

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi dan SNI Es Krim

Es krim merupakan salah satu produk hasil olahan pangan yang adonannya berasal dari campuran susu, lemak hewani atau nabati, gula, serta bahan tambahan pangan lainnya. Proses pengolahan es krim melalui adanya pembekuan adonan yang nantinya akan dihasilkan produk pangan semi padat (Badan Standardisasi Nasional, 1995). Prinsip kerja pembuatan es krim yaitu bahan dasar es krim dicampur agar rongga udara terbentuk dan terjadi pengembangan volume es krim pada adonan, sehingga diperoleh hasil tekstur es krim yang ringan, lembut, dan tidak padat (Hanum dkk., 2021).

Bahan dasar dari es krim adalah padatan susu non-lemak, lemak, gula, penstabil, pengemulsi (Haryanti & Zueni, 2015). Lemak susu termasuk ke dalam salah satu komponen yang dapat memberikan cita rasa seperti *creamy*, tekstur lembut pada es krim, dan menghasilkan sifat leleh sesuai yang diinginkan serta lemak pada es krim mengandung vitamin A, D, E, dan K (Tharp dan Young, 2012). Penstabil merupakan bahan yang berpengaruh terhadap karakteristik es krim, berfungsi untuk menghasilkan tekstur adonan es krim yang lebih padat, halus dan menstabilkan molekul udara dalam adonan es krim (Chan, 2009). Gula berupa sukrosa berfungsi sebagai pemanis, menurunkan titik beku, memberikan hasil tekstur lembut (Minarno, 2022). Total padatan merupakan keseluruhan komponen padat yang berada dalam suatu bahan meliputi protein, lemak, karbohidrat dan diperlukan untuk

mencegah penggumpalan tekstur agar dihasilkan tekstur yang lembut, membentuk rasa (Nugroho dan Kusnadi, 2015).

Produk es krim akan dilakukan analisis kimia meliputi protein, lemak, total padatan, dan gula sebagai sukrosa, analisis fisik meliputi *overrun* dan *melting rate*, dan analisis mikrobiologi meliputi angka lempeng total dan *Salmonella* (Astuti dkk., 2022). Protein dalam pembuatan es krim berfungsi untuk meningkatkan tekstur, membantu pembuihan (Mita dkk., 2024). Proses pembentukan buih dapat terjadi saat proses pengadukan atau *mixing*, tegangan permukaan yang terdiri dari udara dan air akan mengalami penurunan (Achyadi dkk., 2020). Lemak dan total padatan berfungsi untuk menghasilkan es krim dengan tekstur yang lembut (Mahrita dkk., 2022). Hasil kualitas es krim yang baik dapat ditunjukkan dengan memenuhi syarat mutu minimal es krim seperti protein minimum 2,7%, lemak minimum 5%, gula total minimum 8% (Faizah dkk., 2023).

Overrun merupakan nilai pengembangan adonan es krim antara volume es krim awal dengan volume es krim yang sudah dicampur menggunakan *mixer* (Oktafiyani dan Susilo, 2019). *Overrun* tinggi berdampak pada es krim yang cepat mencair begitupun sebaliknya *overrun* rendah maka es krim tidak cepat mencair (Haryanti dan Zueni, 2015). *Overrun* es krim terbaik untuk standar 100-120% dan premium 60%-90% (Goff dan Hartel, 2013).

Melting rate adalah lama waktu es krim mengalami pelelehan secara sempurna saat diletakkan di suhu ruang, *melting rate* dapat dipengaruhi oleh penggunaan penstabil. Waktu leleh es krim akan semakin lama apabila

penstabil yang digunakan dapat mengikat air dan membentuk gel dengan baik (Rahim dkk., 2017). Standar *melting rate* yang baik untuk es krim yaitu 600-1200 detik (Goff dan Hartel, 2013).

