

OPTIMASI FORMULASI ES KRIM RENDAH LEMAK MENGGUNAKAN RESPONS SURFACE METHODOLOGY (RSM)

Optimization of Low-Fat Ice Cream Formulation using Response Surface Methodology (RSM)

Masrukan¹, Anis Widi Puspitasari¹, Kuntjahjawati SAR¹, M. Alamin Gorotomole²

¹Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Widya Mataram, Yogyakarta

²Prodi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Darussalam Gontor, Indonesia

*Email: mrukan@gmail.com (Telp: +628562798453)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan formulasi es krim rendah lemak yang didasarkan pada overrun dan waktu leleh es krim. Penelitian ini menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) yang dikombinasikan dengan Box-Behnken Design (BBD). Optimasi formulasi es krim dilakukan dengan menggunakan variasi susu *full cream* (6,5, 8,5, dan 10,5 g), *baking powder* (0,5; 1,25; dan 2,0 g), dan karagenan (0,4; 0,7; dan 1,0 g). Hasil analisis ANOVA (analysis of variance) menunjukkan bahwa susu *full cream* dan *baking powder* memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap respon overrun, sedangkan karagenan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap waktu leleh es krim. Optimasi untuk memperoleh respon overrun dan waktu leleh yang optimal menghasilkan formula dengan komposisi susu *full cream* 9,42 g, *baking powder* 2,0 g, dan karagenan 1,0 g. Es krim pada formulasi optimum memiliki karakteristik total padatan sebesar 34,76%, lemak 3,03%, dan protein 2,90%, dengan overrun sebesar 55,78% dan waktu leleh selama 25,57 menit.

Kata kunci: es krim, RSM, BBD, waktu leleh, overrun.

ABSTRACT

This study aimed to optimize the formulation of low-fat ice cream based on overrun and melting time. The study used the Response Surface Methodology (RSM) combined with the Box-Behnken Design (BBD). The optimization of the ice cream formulation was conducted using variations in *full cream* milk (6.5, 8.5, and 10.5 g), *baking powder* (0.5, 1.25, and 2.0 g), and carrageenan (0.4, 0.7, and 1.0 g). The results of the ANOVA (Analysis of Variance) showed that *full cream* milk and *baking powder* had a significant effect ($p < 0.05$) on the overrun response, while carrageenan had a significant effect ($p < 0.05$) on the ice cream melting time. Optimization was conducted to achieve the optimal overrun and melting time responses resulted in a formulation with 9.42 g of *full cream* milk, 2.0 g of baking powder, and 1.0 g of carrageenan. The ice cream from the optimal formulation had the following characteristics: total solids 34.76%, fat 3.03%, protein 2.90%, overrun 55.78%, and a melting time of 25.57 minutes.

Keywords: ice cream, low-fat, RSM, BBD, melting time, overrun

PENDAHULUAN

Es krim merupakan salah satu produk pangan olahan setengah beku berbahan dasar susu (Clarke, 2004). Menurut Standar Nasional Indonesia, (2018) es krim merupakan produk makanan setengah beku yang dihasilkan melalui proses emulsifikasi susu atau produk campuran susu, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan lain sesuai dengan kadar yang

diizinkan (Anonim, 2018). Pada umumnya produk es krim memiliki rasa khas susu dan terasa manis sehingga digemari berbagai usia, mulai dari usia anak-anak hingga dewasa. Permintaan masyarakat terhadap konsumsi es krim setiap tahun mengalami peningkatan. Menurut Lembaga Euromonitor Indonesia, pada tahun 2020 permintaan produk es krim tercatat sebanyak 12,8 triliun dan meningkat sebesar

15,8% pada tahun 2021, kemudian meningkat kembali 7,4% pada tahun 2022 (Anonim, 2023). Peningkatan tersebut disebabkan karena es krim banyak dikonsumsi sebagai makanan maupun *dessert* yang populer di kalangan masyarakat.

