air yang tinggi mencapai 1486 wt% (Waresindo *et al.*, 2025). Glukomanan sendiri merupakan hidrokoloid, yaitu komponen polimer dengan gugus hidroksil yang dapat larut dalam air, membentuk koloid, serta membentuk gel atau mengentalkan. Hidrokoloid banyak dimanfaatkan untuk membentuk lapisan film, mengemulsi, menstabilkan, merekatkan, mengentalkan, serta membentuk gel (Wardani *et al.*, 2021; Herawati, 2018). Karakteristik fisik glukomanan tersebut menjadikannya banyak digunakan di industri pangan sebagai bahan tambahan pangan untuk kebutuhan mengemulsi dan menstabilkan (Bahlawan *et al.*, 2021).

2.4 *Cascara Arabika*

Cascara merupakan produk hasil samping kopi dari seduhan kulit kopi yang dikeringkan dan umumnya disajikan dalam bentuk teh fungsional dengan rasa netral atau masam tergantung metode pengolahannya. Kulit kopi atau *coffee husk* merupakan produk hasil samping yang dihasilkan dari proses pengeringan dan pengupasan ceri kopi. Kulit kopi mengandung kafein, polifenol, dan tanin yang dapat menyebabkan masalah lingkungan jika dibuang tanpa perlakuan yang sesuai. Pembuatan *cascara* merupakan upaya valorisasi atau meningkatkan nilai dari kulit kopi (Heeger *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2021; Husna *et al.*, 2023). *Cascara* telah diakui sebagai jenis makanan baru dan dianggap aman untuk dikonsumsi dalam bentuk seduhan air dengan beberapa persyaratan tertentu oleh European Food Safety Authority (EFSA) (European Food Safety Authority, 2022). Wibowo *et al.* (2024) menggambarkan profil rasa *cascara* sebagai gabungan dari ceri, mangga, asam jawa, dan teh hitam yang memiliki aroma asam yang kuat.

Cascara tinggi akan kandungan antioksidan alami seperti antosianin, betakaroten, polifenol, dan vitamin C (Romaui *et al.*, 2024). Penelitian oleh Heeger *et al.* (2017) menemukan bahwa *cascara* yang dihasilkan dari beberapa varietas *Coffea arabica* yang berbeda mengandung kafein sejumlah 226.4 mg/L; asam galat 4.3 mg/L; asam protokatekuat 85,0 mg/L; asam klorogenat 69.6 mg/L; rutin 6.1 mg/L; serta aktivitas antioksidan sejumlah 8.86 mmol TE/L (ORAC), 3.02 mmol TE/L (ABTS); 283 mg GAE/L (TPC). Penelitian oleh Rahmawati *et al.* (2025) yang meneliti *cascara* komersial dari berbagai daerah di Indonesia (Sumedang, Bandung, Temanggung, Jakarta, Palembang, Situbondo, dan Ciwidey) menemukan

bahwa *cascara* tersebut mengandung total fenolik sejumlah 4.50 mg GAE/g sampai 24.63 mg GAE/g); total flavonoid sejumlah 0.83 mg QE/g sampai 4.40 mg QE/g; vitamin C sejumlah 15.28 mg/100 g sampai 31.69 mg/100 g; aktivitas antioksidan sejumlah 290.63 ppm sampai 3323.68 ppm; sedangkan beberapa varietas tidak terdeteksi mengandung antosianin dan untuk yang terdeteksi mengandung antosianin sejumlah 1.92 mg/L sampai 10.15 mg/L. Penelitian oleh Pua *et al.* (2021) juga menemukan bahwa *cascara* Arabika mengandung sebanyak 151 senyawa volatil, sedangkan senyawa non-volatilnya mencakup gula, asam organik, metilxantin, dan polifenol. *Cascara* Arabika juga diketahui memiliki kandungan kafein yang bervariasi, mencapai 21.07% dalam ekstrak etanol dan 2.22 mg/100 g pada sampel lainnya (Lestari *et al.*, 2023; Poláková *et al.*, 2025).

Kandungan senyawa bioaktif ini membuat *cascara* umumnya diolah menjadi minuman fungsional (Heeger *et al.*, 2017) seperti kombucha (Delorme *et al.*, 2025) dan kefir air (Chomphoosee *et al.*, 2025). Pengolahan *cascara* menjadi es krim sebelumnya pernah dilakukan oleh Pramono *et al.* (2021) dimana ditemukan bahwa semakin tinggi konsentrasi dari ekstrak *cascara* yang digunakan, semakin lama waktu lelehnya dan semakin disukai warnanya oleh panelis. Budirahayu *et al.* (2020) juga pernah meneliti pembuatan *frozen yoghurt* dengan penambahan *milk cascara*, yaitu campuran susu dan *cascara*. Penelitian tersebut menemukan bahwa konsentrasi yang optimal adalah 10% *milk cascara* dan semakin banyak *milk cascara* yang ditambahkan maka warna akan semakin gelap, waktu leleh semakin lama, *overrun* semakin rendah, serta total padatan, pH, dan kandungan antioksidan menjadi semakin tinggi.

Cascara juga merupakan sumber serat pangan karena mengandung baik serat pangan terlarut dan serat pangan tidak terlarut (Romaui *et al.*, 2023). (European Food Safety Authority, 2022) menyebutkan bahwa *cascara* juga mengandung karbohidrat tercerna, serat pangan, dan air. Penelitian yang dilakukan oleh Oliveira *et al.* (2021) mengestimasi *cascara* atau *coffee husks* mengandung total karbohidrat sejumlah 53% berdasarkan jumlah selulosa, hemiselulosa, pektin polisakarida, dan gula bebasnya. Collazo-Bigliardi *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa *cascara* atau *coffee husk* kaya akan selulosa (~57%) dan lignin (~22%).

Penambahan *cascara* pada produk beku hasil olahan susu memberikan diferensiasi produk dan juga meningkatkan manfaat fungsional produk tersebut karena meningkatkan aktivitas antioksidannya (Budirahayu *et al.*, 2020). Selain meningkatkan manfaat fungsional produk, penggunaan *cascara* Arabika untuk fortifikasi es krim juga merupakan pilihan yang ramah lingkungan. Hal ini didukung oleh pendapat Poláková *et al.* (2023) bahwa menggunakan produk samping kopi memiliki peran yang penting dalam menangani isu terkait konsumsi gizi yang tidak seimbang, pertumbuhan populasi, serta penyakit terkait makanan. Pemanfaatan *cascara* sebagai upaya peningkatan nilai limbah dan produk hasil samping juga selaras dengan prinsip bioekonomi sirkular (Zabaniotou dan Kamaterou, 2019).

