

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Gelato

Gelato berasal dari kata latin *gelātus* berarti "beku" yang termasuk salah satu makanan penutup beku asal Italia berbahan dasar susu (Destephano dkk., 2002). Menurut Ferrari (2011), gelato adalah makanan beku yang dibuat dari bahan dasar susu dan dikombinasikan dengan perasa lainnya seperti buah, kacang dan coklat. Gelato memiliki tekstur yang lebih padat, lembut, dan beraroma daripada es krim (Morano, 2015). Viskositas gelato juga lebih tinggi dibandingkan dengan es krim. Gelato memiliki perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan es krim pada umumnya. Perbedaan utama antara gelato dan es krim terletak pada tingkat lemak, padatan susu tanpa lemak, penstabil, pengemulsi dan *overrun* (Shingh dkk., 2020). Komposisi susu yang digunakan dalam pembuatan gelato lebih banyak daripada krim. Hal ini membuat gelato memiliki rasa susu yang sangat kuat dibandingkan dengan es krim (Alfaifi dan Stathopoulos, 2010).

Tabel 1. Perbedaan es krim dan gelato

Perbedaan	Es krim	Gelato
Asal	Amerika Serikat	Italia
Bahan utama	Krim	Susu
Tekstur	Kurang padat	Lembut dan padat
Lemak (%)	10-12	0-8
Pemanis (%)	14-17	14-24
Total padatan (%)	36-38	32-42
<i>Overrun</i> (%)	100-120	25-60

Sumber: Yuliantoro (2019); Ferrari (2011); Goff dan Hartel (2013)

Gelato memiliki banyak varian rasa yang berasal dari berbagai kombinasi buah dan biasanya dibuat dari bahan-bahan segar. Gelato lebih padat dari es krim pada umumnya karena gelato memiliki *overrun* lebih rendah yaitu 25-60% sedangkan es krim memiliki *overrun* hingga 100% atau lebih. *Overrun* yang rendah dan padatan tinggi memberikan bentuk dan tekstur yang khas serta rasa yang berkualitas tinggi (Goff dan Hartel, 2013). Struktur gelato bergantung pada keseimbangan antara zat cair dan zat padat, serta lemak dan gula (Morano, 2015). Gelato memiliki ketahanan pelelehan yang lebih tinggi jika dibandingkan

dengan es krim. Bentuk dari gelato juga berbeda dari es krim karena gelato memiliki bentuk yang padat tetapi lembut pada saat yang bersamaan dan rasa yang mudah terdeteksi oleh indra sensoris manusia. Gelato dapat dikunyah secara ringan sebelum gelato mencair dan hal ini disebut palatabilitas gelato (Ferrari, 2011).

Es krim disimpan pada suhu sekitar -18°C hingga -22°C untuk pengerasan (Clarke, 2015). Sedangkan gelato biasanya disimpan pada suhu sekitar -10°C hingga -14°C , lebih hangat dari suhu es krim pada umumnya. Suhu yang lebih hangat memperkuat tekstur lembut dan memperkuat rasa gelato sehingga mudah dirasakan oleh indra sensoris manusia (Morano, 2015).

B. Bahan Pembuatan Gelato

Gelato terbuat dari susu, gula, krim, telur dan bahan lain tergantung dari rasa yang akan dibuat. Komponen dasar yang menyusun gelato adalah gula atau pemanis, lemak, padatan susu tanpa lemak atau padatan susu skim, padatan lain seperti stabilizer atau emulsifier dan air (Ferrari, 2011).

1. Susu

Susu segar adalah cairan yang diperoleh dari pemerahan sapi sehat tanpa pengurangan atau penambahan sesuatu. Dari aspek kimia, susu merupakan emulsi lemak di dalam larutan air dari gula dan garam-garam mineral dengan protein dalam keadaan koloid (Anjasari, 2010). Komponen susu tersebar dalam larutan (laktosa, protein *whey*, beberapa mineral, dan komponen minor), sebagai koloid (kasein dan mineral kompleks) dan sebagai emulsi (lemak susu) (Shingh dkk., 2020). Susu memiliki kandungan yang baik bagi tubuh seperti vitamin, zat besi, enzim dan protein yang dibutuhkan oleh tubuh (Miller dkk., 2007). Komposisi susu umumnya berbeda dari waktu pemerahan yang berbeda pula. Faktor yang mempengaruhi kadar lemak pada susu adalah faktor genetik, pakan, cara pemeliharaan, iklim, masa laktasi, dan kesehatan hewan (Widyawati dkk., 2020). Standar kadar lemak susu segar menurut SNI 01-3141-1998 minimum 3,0%. Pada penelitian Widyawati dkk. (2020) kadar lemak susu sapi perah yang dihasilkan sebesar 3,37%.

Susu terdiri dari komponen air, lemak susu sebesar 3-5% dan padatan susu tanpa lemak sebesar 8,33-9,10% (Shingh dkk., 2020). Komponen tersebut akan dibutuhkan dalam pembuatan gelato. Pada pembuatan gelato, kandungan lemak dalam susu berperan untuk meningkatkan kelembutan dan

menangkap udara saat proses pengadukan, membentuk tekstur *creamy* dan mengikat flavor. Kandungan lemak yang terlalu tinggi pada gelato akan menyulitkan proses pengadukan, rasa yang dihasilkan cenderung berlemak seperti mentega dan kalori yang dihasilkan terlalu tinggi. Sedangkan, kandungan padatan susu tanpa lemak yang mengandung protein susu akan menyerap dan mengikat air, menghalangi pembentukan kristal es berukuran besar sehingga memiliki tekstur lembut. Kandungan padatan susu tanpa lemak yang terlalu tinggi pada gelato akan menimbulkan rasa yang terlalu asin dan penurunan titik beku yang terlalu tinggi dikarenakan terlalu banyaknya kandungan laktosa dan garam mineral sehingga menghasilkan tekstur yang berpasir sehubungan dengan kristalisasi laktosa (Ferrari, 2011).

Padatan susu tanpa lemak adalah bagian susu yang tertinggal sesudah krim (lemak) diambil sebagian atau seluruhnya. Padatan susu tanpa lemak terdiri dari laktosa, protein, mineral, vitamin larut air, enzim dan komponen minor lainnya. Laktosa memberikan rasa manis dan dapat memberikan palatabilitas gelato (Arbuckle dan Marshall, 2000). Protein pada susu membantu memberi bentuk dan tekstur halus pada gelato, melalui emulsi lemak, pembentukan busa dan stabilitas udara (Goff dan Hartel, 2013). Emulsifikasi lemak oleh protein dalam campuran gelato muncul dari adsorpsi pada gumpalan lemak karena proses homogenisasi. Viskositas campuran meningkat karena kapasitas protein menahan air sehingga memberikan bentuk gelato yang diinginkan, peningkatan waktu leleh gelato, dan berkontribusi pada berkurangnya rasa es (Deosarkar dkk., 2016).