Produk es krim diproses melalui tahap pencampuran dalam sistem emulsi lemak dalam air (o/w), pasteurisasi, homogenisasi, penuaan (*aging*), dan pembekuan yang mampu merubah bentuk dari air menjadi semi padat. Es krim disebut sebagai produk semi padat karena tersusun oleh busa (*foam*) dan kristal es akibat dari proses homogenisasi dan pembekuan. Pembentukan busa (*foam*) dapat mempengaruhi volume pengembangan es krim (*overrun*). Istiqomah (2017) menyatakan bahwa semakin tinggi *overrun* maka semakin baik tekstur es krim, namun rendahnya *overrun* dapat terjadi pada proses pembuatan es krim secara manual tanpa penggunaan *Ice Cream Maker* (ICM), sehingga perlu dilakukan usaha untuk mencapai kondisi produk dengan *overrun* tinggi. Salah satu cara dalam meningkatkan *overrun* adalah dengan penambahan *baking powder*.

Baking powder merupakan zat organik yang termasuk dalam golongan bahan pengembang (*raising agent*). *Baking powder* tersusun oleh natrium bikarbonat (NaHCO_3) yang dapat bereaksi dengan air, sehingga menghasilkan gas karbondioksida (CO_2). Gas CO_2 dapat berfungsi dalam meningkatkan volume es krim. Gas CO_2 membentuk gelembung udara yang dapat mendorong adonan es krim ke atas, sehingga volume es krim meningkat. Hal ini

sejalan dengan prinsip pembuatan es krim yang menghendaki adanya gelembung udara yang terperangkap oleh lemak dalam susu.

Kemampuan lemak dalam memerangkap gelembung udara menyebabkan udara sulit keluar. Namun jika terlalu banyak udara yang dihasilkan, sedangkan jumlah lemak yang digunakan sedikit, maka dapat menyebabkan terlepasnya udara, sehingga perlu dilakukan pengaturan penggunaan susu berlemak (krim). Selain terlepasnya udara, permasalahan lainnya adalah *overrun* yang tinggi dapat menyebabkan es krim mudah meleleh. Penambahan karagenan sebagai stabilizer mampu menghasilkan es krim dengan waktu leleh yang relatif lama (Istiqomah, 2017).

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yang diekstrak dari rumput laut *family Rhodophyceae* jenis *Eucheuma cottonii* yang memiliki fungsi sebagai zat penstabil. Karagenan digunakan sebagai penstabil karena rantai polimernya bersifat hidrofilik yang mampu mengikat air maupun gugus hidroksil lainnya (Suryaningrum, 2002). Sifat hidrofilik karagenan yang ditambahkan pada produk es krim dapat meningkatkan kekentalan, menstabilkan emulsi, mencegah terbentuknya kristal es yang besar, menjadikan es krim lebih halus dan lembut, serta memperlambat waktu leleh (Susri, 2003).

Berbagai penelitian mengenai penambahan bahan pengembang dan stabilizer pada es krim telah banyak dilakukan. Rahmawati (2012) menyebutkan bahwa hasil organoleptik es krim

terbaik pada penambahan *baking powder* terendah yaitu 1,25% dan gum arab 0,7%. Meskipun demikian analisa *overrun* dan waktu leleh belum dilakukan, sehingga diperlukan penelitian mengenai *overrun* dan waktu leleh es krim. Berdasarkan penelitian tersebut dapat dilakukan pengembangan dengan cara optimalisasi untuk memperoleh kondisi optimum *overrun* dan waktu leleh es krim rendah.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan roti tawar adalah Bahan baku pembuatan es krim diantaranya adalah susu *full cream* merk Dancow (28% lemak), susu skim merk Indoprima (31,42% protein), gula pasir, garam, karagenan, *baking powder*, dan air. meliputi Cloroform, HCl, H₂SO₄, larutan Na₂SO₄ katalisator campuran Na₂SO₄:HgO, H₃BO₃, dan aquades Merck (Darmstadt, Germany).