2.5 Parameter Pengujian

2.5.1 Serat Pangan

Serat pangan merupakan salah satu jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh usus halus tapi dapat difermentasi di usus besar (Guo *et al.*, 2022). Sumber serat pangan dapat berupa buah-buahan, sayur-sayuran, sereal, umbi-umbian, dan kacang-kacangan (Compaore-Sereme *et al.*, 2022). Berdasarkan kelarutannya dalam air, serat pangan dibagi menjadi serat pangan terlarut dan serat pangan tak larut. Contoh serat pangan terlarut diantaranya adalah β -glukan, arabinoxilan, dan pektin sedangkan contoh serat tak larut diantaranya adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Ariyarathna *et al.*, 2025).

Serat pangan memiliki berbagai manfaat untuk kesehatan. Serat pangan memiliki peran sebagai sumber substrat untuk fermentasi yang dilakukan oleh mikrobiota usus (Guan *et al.*, 2021). Asam lemak rantai pendek (*short chain fatty acid*/SCFA) yang dihasilkan dari fermentasi tersebut juga dapat mendukung pencegahan pertumbuhan bakteri patogen yang berlebih, pencegahan kanker kolon, dan mengurangi kolesterol. Serat pangan juga dapat mengikat air dan membentuk larutan kental yang kemudian menjebak nutrisi yang masuk ke tubuh sehingga menurunkan indeks glikemik (Ye *et al.*, 2022).

Serat pangan juga dapat dimanfaatkan sebagai penstabil, pengemulsi, dan pengental pada pengolahan produk pangan (Suresh *et al.*, 2024). Hal ini didukung oleh *water holding capacity* yang tinggi pada serat pangan (Lv *et al.*, 2017). Serat pangan juga dapat mempengaruhi tekstur dan karakteristik reologi pada produk

pangan (Xia *et al.*, 2024). Pada penelitian oleh Sembiring *et al.* (2019) ditemukan bahwa penambahan serat pangan berupa tepung porang pada es krim nangka berpengaruh nyata terhadap *overrun*, waktu leleh, dan total padatan.

2.5.2 *Water Holding Capacity*

Water holding capacity atau kemampuan menahan air pada suatu sistem pangan (Nur dan Prakosa, 2025). Pada sistem pangan dengan penambahan polisakarida, *water holding capacity* dapat terjadi karena gugus hidroksil pada polisakarida membentuk ikatan hidrogen dengan air (Grossutti dan Dutcher, 2020). Polisakarida juga dapat membentuk jaringan tiga dimensi yang memerangkap air sehingga meningkatkan *water holding capacity* (Yin *et al.*, 2025). *Water holding capacity* pada es krim dapat dipengaruhi oleh penggunaan penstabil berupa hidrokoloid maupun penambahan serat pangan. Hal tersebut didukung oleh penelitian Zhang *et al.* (2020) yang menemukan bahwa kandungan selulosa pada berbagai macam sereal berkontribusi terhadap memiliki *water holding capacity* yang cukup tinggi.

Water holding capacity juga dapat berpengaruh terhadap tekstur, kelelehan, dan sensoris es krim. Hal ini didukung oleh penelitian Yin *et al.* (2025) yang menemukan bahwa sampel dengan nilai *water holding capacity* yang lebih tinggi menghasilkan kristal es dengan ukuran yang lebih kecil dan meningkatkan kelembutan es krim. Penelitian oleh Seo dan Oh (2022) juga menemukan bahwa pada es krim yang mengalami peningkatan *water holding capacity* didapatkan pula kecepatan leleh yang lebih lambat. Penelitian oleh Xu *et al.* (2026) juga

menemukan pada sampel dengan penambahan *Tremella fuciformis* yang meningkatkan nilai *water holding capacity* ditemukan juga peningkatan pada penilaian sensori dibandingkan kontrol.

2.5.3 Total Padatan

Total padatan merupakan jumlah dari semua bahan padat pada es krim, termasuk di dalamnya adalah lemak, gula, total padatan susu bukan lemak, penstabil, dan pengemulsi (Syed *et al.*, 2018). Menurut SNI 3713-2018, minimal total padatan untuk es krim adalah 31%. Penelitian oleh Barros *et al.* (2022) menemukan bahwa pada es krim dengan susu yang disubstitusi oleh konsentrat *whey* beku, total padatan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah konsentrat *whey* yang digunakan. Total padatan pada bahan tambahan yang digunakan juga dapat mempengaruhi total padatan pada es krim. Penelitian oleh Shrestha *et al.* (2025) juga menemukan bahwa pada es krim berperisa basil yang disubstitusi menggunakan susu berbasis sereal *oat* memiliki kadar lemak, protein, dan total padatan yang lebih rendah dibandingkan dengan es krim berperisa basil yang menggunakan susu sapi. Hal ini menunjukkan bahwa kadar protein dan lemak pada komposisi es krim merupakan faktor yang mempengaruhi total padatannya.

Penelitian oleh Yerenova *et al.* (2025) menunjukkan bahwa pada sorbet berbasis melon yang menggunakan penstabil pektin, agar-agar, dan gom guar dengan perbedaan konsentrasi, total padatannya mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi penstabil yang digunakan. Penelitian oleh Hasan *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa pada es krim yang penggunaan bubuk susu

skimnya disubstitusi oleh berbagai bubuk buah kering berbeda menunjukkan bahwa es krim yang disubstitusi dengan bubuk pisang kering memiliki total padatan tertinggi karena total padatan pada bubuk pisang kering tersebut juga lebih tinggi dibandingkan bubuk buah kering lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambahan ataupun bahan khusus dengan jenis dan jumlah yang berbeda dapat mempengaruhi total padatan pada es krim dan produk olahan sejenis.

Penelitian oleh Haifa *et al.* (2024) pada es krim kelor dengan penstabil tepung glukomanan porang menemukan bahwa total padatan es krim akan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung glukomanan porang yang digunakan. Penelitian oleh Siedharta *et al.* (2024) pada es krim dengan penstabil berupa ekstrak tempe kacang tunggak dan pasta ekstrak umbi porang menemukan bahwa total padatan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi penstabil yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan porang sebagai penstabil diperkirakan dapat meningkatkan total padatan pada es krim.