Analisis mikrobiologi sangat penting dilakukan untuk mengetahui produk tersebut aman untuk dikonsumsi. Es krim merupakan produk pangan yang rentan terhadap adanya pertumbuhan mikrobia, hal ini dikarenakan penggunaan bahan baku seperti susu, pemanis, penstabil, adanya kontaminasi selama proses pembuatan. Produk es krim dengan kualitas mikrobiologi yang baik dapat dilakukan dengan pembersihan alat dan bahan yang akan digunakan dalam produksi, adanya proses pasteurisasi (Lamri dkk., 2023).

Uji organoleptik merupakan uji yang dilakukan menggunakan indera manusia berdasarkan parameter rasa, warna, tekstur, dan aroma yang bertujuan untuk mengetahui daya terima suatu produk di masyarakat (Widyasari dkk., 2018). Rasa merupakan parameter penting pada uji organoleptik, karena rasa digunakan sebagai penentuan tingkat penerimaan panelis terhadap es krim berdasarkan indera perasa (Fikri dkk., 2022). Warna merupakan parameter pertama yang dinilai oleh panelis karena memberikan daya tarik panelis terhadap produk yang akan dicobanya (Mahrita dkk., 2022).

Aroma merupakan parameter uji yang dilakukan berdasarkan indera pembau sedangkan tekstur merupakan parameter yang dilakukan uji untuk mengetahui kualitas produk berdasarkan indera perasa dan penglihatan (Mahrita dkk., 2022). Parameter tekstur yang diuji ini untuk mengetahui

lembut atau tidaknya tesktur es krim (Fikri dkk., 2022). Syarat mutu es krim berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (1995) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Es Krim Menurut SNI 01-3713-1995

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		Normal
	1.1 Penampakan	-	Normal
	1.2 Bau	-	Normal
	1.3 Rasa	-	Normal
2	Lemak	%b/b	Minimum 5,0
3	Gula dihitung sebagai sakarosa	%b/b	Minimum 8,0
4	Protein	%b/b	Minimum 2,7
5	Jumlah padatan	%b/b	Minimum 3,4
6	Bahan tambahan makanan		
	6.1 Pewarna tambahan		Sesuai SNI 01-0222-1995
	6.2 Pemanis buatan		Negatif
	6.3Pemantap pengemulsi dan	-	Sesuai SNI 01-0222-1995
7	Cemaran logam		
	7.1 Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimum 1,0
	7.2 Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimum 20,0
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maksimum 0,5
9	Cemaran mikroba		
	9.1 Angka lempeng total	koloni/g	Maksimum $2,0 \times 10^5$
	9.2 MPN Coliform	APM/g	< 3
	9.3 Salmonella	koloni/g	Negatif
	9.4 <i>Listeria SPP</i>	koloni/g	Negatif

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 1995).

Substitusi kedelai hitam dapat digunakan untuk meningkatkan nilai gizi berupa protein dan diversifikasi pangan dengan mengolah menjadi es krim (Sanjaya dkk., 2019). Tepung porang yang digunakan sebagai penstabil dapat meningkatkan nilai *overrun*, *melting rate*, dan total padatan es krim (Sembiring dkk., 2019). Tepung tempe kedelai dapat digunakan sebagai substitusi pada produk es krim, penambahan tepung tempe kedelai pada konsentrasi yang tepat akan memperoleh produk es krim terbaik berdasarkan parameter kimia dan fisik (Alaydrus, 2022).

Es krim kedelai hitam dengan penambahan lidah buaya menggunakan perbandingan kedelai hitam sebesar 5%, 15%, dan 25% menghasilkan produk es krim dengan kadar protein tertinggi sebesar 9,42% pada perlakuan 25%, hal ini disebabkan semakin tingginya kadar kedelai hitam akan berdampak terhadap tekstur es krim (Sanjaya dkk., 2019). Es krim sehat dan berkualitas menggunakan santan dan tepung tempe kedelai pada perbandingan 5%, 7,5%, dan 10% dihitung dari berat ICM memperoleh hasil kadar protein es krim yang lebih tinggi sebesar 9,22% pada perbandingan 10%, sehingga kadar protein es krim akan meningkat seiring semakin tingginya konsentrasi tepung tempe kedelai. Persentase terbaik yang dapat ditambahkan dalam produk sebesar 10% dari berat ICM, karena dapat memperoleh hasil kandungan protein lebih tinggi (Su'I dkk., 2020).