Tahapan Penelitian

Pembuatan Es krim

Pembuatan es krim mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Rahmawati (2012) dengan sedikit modifikasi. Bahan-bahan pembuatan es krim (*full cream* bubuk, susu skim bubuk, gula, garam, karagenan, dan air) dilakukan homogenisasi menggunakan *mixer* dengan kecepatan 500 rpm selama 5 menit sampai homogen. Pasteurisasi campuran (larutan susu) pada suhu 70-80 °C selama 25 detik sambil dilakukan pengadukan. Penambahan

baking powder ke dalam campuran dan dilakukan *mixing* (homogenisasi I) dengan kecepatan 500 rpm selama 10 menit. Selanjutnya, campuran dimasukkan ke dalam *refrigerator* suhu 4 °C selama 4 jam. Campuran yang sudah dingin kemudian dilakukan *mixing* (homogenisasi II) kembali dengan kecepatan 5 selama 5 menit. Campuran es krim dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan dibekukan.

Rancangan Penelitian

Optimasi kondisi formulasi es krim rendah lemak menggunakan *Box Behnken design* (BBD). Terdapat 3 independen faktor meliputi rasio *full cream* (X₁), *baking powder* (X₂), dan karagenan (X₃) yang masing-masing terdiri atas 3 level. Desain level dari independen faktor dapat dilihat Tabel 1. Sedangkan desain BBD untuk formulasi es krim rendah minyak ditunjukkan dalam Tabel 2. Data yang dihasilkan berupa respon *overrun* dan waktu leleh dari setiap kondisi formula menggunakan model matematika *second-order polynomial*:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=2}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

Dimana Y merupakan prediksi dari respon, β_i adalah *linear coefficient*, β_{ii} *quadratic coefficient* dan β_{ij} adalah *interaction coefficient*. Pada model ini X_i, X_j,...,X_k merupakan *independent* faktor yang mempengaruhi proses formulasi es krim, ε merupakan *random error*. Keberhasilan model yang dikembangkan ditentukan pada nilai

koefisien R^2 . Signifikansi dari model koefisien diperoleh digunakan untuk interpretasi efek regresi dievaluasi menggunakan *analysis of variance* (ANOVA). Selanjutnya, kurva 3 variabel respon Design Expert 13 (Stat-Ease, Inc., USA).

Tabel 1. Faktor dan level yang digunakan untuk optimasi formula es krim rendah lemak

Faktor	level			Satuan
	-1	0	1	
Full cream (X_1)	6,5	8,5	10,5	g
Baking powder (X_2)	0,5	1,25	2	g
Karagenan (X_3)	0,4	0,7	1	g

Tabel 2. Desain BBD pada formulasi es krim rendah lemak

Run	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2
	Susu full cream (g)	Baking powder (g)	Karagenan (g)	Overrun (%)	Waktu leleh (menit)
1	6,5	1,25	0,4	25	10,23
2	8,5	1,25	0,7	35	18,14
3	8,5	2,0	1,0	50	27,07
4	8,5	1,25	0,7	33,33	15,56
5	10,5	0,5	0,7	47,37	11,42
6	10,5	1,25	0,4	33,33	7,24
7	6,5	2,0	0,7	45	25,13
8	10,5	2,0	0,7	56,1	16,4
9	10,5	1,25	1,0	52,63	21,36
10	8,5	1,25	0,7	31,58	19,52
11	6,5	1,25	1,0	33,33	23,05
12	6,5	0,5	0,7	27,77	14,21
13	8,5	2,0	0,4	31,58	16,29
14	8,5	0,5	0,4	28,57	6,38
15	8,5	0,5	1,0	35,29	14,54

Analisis Fisik dan Kimia

Analisis fisik es krim meliputi overrun (Trivana et al., 2019) dan waktu (kecepatan) leleh (Chandra, 2017). Sedangkan analisa kimia meliputi lemak, protein dan padatan terlarut (Chandra, 2000).

Analisis Statistik

Penelitian ini menggunakan ANOVA untuk menganalisis desain eksperimen secara statistik dan menilai interaksi antar variabel dan pengaruhnya terhadap hasil yang diamati. Signifikansi statistik parameter dan kecukupan model dievaluasi menggunakan uji F, nilai p , dan koefisien regresi (R^2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Es krim susu (*dairy ice cream*) merupakan produk makanan beku yang diolah menggunakan susu atau produk susu atau campurannya, tanpa penambahan lemak selain lemak susu. Sedangkan es krim adalah produk beku yang diperoleh dari susu atau produk susu atau campurannya yang sebagian lemak susu diganti dengan lemak nabati. Sherbet dan sorbet pada umumnya menggunakan bahan berupa campuran buah dan air (Anonim, 2018). Nilai over pada penelitian ini 25-56,1%, sedangkan waktu leleh es krim 10,23-27,07 menit. Keberhasilan pembentukan es krim dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan dan metode pembuatannya. Rahmawati (2012) melaporkan es

krim dengan penambahan *baking powder* yang reaktif tinggi membentuk foam es krim yang rapuh, sehingga gelembung udara mudah untuk keluar di permukaan.