Besaran total padatan pada es krim dapat berkaitan dengan *overrun*, kelelehan, viskositas, dan tekstur. Penelitian oleh Manurung *et al.* (2021) menemukan bahwa pada es krim dengan ekstrak sereh yang ditambahkan karboksimetil selulosa, peningkatan pada total padatan juga dibersamai oleh penurunan *overrun* serta peningkatan waktu leleh dan viskositas. Hal tersebut dikarenakan pada es krim dengan total padatan yang lebih besar, ruang antar partikel menjadi lebih sempit sehingga ruang untuk udara dan air bebas untuk terperangkap lebih kecil. Penelitian oleh Barros *et al.* (2022) juga menyebutkan

bahwa lebih sedikitnya air pada sistem es krim akibat total padatan yang lebih tinggi menghasilkan es krim dengan tekstur yang lebih halus dan lembut.

2.5.4 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merupakan jumlah seluruhnya dari unsur atau bahan yang terlarut pada suatu campuran atau larutan (Pangestu *et al.*, 2024). Unsur atau bahan yang dimaksud tersebut meliputi gula, mineral, serta senyawa organik lainnya (Wayan *et al.*, 2025). Total padatan terlarut pada es krim dapat dipengaruhi oleh bahan seperti gula, padatan susu bukan lemak (*milk solids non-fat/MSNF*), penstabil, dan pengemulsi (Beegum *et al.*, 2022). Jenis maupun konsentrasi dari bahan tersebut juga dapat mempengaruhi total padatan terlarut pada es krim secara signifikan (P. H. da S. Santos *et al.*, 2025). Hal ini didukung oleh penelitian Shelke *et al.* (2020) yang menemukan bahwa pada es krim dengan penambahan bubuk ampas jamun, total padatan terlarut mengalami peningkatan secara signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi bubuk yang digunakan. Penelitian oleh Ulum *et al.* (2022) dengan perlakuan penambahan hidrokoloid karboksilmetil selulosa dan lidah buaya juga menemukan peningkatan total padatan terlarut seiring dengan meningkatnya penggunaan CMC pada formulasi lidah buaya 40% di rentang 24,733°Brix -27,467°Brix.

Total padatan terlarut dapat berpengaruh terhadap waktu leleh dan tekstur. Hal ini sesuai dengan pendapat Guimarães *et al.* (2025) bahwa total padatan terlarut yang lebih tinggi dapat berkontribusi terhadap tekstur yang lebih halus. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang menemukan bahwa pada sampel dengan total

padatan terlarut yang lebih tinggi didapatkan pula waktu leleh yang lebih tinggi Naeem *et al.* (2019).

2.5.5 *Overrun*

Overrun merupakan tingkat pengembangan volume es krim setelah proses pengadukan yang menunjukkan banyak sedikitnya udara yang terperangkap akibat proses agitasi (Burhan *et al.*, 2024; Susanti *et al.*, 2021). *Overrun* merupakan salah satu parameter fisik penting yang menentukan kualitas es krim. *Overrun* memiliki pengaruh terhadap tekstur dan kepadatan es krim (Cahyadi dan Widianegara, 2018). Es krim dengan nilai *overrun* yang terlalu rendah (di bawah 30%) cenderung memiliki tekstur yang terlalu padat dan keras, sedangkan es krim dengan nilai *overrun* yang terlalu tinggi (di atas 140%) cenderung memiliki tekstur yang terlalu lunak. Hal ini dikarenakan jika terlalu banyak udara yang terperangkap di dalam es krim, teksturnya akan seperti salju dan lebih mudah untuk mencair. Sedangkan jika udara yang terperangkap di dalam es krim terlalu sedikit, es krim akan memiliki tekstur yang kasar (Puspitasari *et al.*, 2021).

Overrun suatu produk es krim dapat dipengaruhi oleh kadar lemak, pengemulsi, interaksi antara lemak dan pengemulsi, rasio protein, kecepatan *dasher* pada alat *ice cream maker*, waktu pengadukan, suhu penyimpanan, serta penambahan bahan seperti probiotik dan mineral. Es krim dengan komposisi kadar lemak yang tinggi umumnya menghasilkan *overrun* yang lebih rendah karena viskositasnya meningkat dan udara yang terperangkap berkurang. Hasil penelitian oleh Makki *et al.* (2023) menunjukkan bahwa es krim dengan komposisi kadar

lemak yang lebih tinggi memiliki ukuran sel udara yang lebih kecil dan nilai *overrun* yang lebih rendah. Jenis pengemulsi dan kemampuannya dalam menstabilkan globula lemak juga berpengaruh terhadap nilai *overrun*. Hal ini dikarenakan kinerja pengemulsi tersebut akan mempengaruhi kestabilan dan ukuran sel udara yang kemudian berpengaruh terhadap nilai *overrun* (Warren dan Hartel, 2018). Interaksi antara lemak dan pengemulsi serta kemampuannya dalam mengelola globula lemak menentukan kualitas jaringan lemak yang terbentuk. Jaringan lemak yang kuat dapat memerangkap dan menahan gelembung udara dengan lebih baik sehingga nilai *overrun* yang dihasilkan lebih tinggi. Sementara jika jaringan lemak yang terbentuk kurang berkualitas, udara akan mudah keluar sehingga menghasilkan nilai *overrun* yang lebih rendah (Chen *et al.*, 2025).

Protein memiliki peran dalam emulsifikasi lemak dan penstabilan gelembung udara pada es krim. Protein membentuk membran yang kuat dan tebal di sekitar droplet lemak untuk membantu menjaga struktur dan mencegah peleburan globula lemak. Kasein lebih efektif dalam menstabilkan gelembung air dan mengemulsifikasi lemak sehingga ketika kandungan kasein lebih tinggi, nilai *overrun* yang dihasilkan lebih tinggi juga. Sebaliknya pada campuran es krim dimana kandungan protein *whey* lebih tinggi, *overrun* yang dihasilkan cenderung lebih rendah (Alvi *et al.*, 2025). *Overrun* juga dapat dipengaruhi oleh kecepatan putaran *dasher* pada alat *ice cream mix*. Kecepatan putaran *dasher* yang tinggi selama masa pembekuan meningkatkan tegangan geser sehingga mengecilkan ukuran sel udara dan meningkatkan *overrun* (Warren dan Hartel, 2018). Waktu pengadukan juga menjadi faktor yang berpengaruh terhadap nilai *overrun* es krim.

Hal ini dikarenakan proses pengadukan bertujuan untuk memecah kristal es yang terbentuk menjadi lebih kecil sehingga pencampuran gelembung udara ke dalam adonan es krim dapat terjadi (Oktafiyani dan Susilo, 2019).