2. Pemanis

Menurut Ferrari (2011) sumber pemanis adalah sukrosa sebesar 14-24%. Contoh sumber pemanis lainnya yaitu fruktosa, dekstrosa, monosakarida dan disakarida, poliol (gula alkohol) atau kombinasi dari beberapa sumber pemanis tersebut (Goff dan Hartel, 2013; Destephano dkk., 2002). Sukrosa berfungsi untuk memberikan rasa manis, mengoptimalkan palatabilitas, meningkatkan padatan dan viskositas, perbaikan tekstur gelato, menurunkan atau menekan titik beku campuran dan untuk mencapai penerimaan konsumen yang maksimal (Syed dkk., 2018). Tujuan utama penggunaan sukrosa adalah berkaitan dengan sifat mencegah pembekuan air, menurunkan dan mengendalikan titik beku dalam larutan (Tsimiklis, 2016).

Jenis gula yang berbeda akan memberikan penurunan pada titik beku dengan tingkat yang berbeda pula (Goff dan Hartel, 2013).

Air murni pada tekanan 1 atmosfer akan membeku pada suhu 0°C. Namun, bila ke dalam air dilarutkan zat pemanis, titik beku air akan menurun sesuai dengan angka relatif penurunan titik beku zat pemanis tersebut. Sehingga, larutan tersebut tidak akan membeku lagi pada suhu 0°C. Sifat ini dibutuhkan pada saat pembuatan gelato untuk mencapai tekstur gelato yang lembut dan dapat dikonsumsi karena pembuatan dan penyimpanan gelato dilakukan pada suhu yang lebih rendah dari suhu 0°C. Seperti pada penambahan sukrosa 1% dalam gelato akan menurunkan titik beku sekitar 0,1°C sehingga akan menghentikan pembentukan kristal es dan membentuk tekstur es krim yang lembut (Goff dan Hartel, 2013).

Sukrosa memiliki angka relatif penurunan titik beku sebesar 1 dengan berat molekul sukrosa sebesar 342 (Mullan, 2018). Sukrosa memiliki beberapa sifat diantaranya yaitu mempunyai rasa manis yang diinginkan, dapat berperan sebagai *bulking agent*, mempunyai tingkat kelarutan yang tinggi dan pengawet yang baik. Sukrosa akan membentuk flavor dan warna pada saat pemanasan, mempunyai daya simpan yang baik, mudah dicerna dan tidak beracun (Nicol, 1982). Sukrosa terdiri dari unit α -D gluokopiranosil yang berikatan dengan ujung β -d fruktufuronasil, dimana ujung pereduksi berikatan dengan ujung pereduksi sehingga bersifat sebagai gula non pereduksi dan tidak memiliki gugus karbonil bebas (aldehid) (Estiasih dkk., 2016). Penambahan sukrosa yang berlebihan akan memberikan rasa terlalu manis dan penurunan tingkat pengadukan (Ferrari, 2011).

3. Kuning Telur

Kuning telur memiliki kemampuan sebagai *emulsifier* atau zat pengemulsi, memberikan cita rasa khas yang lembut, memperbaiki tekstur serta meningkatkan viskositas (Syed dkk., 2018). *Emulsifier* adalah senyawa yang mempunyai aktivitas permukaan yang dapat menurunkan tegangan permukaan antara udara-cairan dan cairan-cairan yang terdapat dalam suatu sistem emulsi (Sibuea dkk., 2016). Kuning telur mengandung bahan amfifilik termasuk fosfolipid dan kompleks protein lesitin dengan sifat pengemulsi yang baik. Hal ini akan memberikan sifat aktif permukaan pada antarmuka lemak

dan air karena lemak yang sudah dihomogenkan akan kurang stabil ketika dibekukan sehingga diperlukan emulsifier untuk mengontrol kestabilan lemak dan menghasilkan produk yang tidak mudah meleleh. Kandungan gizi kuning telur ayam adalah protein 16,5%, lemak 32%, hidrat arang 1%, kadar air 49% dan kadar abu 1% (Sudaryani, 2003). Porsi kuning telur 35-45% berat dan mengandung ~50% total padatan. Penggunaan kuning telur untuk pembuatan gelato yaitu sebesar 4% (Goff dan Hartel, 2013).

4. Stabilizer

Pada pembuatan gelato dapat ditambahkan bahan penstabil untuk memberikan stabilitas emulsi gelato yang lebih baik. Cara kerja bahan penstabil adalah dengan menurunkan tegangan permukaan, dengan cara membentuk lapisan pelindung berukuran mikro yang menyelimuti globula fase terdispersi (molekul lemak, air dan udara) dalam sistem dan bersifat stabil (Padaga & Sawitri, 2005). Penambahan penstabil yaitu 0,2%-0,75% atau sebesar 0,5% dari berat. Bahan penstabil yang biasa digunakan yaitu pektin, guar, pati jagung dan *locust bean gum* (Destephano dkk., 2002; Shingh dkk., 2020). Bahan penstabil merupakan koloid hidrofilik yang menurunkan konsentrasi air bebas dengan cara menyerapnya. Dengan turunnya konsentrasi air dalam gelato, kristal es yang terbentuk menjadi kecil dan tekstur yang dihasilkan menjadi lebih lembut. Selain itu, bahan penstabil juga berfungsi untuk mencegah pertumbuhan kristal es karena fluktuasi suhu selama penyimpanan (Bahramparvar dkk., 2010).

Penstabil akan menstabilkan molekul udara dalam adonan es krim, dengan demikian air tidak akan mengkristal, dan lemak tidak akan mengeras serta dapat mengentalkan adonan (Darma dkk., 2013). Penambahan stabilizer sangat berpengaruh pada kenaikan viskositas campuran es krim (Minhas dkk., 2002). Stabilizer secara signifikan mempengaruhi kecepatan leleh es krim melalui sifat peningkatan viskositasnya dimana seiring dengan peningkatan viskositas, laju pencairan es krim melambat secara signifikan (Soukoulis dkk., 2008). Es krim yang lembut sebagian besar terdiri dari kristal es yang berukuran kecil, sekitar 10-20 μm . Jika banyak kristal lebih besar, es krim akan dianggap kasar atau sedingin es (Drewett dan Hartel, 2007).

Selama distribusi dan penyimpanan, kristal es akan tumbuh dan mengalami rekristalisasi yang akhirnya menjadikan es krim bertekstur kasar

(*iceness*). Rekristalisasi didefinisikan sebagai setiap perubahan dalam jumlah, ukuran dan bentuk kristal selama penyimpanan. Pada suhu yang lebih tinggi, kristal es yang lebih kecil mencair sebagian atau seluruhnya dan ketika suhu diturunkan lagi, air membeku lagi menjadi kristal yang lebih besar. Rekristalisasi sangat dipengaruhi oleh kecepatan molekul air berdifusi atau bergerak ke permukaan kristal es yang lebih besar yang dikenal sebagai kinetika difusi. Difusi atau pergerakan air sangat bergantung pada viskositas fase serum, ketika viskositas fase serum yang tidak membeku meningkat, pergerakan molekul air akan menurun, sehingga memperlambat pertumbuhan kristal es. Peningkatan viskositas dari fase serum yang tidak membeku disebabkan oleh stabilizer (Bolliger dkk., 2000).