B. Deskripsi dan Kandungan Gizi Kedelai Hitam

Kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merrill) yang sering dikenal dengan nama latin (*Glycine soja*) merupakan tanaman asli dari daerah Asia yang dapat ditanam di daerah tropis memiliki polong lebat, cukup keras tidak mudah pecah, warna kulit bijinya hitam, usia tanam 85-90 hari. Kedelai hitam termasuk ke dalam tanaman semusim yang cukup banyak ditanam di Indonesia mulai dari dataran tinggi hingga dataran rendah (Septiana dkk., 2022). Tanaman kedelai hitam tumbuh tinggi tegak sekitar 75 cm dengan bentuk daun bulat telur, ujung daun lancip, kulit buah polongnya berwarna coklat dan memiliki bulu kasar. Masa panen kedelai hitam biasanya ditandai dengan daun mulai menguning dan berguguran.

Kedelai hitam (*Glycine soja*) berasal dari famili Leguminosa yang biasanya dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan kecap, kedelai hitam dapat digunakan sebagai alternatif bahan pangan fungsional (Kurniasih dkk., 2013). Kedelai hitam memiliki kandungan asam amino berupa leusin dan lisin yang digunakan oleh enzim pemecah kedelai sebagai pemberi rasa khas dan lezat (Margono, 2003). Kandungan zat gizi pada kedelai hitam meliputi 40,40% protein, 19,30% lemak, 14,10% karbohidrat, 14,05% air, dan 5,25% mineral (Amrin, 2000).

Keunggulan yang dimiliki kedelai hitam meliputi kadar protein yang lebih tinggi dan kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan kedelai kuning (Wardani dkk., 2014). Keunggulan lainnya adalah adanya senyawa antioksidan yang tinggi berasal dari isoflavon, bermanfaat untuk menurunkan kolesterol (Priyambodo dkk., 2019). Aktivitas antioksidan yang tinggi selain berasal dari isoflavon terdapat senyawa lain seperti fenolik, flavonoid, dan antosianin (Rahayu dan Sulistiawati, 2018). Kacang jenis lain yang mengandung zat gizi berupa tinggi protein ditemui pada kacang merah, kacang koro pedang, kacang hijau. Kandungan gizi kimiawi kacang merah, koro pedang, kacang hijau, kedelai kuning, dan kedelai hitam ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Kacang Merah, Kacang Koro Pedang, Kacang Hijau, Kedelai Kuning, dan Kedelai Hitam (%)

Komponen	Jenis Kacang				
	Kacang Merah (Indayanti dkk., 2021)	Koro Pedang (Tsalissavr ina dkk., 2023)	Kacang Hijau (Prachansu wan dkk., 2019)	Kedelai Kuning (Li dkk., 2024)	Kedelai Hitam (Li dkk., 2024)
Protein	18,77	25,95	34,6	41,45	44,32
Lemak	4,03	1,6	2,4	19,42	18,56

Lanjutan Tabel 2.

Karbohidrat	27,40	68,97	-	-	32,80
Serat	18,25	12,15	1,2	-	30,47
Isoflavon (mg/g)	151,75		0,78	4.733	5.777

Kedelai hitam memiliki senyawa antigizi seperti antitripsin, hemaglutinin, asam fitat (Koswara, 2009). Antitripsin merupakan senyawa antigizi yang memiliki kemampuan penghambatan aktivitas enzim tripsin di dalam saluran pencernaan. Antitripsin dapat dinaktivasi melalui panas dari pemasakan seperti pengukusan yang dapat menurunkan nilai antripsin pada kacang-kacangan (Astawan, 2009). Kedelai hitam ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kedelai Hitam (Warisno dan Dahana, 2010).