Evaluasi Efek Variabel pada Formulasi Es Krim

Optimasi formula es krim rendah lemak menggunakan BBD. Beberapa variabel digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai overrun dan waktu leleh, yaitu: *full cream*, *baking powder* dan karagenan) didasarkan pada studi literatur pada pembuatan es krim. ANOVA menunjukkan pengaruh masing-masing variabel terhadap nilai overrun dan kecepatan leleh (Tabel 3).

Tabel 3. Analisa ANOVA *overrun* dan waktu leleh es krim rendah lemak

Source	Overrun (Y1)			Waktu Leleh (Y2)		
	Mean Square	F-value	p-value	Mean Square	F-value	p-value
Model	147,98	45,42	0,0003	160,02	37,10	< 0,0001
Efek linear						
X1	425,30	130,54	< 0,0001*	32,81	7,60	0,0186*
X2	238,49	73,20	0,0004*	181,83	42,15	< 0,0001*
X3	348,08	106,84	0,0001*	265,42	61,53	< 0,0001*
Efek interaksi						
X1X2	18,06	5,54	0,0652**			
X1X3	30,09	9,23	0,0288*			
X2X3	34,22	10,50	0,0229*			
Efek kuadrat						
X1 ²	101,17	31,05	0,0026*			
X2 ²	112,59	34,56	0,0020*			
X3 ²	22,44	6,89	0,0468*			
Lack of fit	3,48	1,19	0,4869**	4,38	1,09	0,5647**
R ²		0,99			0,91	
Adjusted R ²		0,97			0,89	
Predicted R ²		0,87			0,83	

X1= susu *full cream* (g), X2= *baking powder* (g), X3= karagenan (g); (*) Signifikan pada *p-value* <0,05; (**) Tidak signifikan pada *p-value* >0,05.

Tabel ANOVA di atas menampilkan hasil analisa yang menunjukkan kecocokan model beserta efek linear, interaksi, dan kuadrat dari komponen penyusun es krim yang terdiri dari susu *full cream*, *baking powder*, dan karagenan. Selain itu terdapat *mean square* (jumlah kuadrat rata-rata), *F-value*, dan *p-value*. ANOVA merupakan hasil analisa berdasarkan sampel yang telah diuji pada respon *overrun* dan waktu leleh es krim. Pada dasarnya ANOVA digunakan untuk melihat nilai signifikansi komponen-komponen yang terlibat. Nilai signifikansi pada umumnya dilihat berdasarkan nilai *p-value* pada taraf 5% ($p < 0,05$). Nilai *p-value* $< 5\%$ menunjukkan bahwa model maupun komponen atau variabel penyusun memiliki pengaruh nyata terhadap hasil respon.

Berdasarkan data Tabel ANOVA menunjukkan model *quadratic* yang digunakan pada respon *overrun* memiliki *p-value* 0,0003 ($p < 0,05$) yang dapat diartikan bahwa model *quadratic* sangat efisien untuk menyesuaikan data percobaan. Pada model *quadratic* menampilkan efek linear masing-masing variabel independen yang terdiri dari susu *full cream*, *baking powder*, dan karagenan yang sangat berpengaruh terhadap respon *overrun* ($p < 0,05$). Selain adanya efek linear, interaksi antar ketiga variabel memiliki pengaruh signifikan terutama interaksi antara susu *full cream* dan *baking powder* serta *baking powder* dan karagenan, namun interaksi antara susu *full cream* dan *baking powder* tidak signifikan ($p > 0,05$) dengan nilai 0,0652. Sedangkan efek

kuadrat dari ketiga variabel terbilang signifikan terhadap respon *overrun*.