Rekristalisasi juga telah dikaitkan dengan kemampuan beberapa zat penstabil untuk membentuk jaringan seperti gel di sekitar kristal es selama fluktuasi suhu. Jaringan seperti gel ini memperlambat pergerakan air ke kristal yang lebih besar dan dengan demikian dapat menghambat pertumbuhan kristal es. Dengan tidak adanya penstabil, penghalang gel ini tidak ada, sehingga air dapat berdifusi lebih cepat dan tumbuh kembali pada kristal yang lebih besar, sehingga memperbesar ukurannya (Patmore dkk., 2003). Sebagian besar penstabil yang digunakan dalam produksi es krim tidak sesuai dengan protein susu dan dengan demikian akan menyebabkan pemisahan fase yang dikenal sebagai *wheying off* yaitu terdapat lapisan serum cair yang jernih selama es krim meleleh, yang memiliki penampilan yang tidak diinginkan (Goff dan Hartel, 2013). *Xanthan gum* paling tidak cocok dengan protein susu, diikuti oleh guar gum, dan *locust bean gum* (Thauidom dan Goff 2003). Penggunaan penstabil yang berlebihan menyebabkan kerusakan es krim yang disebut *gumminess* dimana produk tidak cukup cepat meleleh di mulut dan mempertahankan kekenyalan yang berlebihan (Goff dan Hartel, 2013).

C. Proses Pembuatan Gelato

Proses pembuatan gelato meliputi pencampuran, pasteurisasi, homogenisasi, *aging*, pemasukan udara (*aerasi*) dan pembekuan. Penambahan perasa alami dalam pembuatan gelato dapat dilakukan setelah proses pasteurisasi dan homogenisasi (Destephano dkk., 2002).

1. Pencampuran

Pencampuran bahan dilakukan dengan tujuan untuk melarutkan bahan-bahan agar tidak terjadi penggumpalan dan memudahkan proses berikutnya (Trivana dan Wungkana, 2019). Pencampuran bisa dilakukan dengan *hand blender* agar bahan sepenuhnya tercampur dengan memasukkan udara sesedikit mungkin (Morano, 2015).

2. Pasteurisasi

Proses pasteurisasi dilakukan menggunakan metode HTST (*High Temperature Short Time*) dengan suhu minimum 80°C selama kurang lebih 25 detik ataupun menggunakan metode LTLT (*Low Temperature Long Time*) dengan suhu 69°C selama 30 menit (Deosarkar dkk., 2016). Menurut Goff dan Hartel (2013) proses pasteurisasi dilakukan untuk membuat campuran secara substansial bebas dari mikroorganisme vegetatif, membunuh semua patogen yang mungkin ada di dalam bahan, melarutkan beberapa komponen (protein dan stabilisator), membantu dalam pencampuran dengan melelehkan lemak dan mengurangi viskositas, meningkatkan rasa, memperpanjang umur simpan dan meningkatkan keseragaman produk.

3. Homogenisasi

Homogenisasi bertujuan untuk membuat suspensi yang stabil dan seragam. Ketika campuran dihomogenkan dengan benar, lemak akan membentuk emulsi sehingga tidak akan membentuk lapisan krim dan tidak naik ke permukaan. Saat proses homogenisasi ini, ukuran globula lemak akan berkurang menjadi 2 μm . Ketika diameter rata-rata globula lemak berkurang menjadi setengah dari diameter asli, total luas permukaan akan menjadi dua kali lipat sehingga jumlah material yang terserap akan meningkat tajam. Emulsifier kemudian akan diserap oleh globula lemak. Protein (emulsifier) yang teradsorpsi pada permukaan luar akan membentuk membran yang baru sehingga jumlah luas permukaan terhidrasi meningkat. Hal ini dapat meningkatkan kehalusan tekstur (Goff dan Hartel, 2013).

4. Penambahan Perasa Alami

Menurut Destephano dkk. (2002) dalam pembuatan gelato, penambahan perasa alami berupa perasa yang perlu dilarutkan seperti perasa dalam bentuk bubuk seharusnya ditambahkan sebelum proses pasteurisasi.

Sedangkan perasa dalam bentuk lain seperti *paste*, sirup dan *puree* dapat ditambahkan setelah proses pasteurisasi dan homogenisasi. Pada penelitian Kanse dkk. (2020) menyatakan bahan penambahan selai dalam adonan gelato dilakukan setelah proses homogenisasi.

5. Aging

Proses *aging* dilakukan pada suhu 5°C selama 4-5 jam (Destephano dkk., 2002). *Aging* akan menyebabkan globula lemak mulai mengkristal dan membentuk jaringan (*longstring*) yang dapat memerangkap udara dalam peningkatan volume pengembangan gelato. Kristalisasi lemak sebagian diperlukan untuk memastikan kestabilan lemak yang tepat selama pembekuan. Adsorpsi protein yang terjadi selama proses sebelumnya yaitu homogenisasi tidak menyebabkan keaktifan antarmuka secara maksimal dikarenakan emulsi dengan berat molekul rendah. Dengan suhu *aging* yang rendah akan terjadi pergantian molekul protein susu (kasein) dengan emulsi pada antarmuka gumpalan lemak yang maksimal. Menghasilkan tekstur yang lebih halus dan kualitas produk yang lebih baik (Deosarkar dkk., 2016).

Pada proses *aging* akan menghasilkan hidrasi protein susu, kristalisasi lemak, dan peningkatan viskositas. Waktu *aging* tidak boleh lebih dari 24 jam karena suhu yang lebih rendah akan berpeluang terjadi pertumbuhan mikroba psikrotrof (Goff, 2018). Selain itu, pada proses *aging* memberikan waktu untuk hidrasi penuh terhadap beberapa bahan penstabil hidrokoloid sehingga memberikan peningkatan viskositas yang signifikan. Pendinginan campuran dapat meningkatkan laju kristalisasi lemak dan hampir sepenuhnya menghilangkan kemungkinan mikroorganisme dapat tumbuh dalam campuran (Goff dan Hartel, 2013).