Pemberian bahan tambahan juga dapat mempengaruhi kualitas es krim, termasuk *overrun*. Pada beberapa penelitian, penambahan bahan tambahan pangan seperti pengemulsi dan penstabil dapat meningkatkan *overrun* sedangkan penambahan beberapa jenis pemanis dapat menurunkan *overrun* (Sun *et al.*, 2021; Liburdi *et al.*, 2025). Tepung umbi porang merupakan salah satu bahan yang dapat ditambahkan ke *ice cream mix* karena dapat berperan sebagai penstabil. Penelitian oleh Sembiring *et al.* (2019) dan Rohani *et al.* (2025) menunjukkan bahwa penambahan tepung umbi porang sebagai bahan penstabil memiliki pengaruh nyata terhadap *overrun* es krim.

2.5.6 Waktu Leleh

Waktu leleh merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan waktu yang dibutuhkan oleh es krim untuk meleleh secara sempurna (Marwati *et al.*, 2021). Meskipun standar waktu leleh sendiri tidak diatur oleh SNI 01-3713-1995 maupun SNI 3713-2018, beberapa penelitian menyebutkan bahwa waktu leleh yang baik berada di rentang 10-15 menit (Puspitasari *et al.*, 2021) atau 10-20 menit (Puspa *et al.*, 2023) atau 15-25 menit (Simatupang *et al.*, 2024). Waktu leleh es krim dapat dipengaruhi oleh kestabilan lemak, *overrun*, viskositas campuran, ukuran kristal es, sifat fase serum, pengemulsi dan penstabil, serta kondisi penyimpanan.

Kestabilan lemak, secara khusus destabilisasi lemak berpengaruh terhadap sifat reologi es krim yang meleleh, mempengaruhi kemampuan es krim untuk mempertahankan bentuknya dan mencegah pelelehan (Freire *et al.*, 2020). Hal tersebut dikarenakan destabilisasi lemak yang lebih tinggi membentuk jaringan lemak yang menstabilkan gelembung udara sehingga membantu mencegah kerusakan es krim dan memperlambat pelelehan (Wu *et al.*, 2025). *Overrun* juga dapat berpengaruh terhadap waktu leleh dimana semakin tinggi nilai *overrun*, semakin lama juga waktu lelehnya namun nilai *overrun* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan es krim mudah kolaps atau hancur strukturnya (Masrukan *et al.*, 2025). Hal ini dikarenakan *overrun* mempengaruhi ukuran dan distribusi sel udara yang kemudian mempengaruhi waktu leleh dan kekuatan struktur dari es krim. Semakin tinggi *overrun* berarti semakin banyak gelembung udara yang perlu dilalui oleh panas untuk melelehkan es krim sehingga pelelehan terjadi lebih lama (Warren dan Hartel, 2018).

Viskositas campuran es krim juga berpengaruh terhadap waktu leleh es krim. Hal ini dikarenakan campuran dengan viskositas yang lebih tinggi memiliki struktur yang lebih stabil sehingga es krim lebih tahan untuk tidak kolaps dan memiliki waktu leleh yang lebih lama (Wu *et al.*, 2025). Kestabilan struktur es krim yang mendukung waktu leleh yang lebih lama juga dipengaruhi oleh ukuran kristal es. Kristal es dengan ukuran yang lebih kecil menghasilkan struktur yang lebih stabil sehingga es krim membutuhkan waktu lebih lama untuk meleleh (Makki *et al.*, 2023). Sifat-sifat dari fase serum juga mempengaruhi waktu leleh es krim. Fase

serum yang stabil mendukung kekuatan struktur es krim sehingga waktu lelehnya juga lebih lama (Landikhovskaya dan Tvorogova, 2023).

Pengemulsi dan penstabil juga dapat berpengaruh terhadap waktu leleh es krim. Bahan tambahan pangan seperti pengemulsi dan penstabil membantu pembentukan jaringan globula lemak dan sel udara yang stabil sehingga memperlambat kecepatan leleh es krim (Warren dan Hartel, 2018). Kondisi penyimpanan seperti suhu penyimpanan juga tentunya berpengaruh terhadap waktu leleh dimana pada suhu yang lebih rendah waktu leleh es krim juga lebih lama (Sitnikova dan Tvorogova, 2022).

2.5.7 Karakteristik Sensoris

Pengujian sensoris merupakan pengujian yang memanfaatkan indra manusia sebagai alat utamanya. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kualitas dan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk. Kualitas tersebut diukur berdasarkan rangsangan yang diterima oleh indera. Rangsangan ini dapat bersifat mekanis, fisis, dan kimiawi. Rangsangan mekanis diantaranya adalah tekanan dan tusukan, rangsangan fisis diantaranya adalah dingin, panas, sinar, warna, serta rangsangan kimiawi berupa bau, aroma, dan rasa. Pengujian ini umumnya digunakan untuk tujuan pengawasan mutu bahan dan produk, pengembangan produk, penelitian, dan masih banyak lagi (Wulansari *et al.*, 2023; Rangkuti *et al.*, 2024).

Parameter yang diujikan pada pengujian sensoris dapat bermacam-macam menyesuaikan tujuan pengujian dan karakteristik produk. Umumnya, pengujian sensoris dapat meliputi rasa, warna, aroma, dan tekstur. Hal ini sesuai pendapat

Rangkuti *et al.* (2024) bahwa rasa memiliki peran yang sangat penting dalam pemilihan produk oleh konsumen. Warna juga menjadi parameter penting yang umum diuji pada pengujian organoleptik. Hal ini sesuai dengan pendapat Sachlan *et al.* (2019) bahwa warna menjadi faktor pertama yang dinilai oleh konsumen dari sebuah produk. Hal tersebut karena konsumen cenderung menghubungkan warna makanan dengan kualitasnya. Aroma menjadi parameter penting dalam pengujian organoleptik karena menentukan penerimaan konsumen terhadap produk (Khalisa *et al.*, 2021). Uji hedonik merupakan salah satu jenis pengujian sensoris yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan kualitas beberapa produk sejenis melalui penilaian atas tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk. Prinsip pengujian ini adalah panelis diminta menilai kesukaan atau ketidaksukaannya terhadap suatu produk dalam skala angka yang diberikan. Data yang didapatkan dari pengujian ini kemudian dianalisis secara statistik. Pengujian hedonik pada industri pangan umumnya berguna untuk mengetahui penerimaan konsumen terhadap produk baru sehingga perusahaan dapat menentukan langkah selanjutnya dalam mengembangkan suatu produk (Qamariah *et al.*, 2022).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Desember 2025 – Mei 2026 di Laboratorium Kimia Pangan, Laboratorium Gizi Pangan, dan Laboratorium Riset Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang serta Laboratorium Chem-Mix Pratama, Yogyakarta. Materi dan metode penelitian yang digunakan sebagai berikut.