Pada hasil pengujian model terdapat nilai *lack of fit* yang diartikan sebagai penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model. *Lack of fit* respon *overrun* menampilkan hasil pengujian dengan nilai sebesar 0,48 yang menunjukkan bahwa terdapat penyimpangan yang tidak signifikan ($p > 0,05$), sehingga model dapat diterima. Selain itu pengujian koefisien determinasi (R^2) menghasilkan nilai sebesar 0,99. Nilai tersebut terbilang tinggi karena nilai R^2 berkisar antara 0-1, semakin mendekati 1 maka model semakin baik dengan hasil percobaan yang mendekati prediksi atau mendekati eksperimen sebenarnya.

Pada respon waktu leleh desain model yang digunakan adalah model linear dengan nilai $p < 0,0001$ sehingga aplikasi model sangat sesuai dengan hasil penelitian. Variabel susu *full cream*, *baking powder*, dan karagenan memiliki nilai yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap efek linear respon waktu leleh. Selain itu nilai *lack of fit* yang dihasilkan sebesar 0,56 yang menunjukkan bahwa model memiliki penyimpangan yang tidak berarti atau tidak signifikan ($p > 0,05$). Nilai R^2 sebesar 0,91 diartikan bahwa model yang digunakan sangat efektif dengan hasil percobaan mendekati prediksi sehingga model diterima.

Optimasi Formulasi Es Krim Rendah Lemak

Model polinomial merupakan sebuah sistem persamaan yang menghubungkan antara faktor X dan respon Y untuk melihat pengaruh susu

full cream, *baking powder*, dan karagenan terhadap respon. Model regresi polinomial kuadrat orde dua digunakan untuk memprediksi respon Y berupa respon *overrun* dan waktu leleh es krim. Model persamaan yang digunakan pada respon Y ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=2}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

Dimana Y = prediksi fungsi respon (*overrun*, waktu leleh), β_i = koefisien linier, β_{ii} = koefisien interaksi, $X_i, X_j \dots X_k$ merupakan faktor independen yang mempengaruhi proses ekstraksi; ε adalah kesalahan acak. Persamaan polinomial dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Model polinomial orde dua *overrun* dan waktu leleh

Respon	Model polinomial orde dua
<i>Overrun</i>	$Y1 = 33,3 + 7,29X1 + 5,46 X2 + 6,59 X3 + 2,74X1X3 + 2,93X2X3 + 5,23 X1^2 + 5,52 X2^2 - 2,47 X3^2$
Waktu leleh	$Y2 = 16,46 - 2,02 X1 + 4,77 X2 + 5,76 X3$

Model polinomial orde ke dua didapatkan dari ANOVA. Persamaan yang didapatkan tersebut merupakan persamaan dalam bentuk variabel atau faktor-faktor yang dikodekan dan berfungsi untuk membuat prediksi mengenai respon pada tingkat tertentu dari masing-masing variabel atau faktor. Pada dasarnya, faktor yang memiliki pengaruh tinggi diberi kode +1 dan variabel dengan pengaruh rendah diberi kode -1. Persamaan dengan kode tersebut berfungsi untuk mengidentifikasi dampak negatif dari variabel-variabel dengan membandingkan koefisien faktor.

Penggunaan susu *full cream* yang mengandung lemak dapat membantu menahan terlepasnya udara di dalam adonan. Hal ini terjadi selama proses agitasi atau homogenisasi yang menyebabkan komponen terpecah menjadi partikel yang lebih kecil. Terpecahnya

komponen mengakibatkan rendahnya tegangan antar permukaan lemak, sehingga membuat lemak menyebar ke seluruh permukaan adonan dengan luas permukaan yang semakin besar, namun lemak tersebut menjadi tidak stabil (destabilisasi). Lemak yang tidak stabil tersebut kemudian membentuk jaringan dan terikat kuat pada dinding udara (Loffredi, 2020). Selain adanya lemak yang mendukung terperangkapnya udara di dalam adonan, penambahan *baking powder* mampu meningkatkan pertambahan volume es krim melalui reaksi yang terjadi antara natrium bikarbonat (NaHCO_3) yang bersifat polar dan kemudian terkena panas sehingga menghasilkan gas karbon Gas CO_2 yang terbentuk mendorong adonan, sehingga volume es krim semakin naik yang kemudian terikat oleh globula lemak. Pertambahan volume terus terjadi seiring dengan