6. Pemasukan udara

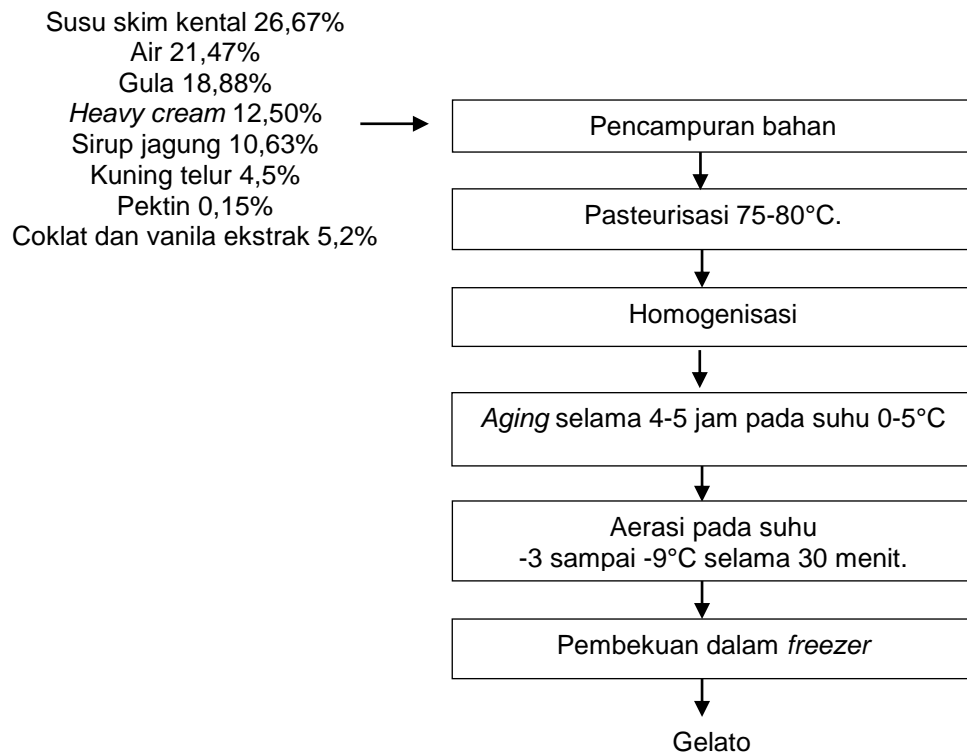
Proses selanjutnya yaitu pemasukan udara (aerasi) menggunakan *ice cream maker* pada suhu -3°C sampai -9°C selama 30 menit. Proses ini adalah salah satu operasi unit yang paling penting untuk pengembangan kualitas, palatabilitas dan hasil akhir produk karena terjadi penggabungan udara dan pembentukan busa. Proses ini mengarah pada pembentukan fase es dan destabilisasi parsial emulsi lemak. Pada pembuatan gelato umumnya menggunakan *batch freezer* dimana campuran akan diaduk dan dikocok sambil didinginkan. Setelah beberapa saat, campuran akan mulai membeku

dan mencapai konsistensi tertentu. Kemudian udara mulai dimasukkan dalam campuran sehingga akan mengeraskan es krim. Pembentukan fase es selama tahap ini terus menerus berdampak pada struktur dan tekstur produk akhir (Deosarkar dkk., 2016).

Proses ini juga bertujuan untuk membekukan air didalam adonan menjadi kristal-kristal es untuk menghasilkan tekstur yang agak keras dan terdapat penambahan udara untuk membentuk tekstur gelato. Proses pemasukan udara dilakukan dengan cara memasukkan adonan kedalam *ice cream maker* yang memiliki sebuah *dasher* yang nantinya dapat berputar didalamnya sehingga udara dapat terdispersi kedalam adonan dan dapat meningkatkan volume adonan dan membentuk *overrun* (Padaga dan Sawitri, 2005).

7. Pembekuan

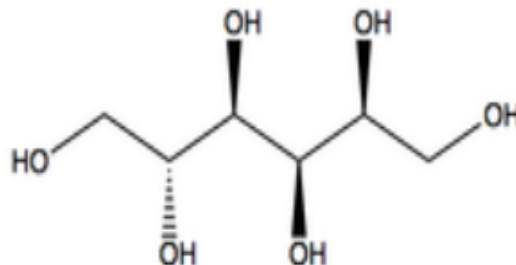
Selanjutnya gelato disimpan dalam freezer bersuhu -17°C untuk proses pengerasan dan penyimpanan gelato. Proses ini dilakukan untuk mempertahankan tekstur gelato dan memperpanjang masa simpannya (Oksilia dkk., 2012). Diagram alir proses pembuatan gelato secara umum dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan gelato coklat
Sumber: Destephano dkk. (2002)

D. Sorbitol

Sorbitol atau D-Sorbitol atau D-Glucitol atau D-Sorbite (1,2,3,4,5,6-Hexanehexol) dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_6$ dan merupakan poliol yang mudah larut dalam air. Sorbitol berupa senyawa yang berbentuk granul atau kristal dan berwarna putih dengan titik leleh berkisar antara $89^{\circ}C$ sampai dengan $101^{\circ}C$, bersifat higroskopis dan berasa manis. Penggunaan sorbitol pada suhu tinggi tidak ikut berperan dalam reaksi pencoklatan (*Maillard*). Sorbitol berperan sebagai bahan pengisi (*filler/bulking agent*), memberikan rasa manis, humektan, pengental (*thickener*), mencegah terbentuknya kristal es sehubungan dengan sifatnya yang dapat menurunkan titik beku lebih tinggi dari sukrosa yaitu sebesar 1,9. *Codex Alimentarius Commission* (CAC) mengatur maksimum penggunaan sorbitol pada berbagai produk pangan berkisar antara 500 mg/kg sampai dengan 200.000 mg/kg produk (Badan Standardisasi Nasional, 2004). Sorbitol sering digunakan dalam makanan diet (termasuk minuman diet dan es krim), permen *mint*, sirup obat batuk, dan permen karet bebas gula (Godswill, 2017).



Gambar 2. Struktur kimia sorbitol
Sumber: Godswill (2017)

Sorbitol merupakan pemanis alami termasuk golongan poliol (Manisha dkk., 2012). Gula alkohol atau poliol didefinisikan sebagai turunan sakarida yang gugus keton atau aldehidnya diganti dengan gugus hidroksil. Poliol adalah salah satu karbohidrat yang memberikan rasa manis tetapi bukan gula. Secara kimia, poliol disebut alkohol polihidrat atau gula alkohol karena bagian dari struktur poliol menyerupai gula dan bagian ini mirip dengan alkohol. Poliol diturunkan dari karbohidrat yang gugus karbonilnya (aldehid atau keton, gula pereduksi) direduksi menjadi gugus hidroksi primer atau sekunder (Rice dkk., 2019). Menurut Purnomo (1995) bahwa sorbitol merupakan zat kimia yang larut dalam

air dimana nantinya zat tersebut akan mengikat air dengan ikatan kovalen gugus O dan H sorbitol dan gugus O dan H air.

Gula alkohol berasal dari produk nabati seperti buah dan beri. Pembentukan gula alkohol terjadi secara alami dan pada waktu tertentu. Pada umumnya sorbitol dibuat dari sirup jagung, buah apel, pir, dan persik. Meski ditemukan secara luas di alam, saat ini produksi komersialnya yaitu dengan hidrogenasi katalitik dari gula reduksi (glukosa) yang sesuai dimana aldehida reaktif dan gugus keton digantikan oleh gugus alkohol stabil. Modifikasi sederhana hidrogenasi memungkinkan retensi sebagian besar struktur, jumlah, dan fungsi gula induk sekaligus memberi poliol sifat-sifat bermanfaat lainnya (Deis dan Kearsley, 2012). Gula alkohol tidak tergolong gula reduksi karena tidak memiliki gugus karbonil bebas, sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap total gula reduksi pada bahan pangan (Sari, 2016).