3.1 Materi Penelitian

Bahan yang digunakan untuk membuat es krim pada penelitian ini yaitu *cascara* Arabika (Canopee Coffee House Roastery, Temanggung) dan tepung porang (Kusuka Ubiku, Yogyakarta) yang dibeli melalui lokapasar daring, akuades yang didapatkan dari penyulingan Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, serta susu pasteurisasi (Greenfields, Indonesia), *whipping cream* (Anchor, Selandia Baru), gula pasir (Gulaku, Indonesia), dan kuning telur yang dibeli dari pasar swalayan Super Indo Ngesrep, Kota Semarang. Bahan yang digunakan untuk pengujian parameter yaitu *buffer* fosfat pH 7, enzim α -amilase, akuades, HCl 1 N, enzim pepsin, NaOH 1 N, enzim β -amilase, etanol, dan aseton.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu gelas beaker, erlenmeyer, gelas ukur, pengaduk kaca, termometer, cawan porselen, *centrifuge tube* 50 ml, timbangan digital, timbangan analitik (Ohaus, Amerika Serikat), blender (Philips, Belanda), *mixer* (Cosmos, Indonesia), *stopwatch*, higrometer (LEKA, Indonesia),

refraktometer (Atago, Jepang), desikator, panci, spatula, sendok, *waterbath* (B-One, Cina), kompor, *ice cream maker* (De'Longhi, Italia), *refrigerator*, *freezer*, oven kadar air (Memmert, Jerman), *centrifuge* (Ohaus, Amerika Serikat), aluminium *foil*, kain saring, kertas saring, *cup* plastik, sendok plastik, label, dan formulir pengujian sensoris.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk menguji pengaruh perbedaan konsentrasi tepung porang sebagai bahan penstabil pada es krim *cascara* Arabika dengan 5 perlakuan dan 4 pengulangan. Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini yaitu tepung porang 0% (T0) sebagai kontrol, tepung porang 0,2% (T1), tepung porang 0,4% (T2), tepung porang 0,6% (T3), dan tepung porang 0,8% (T4) terhadap 300 g adonan es krim (b/b). Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah *overrun*, waktu leleh, total padatan terlarut, total padatan, serat pangan, *water holding capacity*, serta karakteristik organoleptik dan hedonik. Pengujian serat pangan dilakukan dengan 1 kali ulangan secara duplo dan dianalisis secara deskriptif. Berikut desain penelitian ini tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Desain Penelitian Es Krim *Cascara* Arabika dengan Tepung Porang

Ulangan (U)	Perlakuan Penambahan Tepung Porang				
	T0	T1	T2	T3	T4
U1	T0U1	T1U1	T2U1	T3U1	T4U1
U2	T0U2	T1U2	T2U2	T3U2	T4U2
U3	T0U3	T1U3	T2U3	T3U3	T4U3
U4	T0U4	T1U4	T2U4	T3U4	T4U4

Model matematis rancangan percobaan yang diterapkan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \Sigma_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} : Angka pengamatan dari perlakuan ke-I (T0, T1, T2, T3, dan T4) dan ulangan ke-j (1, 2, 3, dan 4)

μ : Nilai tengah perlakuan

α_i : Pengaruh perlakuan ke-I (T0, T1, T2, T3, dan T4)

Σ_{ij} : Pengaruh galat perlakuan ke-I (T0, T1, T2, T3, dan T4) dan ulangan ke-j (1, 2, 3, dan 4)

Hipotesis empirik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

H0 : Tidak terdapat pengaruh nyata dari perbedaan konsentrasi tepung porang sebagai bahan penstabil pada es krim *cascara* Arabika.

H1 : Terdapat pengaruh nyata dari perbedaan konsentrasi tepung porang sebagai bahan penstabil pada es krim *cascara* Arabika.

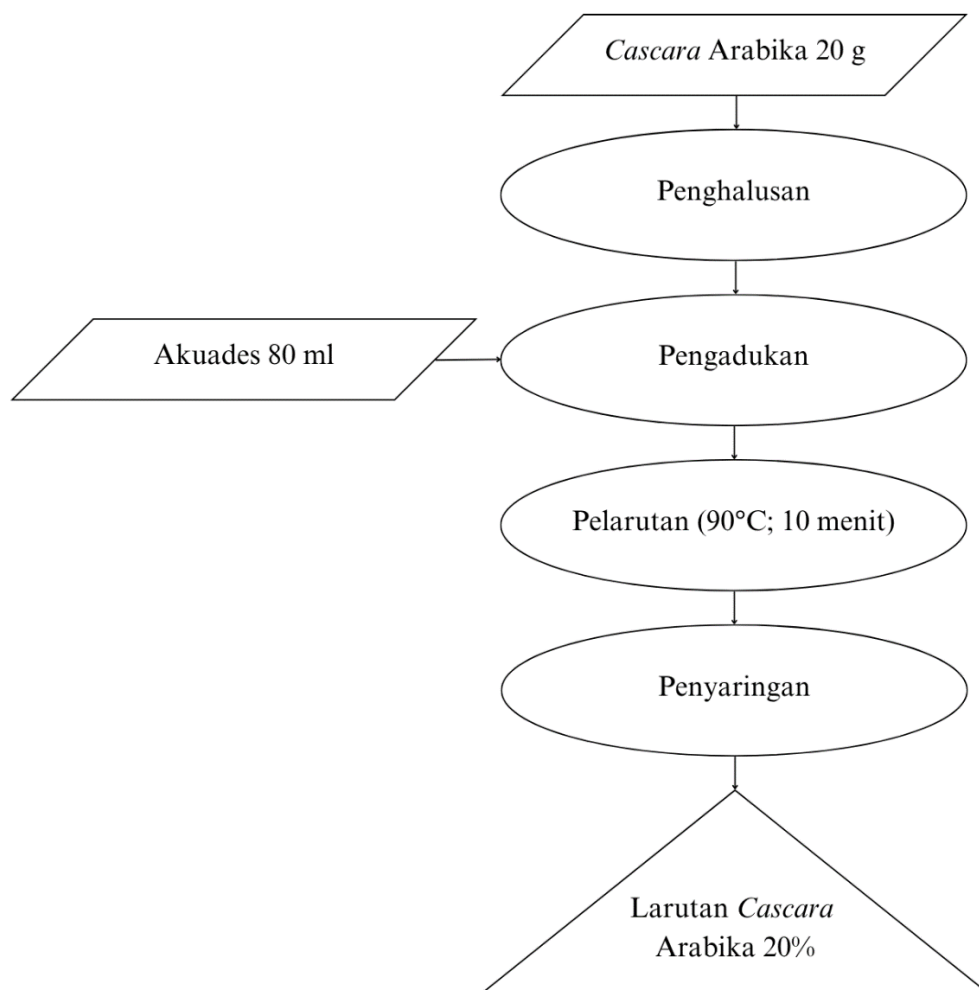
H0 : $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H1 : $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ atau setidaknya terdapat satu perbedaan nilai tengah (μ)