C. Deskripsi Tempe Kedelai Hitam

Tempe merupakan produk pangan tradisional Indonesia yang berasal dari hasil fermentasi kacang kedelai menggunakan jamur *Rhizopus* sp. yang akan membentuk hifa dan tekstur yang padat, proses pembuatan tempe melalui tahapan seperti pencucian, perendaman, pemberian ragi, pengemasan, dan fermentasi (Astawan dkk., 2017). Tempe memiliki aroma khas karena melalui proses fermentasi, proses fermentasi ini menyebabkan enzim protease dan enzim lipase menjadi aktif menghasilkan asam amino bebas dan senyawa volatil (Rizal dan Kustyawati, 2019). Senyawa volatil pada tempe meliputi

aldehid, keton (Harahap dkk., 2018). Aroma khas yang terdapat pada tempe dapat dikurangi salah satunya dengan cara perlakuan blansir untuk menonaktifkan enzim lipoksigenase dari kedelai (Yanti dkk., 2021).

Pengolahan tempe melalui proses fermentasi membuat protein lebih mudah dicerna dan mengurangi zat antigizi, dikarenakan adanya penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana (Palupi dan Rahmatika, 2022). Proses fermentasi pada tempe dapat menghasilkan fragmen peptida spesifik yang terdiri dari 2 sampai 20 asam amino yang disebut peptida bioaktif, peptida bioaktif tersebut memiliki manfaat baik terhadap kesehatan tubuh seperti sebagai antioksidan, antihipertensi, dan antikanker (Singh dkk., 2014). Peptida bioaktif ini dapat diperoleh dari hidrolisis enzimatis *in vitro*, fermentasi mikroorganisme. Peptida bioaktif pada tempe berperan sebagai ACE *inhibitor*, sehingga dengan adanya fermentasi kedelai dapat menghasilkan peptida bioaktif seperti Pro-Leu (antihipertensi), Lys-Pro dan Thr-Tyr (antioksidan), dan His-Phe dan Pro-Phe (antidiabetik) (Tamam dkk., 2020). Peptida bioaktif pada kedelai hitam dapat bermanfaat sebagai antikanker seperti Leu-Val-Pro-Lys (Chen dkk., 2019).

Proses pengolahan dan bahan yang digunakan memengaruhi jenis dan manfaat peptida bioaktif, peptida bioaktif berdasarkan sumber dapat ditemukan dari sumber hewani dan nabati. Peptida bioaktif sumber hewani ditemukan di susu, makanan laut (udang, cumi), telur, ikan, daging sedangkan pada sumber nabati ditemukan seperti gandum, jagung, kedelai, rumput laut, dan beberapa sumber nabati lainnya (Aguilar dan Otero, 2017). Peptida bioaktif dari kedelai

memiliki manfaat seperti antihipertensi, antioksidan, antiinflamasi, dan antikanker (Chatterjee dkk., 2018).

Pengolahan kedelai hitam selain dalam pembuatan kecap dapat dimanfaatkan sebagai produk pangan berupa tempe kedelai hitam. Kandungan gizi berupa protein, lemak, dan karbohidrat pada tempe kedelai hitam lebih baik dibandingkan protein pada kedelai kuning secara berturut-turut sebesar 63,01%; 8,69%; 25,65% dan 45,93%; 16,49%; 32,09% (Asmoro, 2016). Daya cerna kedelai hitam sebesar 45% mengalami peningkatan setelah melalui proses fermentasi menjadi tempe kedelai hitam sebesar 66% (Palupi dan Rahmatika, 2022).