Sorbitol adalah salah satu humektan terbaik yang digunakan dalam aplikasi makanan. Humektan adalah kemampuan untuk kehilangan kelembapan secara perlahan yang artinya makanan yang mengandung sorbitol lebih stabil untuk disimpan dan dapat mempertahankan kesegarannya lebih lama (Rusli dkk., 2017). Viskositas, penurunan titik beku, elevasi titik didih dan tekanan osmotik semuanya berhubungan langsung dengan berat molekul, dan karena itu dapat memainkan peran penting dalam mempengaruhi tekstur dan fungsionalitas keseluruhan dari produk jadi (Deis dan Kearsley, 2012).

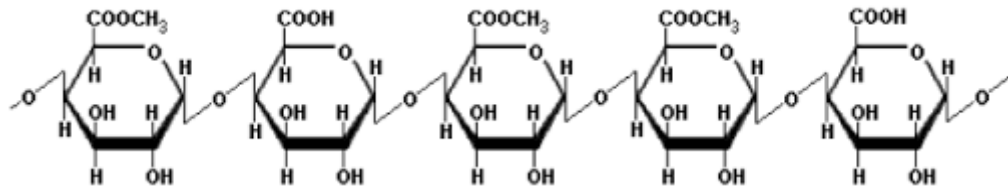
Tabel 2. Karakteristik Sorbitol

Jenis	Sorbitol
Formula Kimia	$C_6H_{14}O_6$
Bentuk	Bubuk putih atau 70% larutan
Rasa	Manis/Dingin
Tingkat kemanisan (Sukrosa = 100)	60
Kalor larutan (pada 25°C) (cal/g)	-26,5
Kalori (cal/g)	2,6
Asumsi maksimum yang direkomendasikan (g/hari)	40
Kelarutan pada suhu 25°C (g/100 g H ₂ O)	235
Indeks glikemik	9
Sensitivitas kelembaban	Higroskopisitas Tinggi
Titik lebur (°C)	100
Berat molekul	182
Penurunan titik beku	1,9
Stabilitas kimia	Stabil di udara tanpa adanya katalis dan dalam dingin, larut dalam asam dan basa. Sorbitol tidak menjadi gelap atau terurai pada suhu tinggi atau dengan adanya amina. Tidak mudah terbakar, tidak korosif, dan tidak mudah menguap.

Sumber: Deis & Kearsley (2012); Nabors (2001); Mullan (2018)

E. Pektin

Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik. Sebagian gugus karboksil pada polimer pektin mengalami esterifikasi dengan metil (metilasi) menjadi gugus metoksil. Senyawa ini disebut sebagai asam pektinat atau pektin. Asam pektinat ini bersama gula dan asam pada suhu tinggi akan membentuk gel seperti yang terjadi pada pembuatan selai (Edahwati dkk., 2013). Pektin adalah polisakarida kompleks yang bersifat asam yang terdapat dalam jumlah bervariasi, terdistribusi secara luas dalam jaringan tanaman. Umumnya terdapat di dalam dinding sel primer khususnya di sela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Pektin juga berfungsi sebagai bahan perekat antara dinding sel yang satu dengan yang lainnya. Substansi pektin tersusun dari asam poligalakturonat, dimana gugus karboksil dari unit asam poligalakturonat dapat teresterifikasi sebagian dengan metanol (Hanum dkk., 2012).



Gambar 3. Struktur rantai pektin
Sumber: Winarno (2008)

Pektin merupakan serbuk halus atau sedikit kasar, berwarna putih sampai kecokelatan yang hampir tidak memiliki bau. Kelarutan pektin berbeda-beda, sesuai dengan kadar metoksilnya. Pektin dengan kadar metoksil tinggi larut dalam air dingin, pektin dengan kadar metoksil rendah larut dalam larutan alkali atau oksalat (Hanum dkk., 2012). Pektin disetujui di seluruh dunia untuk digunakan dalam makanan sebagai bahan tambahan pangan yang aman. Memiliki banyak efek kesehatan yang bermanfaat, seperti anti-inflamasi, anti kanker, dan aktivitas hipokolesterolemik. Sifat pembentuk gel pektin digunakan secara luas dalam berbagai makanan untuk mengontrol tekstur dan reologinya (Lim dkk., 2014).

Sifat-sifat fisik dan kimia dari pektin seperti kelarutan, viskositas, kemampuan membentuk gel dan senyawa yang terkandung didalamnya tergantung pada karakteristik pektin yang sesuai dengan standar mutu *International Pectin Association*. Kondisi pH dan bahan-bahan terlarut misalnya kation-kation didalam larutan mempengaruhi sifat-sifat fisik pektin di dalam larutan tersebut (Fitriani, 2003). Kualitas pektin yang baik adalah pektin yang dapat membentuk gel yang kuat dalam waktu yang singkat dan memiliki tingkat kelarutan dalam air yang tinggi. Kadar metoksil yang tinggi dapat membentuk gel apabila ditambahkan gula dan asam dengan kadar gula 60-65%, sedangkan kadar metoksil rendah dapat membentuk gel apabila ditambahkan gula dengan kadar 10-20% dan dengan ion kalsium (Habibati, 2017). Pektin dapat ditemui dalam buah-buahan, seperti mangga, nanas, pepaya, markisa, dan buah kecapi. Beberapa diantaranya buah yang memiliki kandungan pektin tinggi yaitu biji jeruk nipis sebanyak 32%, bubur daging bit sejumlah 30%, dan daging nanas sebanyak 29%. Secara umum, pektin larut dalam air. Selain itu, pektin juga dapat diendapkan dalam larutan encer seperti etanol atau aseton (Puspitasari dkk.,

2008). Pektin dapat diklasifikasikan berdasarkan derajat esterifikasinya antara lain:

- a. High Methoxyl Pectin (HMP) adalah pektin dengan derajat esterifikasi diatas 50% dan dapat membentuk gel dalam satuan larutan yang mengandung padatan terlarut (umumnya gula) lebih besar dari 55%, pada pH sekitar 2,0-3,5.
- b. Low Methoxyl Pectin (LMP) adalah pektin yang menggunakan derajat esterifikasi di bawah 50%. Pembentukan gel dapat terjadi dengan kehadiran ion kalsium didalam media yang mengandung 10-20% padatan terlarut pada kisaran pH 2,5-6,5. LMP dapat membentuk gel yang baik dengan konsentrasi 0,5-1,55% (Lubis, 2003).

Menurut Harris (1990), pembentukan gel dari pektin diawali dengan terdispersinya pektin dalam air dan membentuk koloid hidrofilik bermuatan negatif. Koloid tersebut distabilkan oleh ion H^+ dari asam. Ikatan elektrostatis semakin kuat dengan semakin banyaknya ion H^+ , tetapi penambahan ion H^+ akan mengacaukan keseimbangan antara pektin dan air sehingga pektin tidak akan membentuk gel pada saat molekul-molekul pektin tersebut bergabung dalam pembentukan gel. Penambahan gula akan mempengaruhi keseimbangan antara pektin dan air serta meniadakan kemantapan pektin. Hal ini karena gula sebagai senyawa pendehidrasi, akibatnya ikatan antara pektin akan lebih kuat dan menghasilkan jaringan kompleks yang mampu menangkap molekul air dan molekul terlarut. Pada saat pembentukan gel, pektin akan menggumpal membentuk serabut halus yang mampu menahan cairan. Kepekatan serabut halus yang terbentuk ditentukan oleh tingginya kadar pektin (Javanmard dan Endan, 2010).