Kriteria pengujian statistik yang digunakan adalah apabila hasil $p < 0.05$, maka H0 ditolak dan H1 diterima, jika $p \geq 0.05$, maka H0 diterima dan H1 ditolak.

3.2.2 Pembuatan Larutan *Cascara* Arabika

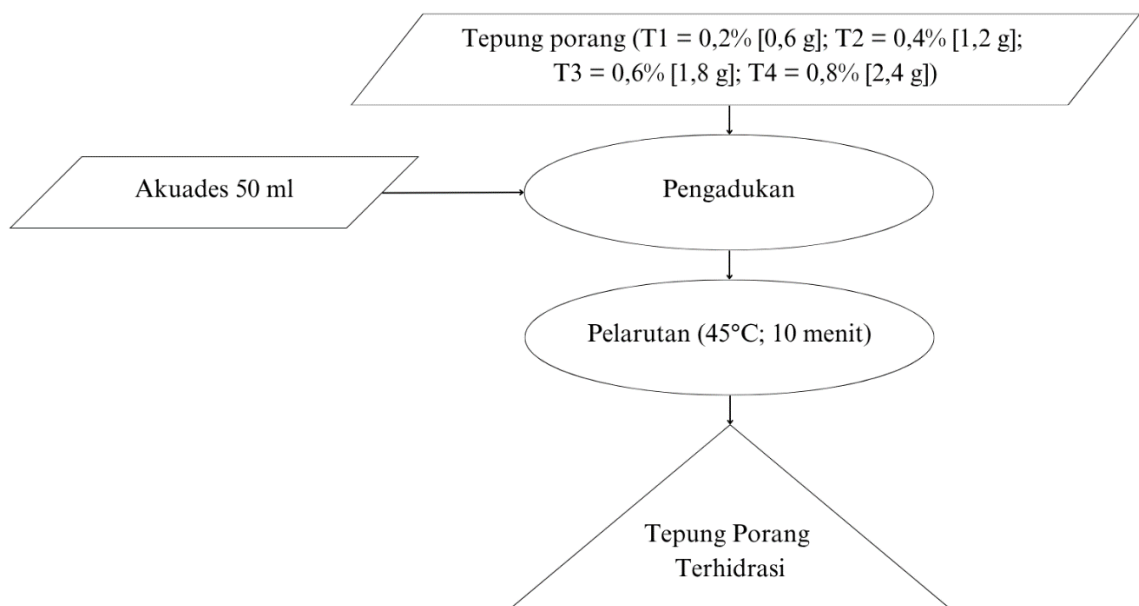
Pembuatan larutan *cascara* Arabika dilakukan berdasarkan metode Yuwanti *et al.* (2018) dengan modifikasi. Kulit kopi disortasi selanjutnya dipilih yang tidak berjamur kemudian dihaluskan menggunakan *blender*. *Cascara* Arabika sebanyak 20 g yang sudah dihaluskan tersebut kemudian dilarutkan pada akuades 80 ml selama 10 menit pada suhu 90°C menggunakan *waterbath*. Hasil larutan kemudian dipisahkan menggunakan kain saring dan diporsi sejumlah 18,75 g dalam *cup* plastik kecil. Proses pembuatan larutan *cascara* Arabika ini tersaji pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Proses Pembuatan Larutan *Cascara* Arabika 20%

3.2.3 Pre-Hidrasi Tepung Porang

Pre-hidrasi tepung porang dilakukan berdasarkan metode Guo *et al.* (2022) dengan modifikasi. Setiap tepung porang untuk perlakuan yang berbeda ditimbang pada gelas beaker menggunakan timbangan analitik sesuai dengan yang tercantum pada Tabel 4. Akuades sebanyak 50 ml kemudian disiapkan menggunakan gelas ukur dan dituangkan ke dalam gelas beaker yang telah berisi tepung porang. Tepung porang dan akuades tersebut kemudian diaduk sampai tercampur merata. Gelas beaker kemudian ditutup menggunakan alumunium *foil* dan dipanaskan menggunakan *waterbath* selama 10 menit pada suhu 45°C. Proses hidrasi tepung porang ini tersaji pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Proses Hidrasi Tepung Porang