bertambahnya penggunaan susu *full cream* dan *baking powder* hingga mencapai nilai *overrun* 56,1%. Menurut Marshall (2003), tergabungnya seluruh komponen penyusun es krim memungkinkan seluruh udara stabil dan dapat dipertahankan serta menghasilkan *overrun*

hingga 120%. Rendahnya perolehan *overrun* pada penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan lemak yang sedikit. Semakin sedikit kandungan lemak, maka semakin rendah *overrun* es krim (Alfadila, 2020).

Factor Coding: Actual

All Responses

● Design Points

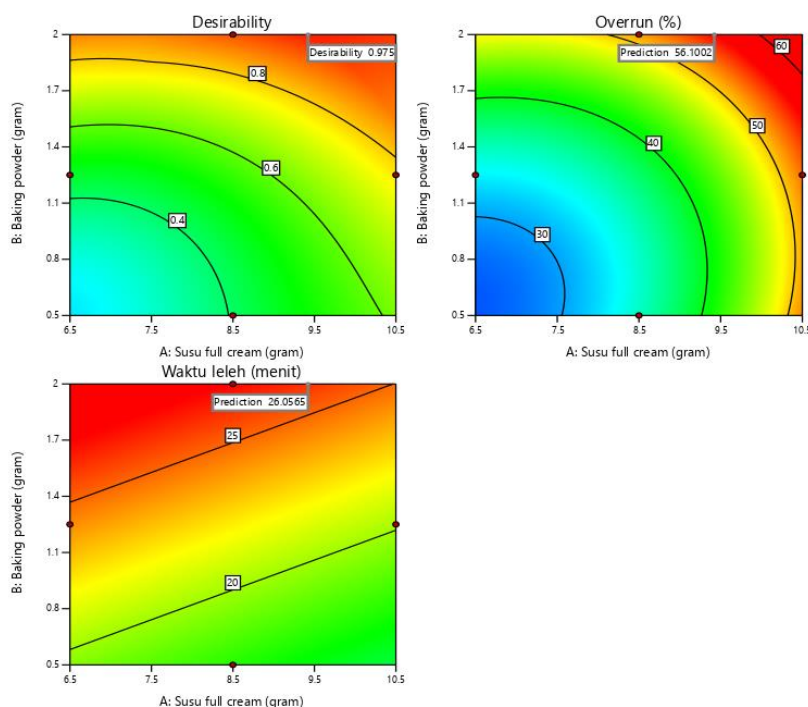
0.000 1.000

X1 = A

X2 = B

Actual Factor

C = 0.999999



Gambar 1. Respon Plot Kontur dari variabel pada nilai overrun dan titik leleh es krim

Kondisi optimum diperlukan untuk memperoleh formulasi dengan kondisi paling ideal pada hasil respon yang tinggi maupun rendah sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Optimasi es krim dengan variasi susu *full cream*, *baking powder*, dan karagenan mampu mendapatkan respon *overrun* tertinggi pada penggunaan bahan paling tinggi yaitu susu *full cream* 10,5 g, *baking powder* 2,0 g, dan karagenan 1,0 g dengan hasil *overrun* sebesar 56,10% dan waktu leleh 27,07 menit. Berdasarkan hasil tersebut, formulasi terbaik

dalam menghasilkan *overrun* paling tinggi yaitu pada susu *full cream* 9,42 g, *baking powder* 2,0 g, dan karagenan 1,0 g. Kondisi tersebut kemudian diubah dalam bentuk plot kontur sehingga dihasilkan plot seperti Gambar 1.

Prediksi kondisi optimum pada formulasi yang telah ditetapkan kemudian dilakukan pengujian kembali terhadap respon *overrun* dan waktu leleh. Formulasi susu *full cream* 9,42 g, *baking powder* 2,0 g, dan karagenan 1,0 g mampu menghasilkan *overrun* sebesar 55,78% dan pelelehan selama 25,57 menit. Sehingga

dapat dikatakan bahwa hasil tersebut mendekati prediksi.