Meningkatnya penambahan pektin dapat meningkatkan air yang terperangkap dan akan menurunkan kadar air (Amelia dkk., 2016). Pektin dapat berinteraksi dengan komponen lain di dalam susu untuk membentuk struktur jaringan tiga dimensi yang padat, yang dapat memperlambat aliran campuran sehingga menurunkan laju perpindahan panas (Varela dkk., 2014). Penambahan pektin juga meningkatkan viskositas campuran es krim, yang menurunkan fluiditas campuran dan memperkuat ketahanan leleh (Sofjan dan Hartel, 2004).

F. Selai Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*)

Buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) merupakan salah satu jenis dari buah mangrove yang tumbuh melimpah di seluruh wilayah pesisir Indonesia. Buahnya seperti bola, ujung bertangkai dan terbungkus kelopak bunga, buah mengandung banyak biji (150-200 biji) dan berdiameter 3,5-4,5 (Soni, 2009). Menurut Chen dkk. (2009) menyatakan bahwa buah pedada berwarna hijau, mempunyai aroma yang sedap, tidak beracun, asam dan dapat langsung dimakan. Bentuk buah pedada dapat dilihat pada **Gambar 4**. Buah ini mengandung vitamin A, B1, B2 dan C yang berperan dalam metabolisme tubuh, terutama produksi energi dan sintesis protein. Pada penelitian Djajati dkk. (2016) tentang pemanfaatan buah pedada menjadi produk es puter memiliki aktivitas antioksidan sebesar 19,3% dengan penambahan pasta buah pedada sebesar 22%.

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi, dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Akibatnya, kerusakan sel dapat dihambat (Winarsi, 2007). Fungsi utama antioksidan adalah menetralisasi radikal bebas, sehingga tubuh terlindungi dari berbagai macam penyakit degeneratif (Irnawati dkk., 2017). Aktivitas antioksidan menggambarkan kemampuan suatu senyawa antioksidan untuk menghambat laju reaksi pembentukan radikal bebas (Parwata, 2016). Buah pedada sangat mudah membusuk karena mengandung kadar air yang tinggi hingga 84,76% (b/b) (Manalu dkk., 2013). Oleh karena itu, untuk memanfaatkan kandungan gizinya, buah pedada dapat diolah menjadi produk olahan pangan yang disukai masyarakat dan tahan lama, serta diproses secara sederhana, misalnya dalam bentuk selai.



Gambar 4. Buah Pedada
Sumber: (Dokumen pribadi)

Proses pembuatan selai dipengaruhi oleh berbagai parameter, seperti jenis buah, suhu, dan teknologi proses. Selai merupakan produk tradisional yang diperoleh dari pemanasan bubur atau ekstrak buah. Selai diolah dengan proses pemanasan dan penambahan gula. Pembuatan selai pedada diawali dengan memisahkan daging dan biji pedada dengan kelopak dan kulitnya. Bagian yang dapat dimakan dari buah pedada adalah daging dan biji buah. Selanjutnya daging dan biji buah ini dicampur dengan air secukupnya supaya mudah dalam tahap penghalusan dengan blender. Campuran yang telah halus disaring sehingga menghasilkan bubur buah. Ke dalam bubur buah ini kemudian ditambahkan gula pasir dengan perbandingan sebesar 1:1 kemudian dimasak hingga kental. Proses pemanasan dilakukan pada suhu 105°C selama $\pm 1,5$ jam (Lubis dkk., 2020). Gula reduksi pada selai bukan saja dipengaruhi oleh penambahan gula saat proses pembuatan selai, tetapi juga dipengaruhi oleh kadar gula yang dimiliki oleh buah tersebut (Darmawan dkk., 2013). Selai buah pedada memiliki warna coklat gelap, dan memiliki rasa manis namun masih terdapat rasa asam yang merupakan rasa khas dari buah pedada. Aroma buah pedada juga tidak hilang setelah menjadi selai pedada (Manalu dkk., 2013). Selai buah pedada dapat dilihat pada **Gambar 5**. Secara lengkap kandungan selai buah pedada dapat dilihat pada **Tabel 3**.



Gambar 5. Selai Buah Pedada
Sumber: (Dokumen pribadi)

Tabel 3. Kandungan Gizi Selai Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*)

Komponen	Satuan	Hasil
Kadar air (bb)	%	31,07 ± 2,01
Aktivitas Vitamin A (bk)	RE	1,27
Vitamin B1 (bk)	mg/100g	4,20
Vitamin B2 (bk)	mg/100g	1,94
Vitamin C (bk)	mg/100g	12,20

Sumber: Manalu dkk. (2013)

Vitamin C adalah salah satu senyawa kompleks yang terdapat dalam buah dan sayuran yang memiliki sifat larut air. Menurut Tahir dkk. (2017) vitamin C merupakan suatu senyawa atau zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh dengan prekursornya adalah karbohidrat. Vitamin C dikenal juga dengan nama asam askorbat. Dalam tubuh manusia senyawa ini berfungsi sebagai katalis dalam reaksi kimia. Oleh karena itu, jika jenis katalis ini tidak terdapat dalam tubuh maka fungsi normal tubuh akan terganggu (Setyawati, 2014). Tubuh manusia tidak dapat menghasilkan vitamin C sehingga kebutuhan vitamin C dalam tubuh dipenuhi melalui asupan bahan makanan. Bahan makanan seperti sayuran dan buah-buahan segar adalah sumber vitamin C yang baik. Vitamin C memiliki sifat mudah larut dalam air dan mudah teroksidasi. Asam askorbat atau vitamin C dalam buah-buahan dan sayuran akan rusak atau berkurang akibat proses oksidasi berupa paparan udara, pemasakan dan pengirisan, serta penyimpanan yang tidak tepat (Ngginak dkk., 2019). Menurut Aina & Suprayogi (2011), manfaat vitamin C bagi tubuh yaitu sebagai antioksidan, sintesis kolagen, dan anti kanker. Kebutuhan vitamin C orang dewasa dianjurkan mengonsumsi 100-150 mg vitamin C per hari (Badriyah dan Manggara, 2015).

G. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Gelato

1. Kadar Lemak

Komponen lemak pada produk gelato berfungsi untuk pembawa dan sinergis yang baik untuk senyawa flavor, menghasilkan tekstur lembut yang khas, membantu memberikan stabilitas bentuk es krim dengan menangkap udara dan memberikan sifat tidak mudah meleleh. Bagian dari kontribusi rasa berasal dari rantai pendek asam lemak volatil yang merupakan bagian dari trigliserida lemak susu, khususnya asam butirat (Goff dan Hartel, 2013). Selain itu, lemak dapat meningkatkan kekentalan dan mempertahankan kestabilan gelato (Arbuckle dan Marshall, 2000). Lemak tersuspensi dalam

susu sebagai gumpalan kecil dalam keadaan teremulsi. Jika kualitasnya baik, bebas dari tengik dan oksidasi lipid, krim akan memberikan rasa terbaik diantara semua bahan dasar susu berbasis lemak. Namun, penggunaan krim yang berlebihan pada adonan akan menyebabkan citarasa berlebihan, terlalu tingginya total padatan, nilai kalori yang tinggi dan biaya produksi yang terlalu tinggi (Oksilia dkk., 2012).

Menurut Handayani dkk. (2004) menyatakan bahwa makanan sumber lemak (trigliserida) dapat berasal dari tumbuh-tumbuhan yang disebut lemak nabati dan dapat berasal dari hewan yang disebut lemak hewani. Krim segar (*fresh cream*) merupakan sumber lemak hewani terbaik dalam menghasilkan rasa gelato yang berkualitas tinggi. Semakin banyak krim yang ditambahkan maka lemak gelato akan semakin meningkat (Ferrari, 2011). Kadar lemak dalam susu yang digunakan dalam pembuatan gelato menjadi salah satu faktor yang berkontribusi dalam pembentukan tekstur dari gelato termasuk pemakaian stabilizer dan emulsifier (McGhee dkk., 2015). Menurut Marshall dan Arbuckle (2000) bahwa penambahan pektin tidak berpengaruh pada kadar lemak karena bahan penstabil tersebut tidak memiliki kandungan lemak. Kadar lemak gelato menurut Ferrari (2011) sebesar 0-8%. Berdasarkan hasil penelitian Kanse dkk. (2020) kadar lemak pada pembuatan gelato selai kelopak bunga mawar yang berkisar antara 5,20-5,28%.

2. *Overrun*

Overrun adalah persentase kenaikan volume gelato dikarenakan terjadi proses pemasukan udara (aerasi) ke dalam adonan (Goff dan Hartel, 2013). *Overrun* dapat dihasilkan pada saat aerasi menggunakan *ice cream maker*. Pada proses tersebut terdapat tiga proses yaitu pembentukan kristal es, penggabungan antar globula lemak, dan proses pemasukkan udara (Marshall dkk., 2003). Udara di dalam adonan terperangkap dalam globula lemak yang mengkristal dan diikat oleh kristal es (Thaiudome dan Goff, 2003).

Tanpa adanya *overrun* gelato akan berbentuk gumpalan massa yang keras. *Overrun* mempengaruhi tekstur dan kepadatan yang sangat menentukan kualitas gelato. *Overrun* juga dipengaruhi oleh penambahan stabilizer (Arbuckle dan Marshall, 2000). Menurut Sainz dkk. (2019) menyatakan bahwa ada dua faktor yang bertolak belakang yang dapat mempengaruhi nilai *overrun*. Faktor pertama adalah pektin memiliki

kemampuan untuk meningkatkan struktur gel yang dapat mencegah udara agar tidak hancur atau kempis sehingga *overrun* cenderung lebih tinggi. Faktor kedua yaitu penambahan pektin akan meningkatkan konsistensi campuran dan mencegah masuknya udara ke campuran sehingga *overrun* cenderung lebih rendah. Jumlah penstabil yang banyak mengakibatkan adonan mengental dan mengalami kesulitan untuk mengembang sehingga udara sukar menembus ke permukaan adonan (Arbuckle dan Marshall, 2000). Menurut Syafutri dkk. (2010) yang menyatakan bahwa sempitnya ruang antar partikel menyebabkan udara yang masuk ke dalam *ice cream maker* selama agitasi semakin sedikit sehingga nilai *overrun* yang dihasilkan semakin rendah.

Menurut Oktajaya dkk. (2018) bahwa pada tingkat viskositas tertentu, semakin tinggi viskositas akan menurunkan *overrun*. Seiring dengan penambahan konsentrasi hidrokoloid maka adonan semakin kental dan tegangan permukaan gel meningkat. Meningkatnya tegangan permukaan gel akan meningkatkan kemampuan adonan dalam memerangkap udara selama proses pembekuan. Namun, hingga titik tertentu tegangan permukaan yang terlalu tinggi justru akan menghambat masuknya udara ke dalam adonan sehingga *overrun* menjadi rendah.

Gula dan karbohidrat makromolekul berkontribusi pada stabilitas dan struktur busa ketika proses pengadukan dan pembekuan dalam *ice cream maker* yang berpengaruh pada kenaikan viskositas es krim karena adanya pembentukan ikatan yang menghalangi udara sehingga akan terjadi penurunan *overrun* (Kalicka dkk., 2019). Nilai *overrun* akan rendah pada es krim yang memiliki jumlah karbohidrat yang tinggi. Menurut Zahro dan Fitri (2015) menyatakan bahwa viskositas yang tinggi dapat membuat gelato sulit mengembang sedangkan semakin menurun viskositas adonan dapat membuat udara lebih mudah menembus permukaan adonan dan pengembangan gelato akan lebih tinggi.

Sainz dkk. (2019) bahwa pektin dan sukrosa memiliki kemampuan untuk meningkatkan struktur gel yang dapat mencegah udara agar tidak hancur sehingga membuat *overrun* cenderung lebih tinggi. Menurut penelitian Dewi (2010) semakin tinggi konsentrasi bahan penstabil dan massa sukrosa yang ditambahkan maka nilai *overrun* akan meningkat. Nilai *overrun* juga

dipengaruhi oleh kadar lemak dalam gelato (Hubeis, 2015). Tinggi rendahnya *overrun* dipengaruhi proses homogenisasi, dimana selain mempengaruhi penangkapan udara juga berfungsi untuk mengubah partikel udara besar dipecah sehingga menjadi kecil pada saat berputarnya *dasher* pada mixer (Clarke, 2015).

Nilai *overrun* gelato menurut Goff dan Hartel (2013) sebesar 25-60% kemudian berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yaitu pada gelato selai kelopak bunga mawar (Kanse dkk., 2020) 30-40%, gelato menggunakan pemanis madu, trehalose dan erythritol sebagai alternatif sukrosa (Morianio dan Alamprese, 2016) 35,7-50,9%, gelato coklat menggunakan stabilizer pektin (Destephano dkk., 2002) 30%, gelato menggunakan stabilizer gelatin (Alika dan Atma, 2018) 31,52%.

3. Watu pelelehan

Waktu leleh adalah faktor penting yang berhubungan dengan penerimaan konsumen terhadap es krim. Uji pelelehan dari es krim merupakan pengukuran kemampuan es krim untuk bertahan terhadap pelelehan ketika disimpan pada suhu ruangan untuk jangka waktu tertentu (Clarke, 2015). Menurut Bahramparvar dkk. (2010) menyatakan bahwa waktu pelelehan secara umum disebabkan oleh bahan penstabil, bahan pengemulsi, keseimbangan komposisi serta kondisi pemrosesan dan penyimpanan. Penambahan penstabil dan bahan pengisi akan meningkatkan resistensi pelelehan. Penstabil dapat mengikat air sehingga air membutuhkan waktu untuk keluar dari matriks gel yang terbentuk (Arbuckle dan Marshall, 2000).