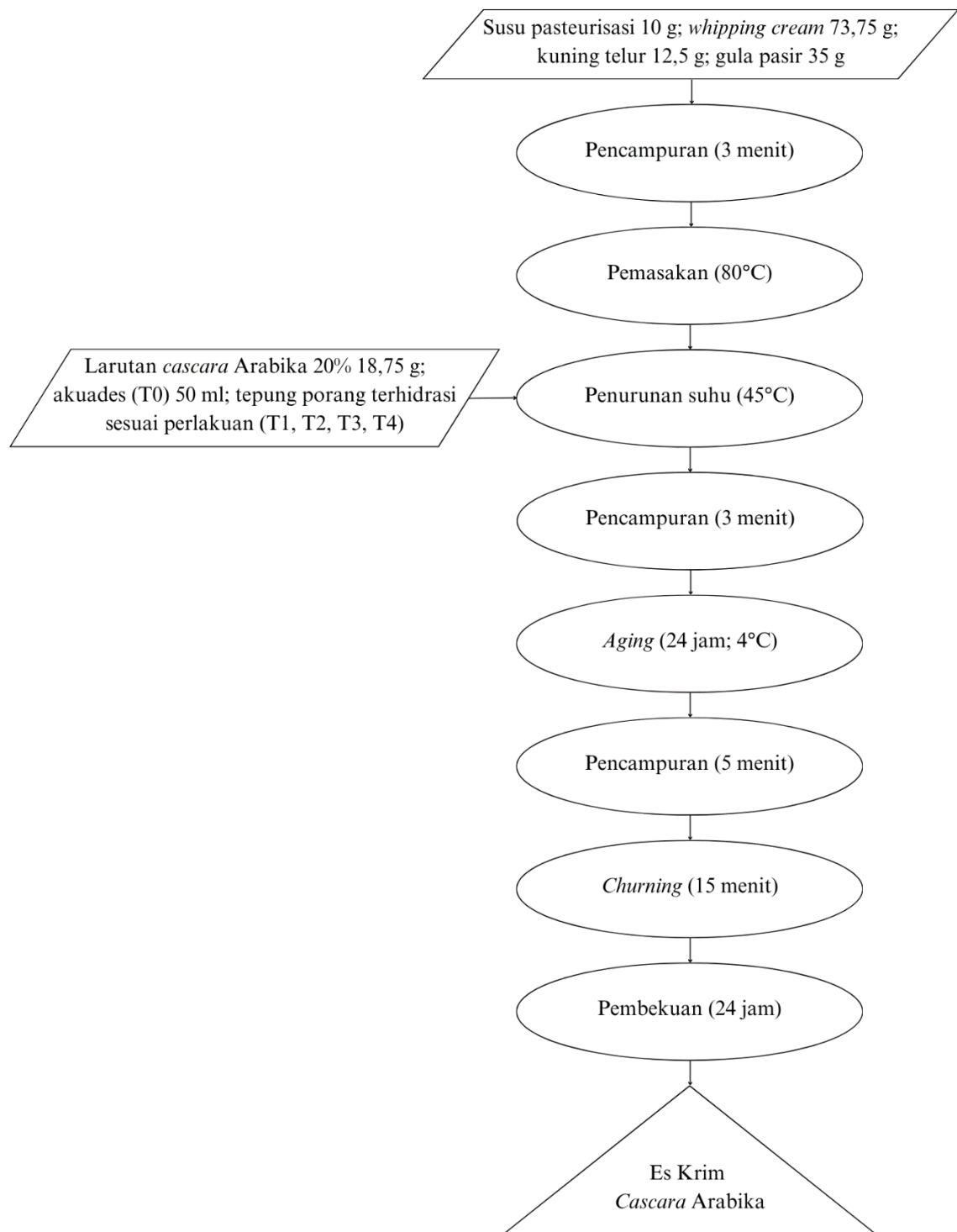
3.2.4 Pembuatan Es Krim *Cascara* Arabika

Pembuatan es krim *cascara* Arabika dilakukan berdasarkan metode Ismanto *et al.* (2018) dengan modifikasi. Susu pasteurisasi 110 g, gula pasir 35 g, kuning telur 12,5 g, dan *whipping cream* 73,75 g dicampur dengan *mixer* menggunakan kecepatan sedang selama 3 menit kemudian dimasak sambil diaduk hingga mencapai suhu 80°C. Adonan yang sudah dimasak tersebut didiamkan hingga mencapai suhu 45°C kemudian ditambahkan larutan *cascara* 20% 18,75 g dan dimasukkan *slurry* porang sesuai dengan perlakuan (T0 = tepung porang 0%; T1 = tepung porang 0,2%; T2 = tepung porang 0,4%; T3 = tepung porang 0,6%; T4 = tepung porang 0,8%). Adonan tersebut kemudian dicampur menggunakan *mixer* dengan kecepatan sedang selama 3 menit dan di-*aging* selama 24 jam pada suhu 4°C di *refrigerator*. Adonan yang telah melewati tahap *aging* kemudian dihomogenisasi menggunakan *mixer* dengan kecepatan sedang selama 5 menit. Mangkuk *ice cream maker* terlebih dahulu didinginkan selama 30 menit. Pada *ice cream maker* dengan mangkuk yang telah didinginkan tersebut, adonan es krim kemudian di-*churning* selama 15 menit. Es krim yang telah di-*churning* kemudian dibekukan pada suhu -4°C selama 24 jam di *freezer*. Formulasi es krim *cascara* Arabika dengan tepung porang ini tersaji pada Tabel 4 sedangkan proses pembuatan es krim *cascara* Arabika dengan tepung porang ini tersaji pada Ilustrasi 3.

Tabel 4. Formulasi Es Krim *Cascara* Arabika dengan Tepung Porang

Bahan	Komposisi				
	T0	T1	T2	T3	T4
Susu (g)	110	110	110	110	110
Kuning telur (g)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Gula (g)	35	35	35	35	35
Whipped cream (g)	73,75	73,75	73,75	73,75	73,75
Larutan <i>cascara</i> 20% (g)	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
Akuades (g)	50	50	50	50	50
Tepung porang (g)	0	0,6	1,2	1,8	2,4
Total (g)	300	300	300	300	300

Keterangan: T0 = tepung porang 0%, T1 = tepung porang 0,2%; T2 = tepung porang 0,4%; T3 = tepung porang 0,6%, T4 = tepung porang 0,8%. Persentase dihitung berdasarkan berat tepung porang (g) per berat total adonan dasar es krim (300 g) (b/b).



Ilustrasi 3. Proses Pembuatan Es Krim Cascara Arabika

3.2.5 Pengujian Parameter

A. Pengujian Serat Pangan

Pengujian serat pangan dilakukan dengan metode enzimatik-gravimetri menggunakan multienzim berdasarkan AOAC (1995). Sampel digelatinisasi menggunakan enzim amilase kemudian dicerna menggunakan enzim protease dan amiloglukosidase untuk menghilangkan kandungan protein dan pati pada sampel. Kandungan serat pangan tak larut disaring dan dicuci kemudian filtrat dan air cucian tersebut digunakan untuk mengendapkan serat pangan larut. Sampel kemudian disaring dan residu serat pangan dikeringkan dan ditimbang. Kandungan serat pangan kemudian dikoreksi dengan mempertimbangkan sisa protein dan blanko. Nilai total serat pangan dihitung dari penjumlahan kandungan serat pangan larut dan serat pangan tak larut.