Analisis Kimia dan Fisik Es Krim Pada Kondisi Optimum

Analisis kimia es krim dilakukan berdasarkan hasil optimum dengan respon *overrun* dan waktu leleh. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan gizi yang terdapat di dalam es krim. Nilai optimum

yang dihasilkan adalah pada penggunaan susu *full cream* 9,42 g, *baking powder* 2,0 g, dan karagenan 1,0 g yang kemudian dijadikan sebagai formulasi dalam pembuatan es krim rendah lemak dengan penambahan bahan lainnya (garam, gula, dan skim).

Perbandingan karakteristik susu rendah lemak hasil optimasi dengan es krim komersial disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan hasil analisa kimia dan fisik es krim

No.	Kriteria	Es krim hasil optimasi	Es krim komersial	SNI 3713:2018
1.	Kimia			
1.1	Total padatan	34,76 %	32,48 %	Min. 31 %
1.2	Lemak	3,03 %	2,68 %	Min. 5,0 %
1.3	Protein	2,90%	1,52 %	Min. 2,7 %
2.	Fisik			
2.1	<i>Overrun</i>	55,78%	-	-
2.2	Waktu leleh	25,57 menit	17,34 menit	-

Berdasarkan tabel di atas, analisa kimia yang dilakukan hanya total padatan, lemak dan protein, sedangkan analisa lainnya seperti karbohidrat dan abu tidak dilakukan. Hal ini mengacu pada standar SNI 3713:2018 mengenai syarat mutu es krim. Hasil analisa lemak pada es krim optimasi yaitu sebesar 3,03%. Angka tersebut dinilai cukup kecil karena penggunaan susu *full cream* <10 g dan skim 8,5 g dalam satu formulasi. Kadar tersebut belum memenuhi standar SNI yang mensyaratkan kadar lemak es krim minimal sebesar 5%. Namun hasil analisa kadar lemak mendekati kadar lemak es krim komersial yaitu sebesar 2,68%. Es krim dengan kadar lemak <5% termasuk ke dalam jenis es krim rendah lemak. Clarke, (2004) menyebutkan bahwa es krim rendah lemak setidaknya

mengandung minimal 1% lemak dari total bahan.

Kadar protein es krim optimasi sebesar 2,90%, lebih tinggi dibandingkan es krim komersial dengan kadar 1,52%. Kadar protein es krim hasil penelitian ini dinilai memenuhi standar SNI dengan kadar protein minimal 2,7%. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa bahan yang menjadi sumber protein es krim diantaranya adalah susu skim, susu *full cream*, dan karagenan. Menurut susu skim mengandung protein tinggi sebesar 35,6% (Diputra, 2022) sementara formulasi es krim optimasi menggunakan susu skim sebanyak 8,5g. Susu *full cream* mengandung protein sebesar 6g/25 g bahan (Fat Secret, 2023) dengan penggunaan pada formulasi sebesar 9,422 g. Sedangkan karagenan dapat mengandung protein berkisar

antara 4,81 – 9,43% (Suryani, 2015), dalam penelitian ini menggunakan karagenan sebesar 1 g.

Analisa fisika juga dilakukan terhadap es krim hasil optimasi yaitu *overrun* dan waktu leleh. *Overrun* es krim hasil optimasi mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan es krim komersial. Es krim hasil optimasi mampu meleleh dalam waktu 23,40 menit per 2 gram sampel, sedangkan es krim komersial memerlukan waktu 10,24 menit per 2 gram sampel untuk meleleh sempurna, sehingga dapat disimpulkan bahwa es krim hasil optimasi memiliki waktu leleh yang lebih rendah atau meleleh lebih lama dibandingkan dengan es krim yang beredar di pasaran. Lamanya waktu leleh es krim optimasi dikarenakan total padatan lebih banyak dibandingkan dengan es krim komersial, selain itu penambahan karagenan menyebabkan es krim memiliki kekentalan yang lebih besar serta menyebabkan udara di dalam adonan es krim tidak cepat terlepas sehingga waktu leleh menjadi lebih lama.