D. Deskripsi Umbi Porang

Porang (*Amorphophallus muelleri*) merupakan jenis umbi-umbian yang mudah ditanam, dapat tumbuh di ketinggian 700 meter di atas permukaan laut. Porang memiliki morfologi meliputi daun berwarna hijau dengan tipe majemuk menjari, memiliki tekstur umbi yang halus dan warna dagingnya kekuningan (Sulistiyo dkk., 2015). Glukomanan dapat ditemukan dalam porang yang digunakan sebagai pengental, pembuatan jeli (Budihartono dan Supriyono, 2023). Kandungan gizi yang ditemukan dalam umbi porang meliputi 84,01% air, 0,83% lemak, protein 9,50%, 9,70% serat, 0,83% abu dan 60,20% glukomanan (Nurlela dkk., 2021).

Beberapa jenis umbi mengandung kalsium oksalat dengan kadar yang berbeda-beda seperti porang, suweg, dan talas, sehingga saat mengonsumsi umbi tersebut akan terasa sangat gatal (Estiasih dkk., 2017). Jumlah konsumsi

oksalat per hari dibatasi sebesar 71 mg/100 g per hari (Drajat dkk., 2020). Kadar oksalat dari jenis umbi porang, suweg, gembili, dan talas ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Kalsium Oksalat pada Beberapa Jenis Tepung Umbi

Jenis Bahan	Jenis Umbi	Kandungan Oksalat (mg/100g)
Umbi	Suweg	382
	Porang	86
	Talas Kimpul	187
Tepung	Suweg	93,6
	Porang	155,3
	Talas Kimpul	42,35
	Gembili	307,1

(Sumber : Indriyani dkk., 2020; Maula dkk., 2023; Sulaiman dkk., 2021; dan Wijaya dkk., 2023).

Senyawa oksalat yang terkandung pada umbi porang perlu dihilangkan melalui beberapa perlakuan sebelum dikonsumsi. Proses penghilangan yang dilakukan seperti perendaman dengan larutan garam, jeruk nipis, akuades dengan lama waktu perendaman dan konsentrasi larutan yang berbeda-beda. Perendaman dengan larutan garam dapat melarutkan kalsium oksalat disebabkan adanya ionisasi NaCl dalam air menjadi kation natrium dan anion klorida yang nantinya akan membentuk senyawa natrium oksalat ketika berikatan dengan anion oksalat dan membentuk senyawa kalsium klorida ketika berikatan dengan kation kalsium (Widari dan Rasmito, 2018). Perendaman umbi porang dalam larutan garam dapat menurunkan kadar oksalat lebih besar dibandingkan dalam akuades (Febrianti dan Wardani, 2022). Perendaman umbi porang dengan berbagai jenis larutan untuk menurunkan kadar oksalat dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perlakuan Perendaman untuk Penurunan Senyawa Oksalat pada Umbi Porang

Perlakuan	Kadar Oksalat (%)	%Penurunan Oksalat
Perendaman NaCl 8% dan Perebusan 25 menit	4,55	90,9
Perendaman NaCl 7%	2,78	69,83
Perendaman akuades	2,78	54,35
Perendaman jeruk nipis 5%	2,60	31,79

(Sumber : Febrianti dan Wardani, 2022; Widari dan Rasmito, 2018; Wardani dan Arifiyana, 2021)

Tepung glukomanan dimanfaatkan sebagai penstabil pada produk es krim, *melting rate* es krim akan meningkat dengan adanya penambahan tepung glukomanan (Herlina dkk., 2018). Perlakuan konsentrasi tepung porang 0,5% dapat memberikan hasil terbaik pada es krim buah naga dan mampu menyamai CMC sebagai penstabil (Nofrida dkk., 2018). Konsentrasi tepung porang 1% yang digunakan pada es krim apabila semakin besar dapat memperoleh karakteristik es krim terbaik (Megawangi dkk., 2019). Perlakuan konsentrasi tepung glukomanan porang sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% sebagai hidrokoloid menunjukkan hasil bahwa meningkatnya konsentrasi yang digunakan kekuatan gel akan semakin tinggi (Aryawan dan Fitriana, 2022).