B. Pengujian *Water Holding Capacity*

Pengujian *water holding capacity* dilakukan menggunakan metode Wolfschoon-Pombo *et al.* (2018) yang dimodifikasi oleh Tahmid *et al.* (2026). Adonan es krim 10 g yang telah di-*aging* selama 24 jam pada suhu 4°C disentrifugasi dengan kecepatan $3000 \times g$ selama 10 menit pada suhu 4°C. Supernatan dari sampel kemudian ditimbang dan dibandingkan dengan berat awal sampel menggunakan rumus berikut:

$$\text{Water Holding Capacity (\%)} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

Keterangan:

W1 : Berat Awal Sampel

W2 : Berat Supernatan

C. Pengujian Total Padatan

Pengujian total padatan dilakukan berdasarkan metode Sudarmaji dan Haryono (1984) dimana persentase total padatan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Total Padatan (\%)} = 100\% - \text{Kadar Air}$$

Persentase kadar air pada es krim diuji berdasarkan metode (AOAC, 2005). Cawan porselin dioven selama 1 jam pada suhu 105°C kemudian diletakkan ke dalam desikator selama 15 menit. Cawan tersebut ditimbang beratnya sebagai berat A. Sampel sebanyak 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin tersebut dan ditimbang sebagai berat B. Cawan porselin berisi sampel tersebut kemudian dioven selama 5 jam pada suhu 105°C kemudian diletakkan dalam desikator selama 15 menit. Cawan porselin dan sampel yang sudah dioven tersebut kemudian ditimbang beratnya. Apabila beratnya sudah konstan maka dianggap sebagai berat C, namun jika beratnya belum konstan cawan porselin dan sampel dioven lagi selama 1 jam pada suhu 105°C. Nilai kadar air dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{B - (C - A)}{B} \times 100\%$$

D. Pengujian Total Padatan Terlarut

Pengujian total padatan terlarut dilakukan menurut metode AOAC (1995) menggunakan alat refraktometer. Refraktometer terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan akuades dan dipastikan bahwa hasil yang didapatkan adalah 0°Brix. Refraktometer kemudian dikeringkan dan diteteskan sampel es krim yang sudah dilelehkan untuk diukur nilai Brix-nya.

E. Pengujian Overrun

Pengujian *overrun* dilakukan berdasarkan metode Clarke (2012) yang diadaptasi oleh Santos *et al.* (2025) dengan modifikasi. Adonan es krim sebelum di-*churning* dan es krim yang sudah di-*churning* masing-masing sejumlah 20 ml pada gelas beaker yang sama ditimbang menggunakan timbangan analitik kemudian dihitung menggunakan rumus berikut:

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

F. Pengujian Waktu Leleh

Pengujian waktu leleh dilakukan berdasarkan metode Marwati *et al.* (2021) dengan modifikasi. Es krim 5 g pada wadah *cup* plastik yang sudah dibekukan kemudian dibiarkan mencair sempurna pada suhu ruang dan diukur waktunya menggunakan *stopwatch*.

G. Pengujian Sensoris

Pengujian karakteristik sensoris terdiri atas pengujian karakteristik

organoleptik dan hedonik. Pengujian sensoris dilakukan berdasarkan metode Setyaningsih *et al.* (2010) dalam Marwati *et al.* (2021) dengan modifikasi. Pengujian sensoris dilakukan pada 32 panelis semi-terlatih terhadap parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur dimana setiap parameter menggunakan skala 1-5. Skala 1-5 untuk parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur pada pengujian organoleptik didefinisikan sebagai kriteria yang tercantum pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Kriteria Pengujian Organoleptik Es Krim *Cascara Arabika*

Skala	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
1	Putih	Dominan aroma susu dan tidak ada aroma kopi	Dominan manis tanpa rasa kopi	Sangat kasar/keras/berpasir
2	Putih kecokelatan	Dominan aroma susu dan sedikit aroma kopi	Dominan manis dengan sedikit rasa kopi	Kurang halus
3	Cokelat muda	Beraroma susu dan beraroma kopi	Manis dengan rasa kopi	Cukup halus
4	Cokelat	Sedikit aroma susu dan dominan aroma kopi	Sedikit manis dengan rasa kopi	Halus dan lembut
5	Cokelat gelap	Tidak ada aroma susu dan dominan aroma kopi	Tidak manis dengan rasa kopi	Sangat halus, lembut, dan <i>creamy</i>

Sementara itu, skala untuk parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur pada pengujian hedonik didefinisikan sebagai kriteria yang tercantum pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Kriteria Pengujian Hedonik Es Krim *Cascara Arabika*

Skala	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
1	Sangat tidak suka	Sangat tidak suka	Sangat tidak suka	Sangat tidak suka
2	Tidak suka	Tidak suka	Tidak suka	Tidak suka
3	Agak suka	Agak suka	Agak suka	Agak suka
4	Suka	Suka	Suka	Suka
5	Sangat suka	Sangat Suka	Sangat Suka	Sangat Suka

3.2.6 Analisis Data

Data dari pengujian *overrun*, waktu leleh, total padatan terlarut, total padatan, dan *water holding capacity* dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika terdapat pengaruh nyata dari perlakuan, maka akan dilakukan pengujian lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan. Data dari pengujian total serat pangan dianalisis secara deskriptif. Data nonparametrik dari pengujian karakteristik organoleptik dan hedonik akan dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney apabila terdapat pengaruh nyata. Analisis dan pengujian kuantitatif dilakukan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS.

3.2.7 Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan berdasarkan metode de Garmo *et al.* (1984). Setiap parameter diberikan bobot penilaian berdasarkan dengan mempertimbangkan kontribusinya dalam menggambarkan kualitas produk. Pembobotan parameter dilakukan dengan memberikan nilai 1 sampai 5 yaitu, 1 = kontribusi minimal, 2 = kontribusi rendah, 3 = kontribusi moderat, 4 = kontribusi

tinggi, dan 5 = kontribusi sangat tinggi. Rincian pembobotan untuk setiap parameter terlampir pada Lampiran 36 dan 37. Nilai tersebut kemudian dinormalisasi agar bobot dari seluruh parameter sama dengan 1,000. Untuk setiap parameter kemudian ditentukan nilai maksimum dan minimumnya untuk menentukan nilai efektivitas (NE) dari tiap perlakuan untuk parameter tersebut. Penentuan nilai efektivitas (NE) dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai Efektivitas (NE)} = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai minimum}}{\text{Nilai maksimum} - \text{Nilai minimum}}$$

Untuk setiap perlakuan pada setiap parameter kemudian ditentukan nilai hasil menggunakan rumus berikut:

$$\text{Nilai Hasil (NH)} = \text{Bobot Parameter} \times \text{Nilai Efektivitas}$$

Nilai hasil setiap perlakuan dari seluruh parameter kemudian dijumlahkan untuk menentukan perlakuan terbaik dimana perlakuan dengan nilai hasil tertinggi dianggap sebagai perlakuan terbaik.