KESIMPULAN

Metode RSM yang dikombinasikan dengan BBD mampu berhasil mendapatkan formula optimal pada pembuatan es krim rendah lemak. *Full cream* dan *baking powder* mempunyai pengaruh nyata ($p < 0,05$) pada nilai *overrun* dan titik leleh es krim. Optimasi formulasi es krim menghasilkan kondisi optimum pada penggunaan susu *full cream* 9,42 g, *baking powder* 2,0 g, dan karagenan 1,0 g. Es krim pada

kondisi optimum dengan variasi krim, *baking powder*, dan karagenan memiliki *overrun* sebesar 55,78% dan waktu leleh 25,57 menit dengan kadar padatan 34,76 %, lemak 3,03 %, serta protein 2,90 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfadila, R. R. (2020). Pengaruh Pemanis Terhadap Mutu Fisik, Kimia, dan sensoris Es Krim Sari Kedelai Jeruk Manis (Citrus sinesis). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, Vol. XIII, No. 1.
- Anonim. (2018). *Badan Standarisasi Nasional Indonesia*. SNI 3713:2018. Jakarta: BSN
- Anonim. (2023, 06). *Ice Cream in Indonesia*. Tersedia di [www.euromonitor.com: https://www.euromonitor.com/ice-cream-in-indonesia/report](https://www.euromonitor.com/ice-cream-in-indonesia/report). Diakses pada 27 Maret 2023
- AOAC (2000) Official Method: *The Assosiation of Official Analytical Chemist. The Assosiation of Analytical Chemist*. Washington DC
- Chandra, Rani, N. H. (2017). Pemanfaatan Susu *Full cream* dan Minyak Sawit Merah dalam Pembuatan Es Krim Ubi Jalar Ungu. *JOM FAPERTA* Vol.4 No. 2, 4.
- Clarke, C. (2004). *The Science Of Ice Cream*. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry.
- Diputra, K. W. (2022). Pengaruh Penambahan Susu Skim Terhadap Karakteristik

- Yoghurt Jagung Manis (Zea Mays L. Saccharata). *Pro Food*, 8(1), 1–13.
- Fat Secret, I. (2023). *Susu full cream*. Tersedia di <https://www.fatsecret.co.id/kalori-gizi/search?q=susu+full+cream+dancow>. 2023. Diakses pada 05 Juni 2023
- Istiqomah, K. W. (2017). Karakterisasi Es Krim Edamame Dengan Variasi Jenis Dan Jumlah Pentabil. *Jurnal Agroteknologi* Vol. 11 No. 02.
- Loffredi, Eleonora, Maria Eletta Moriano, Letizia Masseroni, and Cristina Alamprese. 2021. “Effects of Different Emulsifier Substitutes on Artisanal Ice Cream Quality.” *LWT* 137: 110499.
- Marshall, Robert. T, H. D. (2003). *Ice Cream 6th Edition*. New York: Springer Science & Business Media.
- Rahmawati RD, 2012. Tingkat penambahan bahan pengembang dalam pembuatan es krim instan ditinjau dari mutu organoleptik dan tingkat kelarutan. Universitas Brawijaya, (Online), <http://fapet.ub.ac.id/wpcontent/uploads/2013/04/Tingkat-Penambahan-Bahan-Pengembang-pada-Pembuatan-Es-Krim-Instan-Ditinjau-Dari-Mutu-Organoleptik-Dan-Tingkat-Kelarutan.pdf>, diakses pada tanggal 13 Maret 2024.
- Suryani, I. S. (2015). Karakteristik Kualitas Karaginan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Perlakuan Bleaching yang Berbeda : Kajian Kualitas Organoleptik dan Proksimat. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 166.
- Suryaningrum, M. A. (2002). Penggunaan Kappa-Karaginan Sebagai Bahan Penstabil Pada Pembuatan Fish Meat Loaf Dari Ikan Tongkol (*Euthynnus pelamys*. L). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Edisi Pasca Panen Vol. 8 No. 6 33-43.
- Susrini, 2003. Pengantar Teknologi Pengolahan Susu. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang. Jawa Timur. Indonesia.
- Trivana, L., & Wungkana, J. (2019). The Substitution of Milk Fat with Virgin Coconut Oil to Ice Cream Quality. *Jurnal B.Palma*, 20(2), 101–109