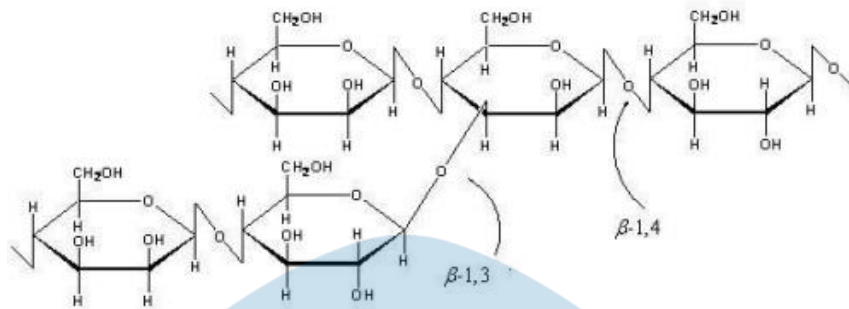
E. Deskripsi Glukomanan

Glukomanan merupakan polisakarida yang tersusun dari monomer berupa β -D manopiranosida dan β -D glukopiranosida yang dihubungkan oleh ikatan β (1 \rightarrow 4) (Yang dkk., 2018). Karakteristik yang dimiliki glukomanan menyerupai selulosa dan galaktomanan yang dapat membentuk serat-serat halus (Pasaribu dkk., 2022). Serat larut air yang ditemukan pada glukomanan dapat berfungsi sebagai pembentuk gel dan menurunkan kadar kolestrol, serat

tidak dapat terserap oleh usus halus dan akan difermentasi oleh mikroflora di dalam usus besar (Nurmaisari dkk., 2023). Glukomanan termasuk hidrokoloid larut air dengan kemampuannya sebagai pembentuk gel, pengemulsi, penstabil, perekat (Herawati, 2018).

Glukomanan dalam porang dimanfaatkan sebagai penstabil dalam produk pangan. Hal ini dikarenakan dapat membentuk gel dengan peningkatan viskositas dan memiliki sifat hidrokoloid yang kuat (Guna dkk., 2020). Glukomanan porang yang digunakan sebagai penstabil berfungsi untuk meningkatkan kualitas produk, glukomanan dapat diperoleh melalui proses ekstraksi dengan pelarut air ataupun etanol (Iftari dkk., 2023).

Pengemulsi berfungsi untuk mengikat dua fase berupa minyak dan air, penambahan pengemulsi ke dalam suatu bahan bertujuan agar tidak terjadi pemisahan antara dua fase yang berbeda dan tekstur produk pangan yang dihasilkan lebih baik (Octaliandra dan Holinesti, 2022). Glukomanan dapat digunakan sebagai pengemulsi, dikarenakan struktur kimia yang dimiliki oleh glukomanan yang terdiri dari polisakarida rantai panjang berupa glukosa dan manosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Glukomanan tergolong senyawa yang cenderung hidrofilik karena memiliki gugus hidroksil (-OH) (Liu dkk., 2021). Glukomanan juga dapat berikatan dengan lemak disebabkan oleh adanya interaksi hidrofobik oleh rantai karbonnya dan glukomanan akan menurunkan tegangan muka antara fase minyak dan air (Han dkk., 2023). Struktur glukomanan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Kimia Glukomanan (Lafarge dan Cayot, 2017).

F. Hipotesis

1. Penggunaan ekstrak tempe kedelai hitam dan pasta ekstrak porang sebagai penstabil dapat meningkatkan kualitas es krim berdasarkan karakteristik kimia, fisik, mikrobiologis, dan organoleptik.
2. Konsentrasi ekstrak tempe kedelai hitam dan pasta ekstrak porang yang tepat dapat menghasilkan produk es krim dengan kualitas terbaik.