Waktu pelelehan akan semakin cepat pada es krim yang memiliki jumlah kristal es yang besar dan banyak. Es krim dengan jumlah kristal es berukuran kecil yang lebih banyak akan memiliki waktu pelelehan yang lebih lama. Hal ini dikarenakan jalur aliran yang dilewati fase serum atau cair dari es krim ketika meleleh menjadi lebih berliku dan penghalang dalam bentuk kristal es yang harus dilewati lebih banyak dari pada es krim yang memiliki kristal es berukuran besar yang lebih banyak. Waktu pelelehan pada es krim dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jumlah udara yang terdispersi, persentase kristal es yang terbentuk dan jaringan globula lemak yang terbentuk selama pembekuan. Pada proses pelelehan es krim terjadi tiga hal

yaitu adanya pelelehan kristal es dan globula lemak serta adanya perusakan sistem emulsi (Muse dan Hartel, 2004).

Penambahan pektin menghasilkan penurunan pada kecepatan pelelehan es krim yang artinya es krim semakin lama untuk meleleh dan meningkatkan stabilitas es krim (Zhang dkk., 2018). Menurut Soukoulis dkk. (2008) bahwa stabilizer secara signifikan mempengaruhi kecepatan leleh es krim melalui sifat peningkatan viskositasnya dimana seiring dengan peningkatan viskositas, laju pencairan es krim melambat secara signifikan. Selain itu, menurut Sainz dkk. (2019) menyatakan bahwa hidrokoloid berperan sebagai krioprotektan sehubungan dengan kemampuannya untuk mengontrol difusi air dari dan ke kristal es karena adanya hambatan sterik dan pengikatan air. Difusi air pada saat rekristalisasi es adalah dasar pertumbuhan kristal es yang besar hasil dari perbesaran kristal es yang mulanya kecil. Semakin meningkatnya penambahan pektin maka kristal es yang terbentuk akan lebih terkontrol dan membentuk kristal es yang halus serta homogen pada matriks hidrokoloid sehingga dapat meningkatkan ketahanan pelelehan (Park dkk., 2006).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yaitu pada gelato menggunakan pemanis madu, trehalose dan erythritol sebagai alternatif sukrosa (Moriani dan Alamprese, 2016) 9-22 menit, gelato menggunakan stabilizer gelatin (Alika dan Atma, 2018) 20,12 menit, gelato menggunakan pemanis madu dan sirup jagung sebagai alternatif sukrosa (Latifah, 2015) 27,15-31,60 menit.

4. pH

Menurut Goff dan Hartel (2013) penyesuaian keasaman dan kadar gula dalam adonan dimanfaatkan untuk meningkatkan flavor es krim. Nilai keasaman dan pH es krim dipengaruhi oleh padatan susu tanpa lemak. Meningkatnya padatan susu tanpa lemak menyebabkan nilai keasaman tinggi, sementara nilai pH semakin rendah. Padatan susu tanpa lemak 11% sampai dengan 12% memiliki nilai pH 6,30-6,31. Es krim menggunakan pemanis sukrosa memiliki pH yang lebih rendah dibandingkan dengan yang dimaniskan dengan gula alkohol (poliol) (Kalicka dkk., 2019). Tingkat keasaman atau pH berkaitan dengan konsentrasi ion hidrogen yang terkandung pada suatu larutan atau produk yang diukur. pH menunjukkan

tingkat keasaman, semakin rendah nilai pH semakin tinggi tingkat keasaman. Penurunan pH dapat terjadi ketika semakin meningkatnya penambahan pektin karena pektin bersifat asam serta adanya gugus karboksilat (Amelia dkk., 2016). Penambahan pektin pada *sherbet* diduga dapat menurunkan nilai pH karena pektin bersifat asam yaitu memiliki nilai pH 3,8 (Mardini dkk., 2007).

Menurut Shahidi dan Marian (1995) pektin akan terhidrolisis menjadi asam pektat dan asam pektinat sehingga semakin tinggi penambahan pektin maka asam yang dihasilkan semakin tinggi dan pH semakin menurun. Menurut Devlin (1993) sorbitol termasuk golongan gula alkohol yang tidak mempunyai gugus karboonil dalam rantainya. Hal ini membuat gula alkohol kurang reaktif secara kimiawi daripada gula yang mempunyai ikatan aldosa dan ketosa sehingga kurang berpartisipasi dalam pembentukan asam. Selain itu menurut Ramadhan dan Trilaksani (2017) penambahan gula yang berbeda menghasilkan tingkat keasaman yang berbeda. Penambahan gula yang ditambahkan semakin tinggi maka nilai keasaman cenderung meningkat. Pada penelitian Amelia dkk. (2016) semakin tinggi penambahan sukrosa maka nilai pH semakin menurun.

Nilai pH berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yaitu pada gelato menggunakan stabilizer spirulina dan gelatin (Bulgaru dkk., 2019) 6,70-7,05, gelato menggunakan stabilizer gelatin (Alika dan Atma, 2018) 6,7, gelato menggunakan pemanis madu dan sirup jagung sebagai alternatif sukrosa (Latifah, 2015) 6,12-7,07, es krim menggunakan pemanis dengan berbagai poliol (xylitol, erythritol, maltitol dan isomalt) (Kalicka dkk., 2019) 5,75-6.

5. Viskositas

Viskositas atau besarnya hambatan cairan untuk mengalir dianggap sebagai karakteristik yang penting dalam pembuatan es krim karena berkaitan dengan proses pemerangkapan udara, pembentukan struktur dan tekstur es krim yang baik. Viskositas pada adonan es krim sangat dipengaruhi oleh kandungan lemak dan stabilizer yang digunakan (Park dkk., 2006). Menurut Clarke (2015) bahwa penambahan pektin dapat meningkatkan viskositas campuran es krim dengan meningkatkan struktur gel dalam cairan. Konsentrasi yang tinggi menyebabkan terjadinya interaksi antar partikel sehingga viskositas adonan meningkat. Saat adonan mengental, air akan

diikat sehingga mengurangi terbentuknya kristal es yang berarti menunda pelelehan pada saat kristal es mencair (Morano, 2015).

Semakin banyaknya kandungan padatan terlarut menjadikan viskositas lebih besar (Srihari dkk., 2010). Menurut Nabors (2001) bahwa nilai viskositas sukrosa lebih besar dari sorbitol pada suhu 25°C. Menurut Goff dan Hartel (2013) pemanis yang memiliki berat molekul yang tinggi akan meningkatkan viskositas adonan es krim sehingga resistensi aliran terhambat yang artinya waktu pelelehan lebih lama dan kelembutan tekstur es krim akan meningkat.

Viskositas berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yaitu pada gelato menggunakan pemanis madu, trehalose dan erythritol sebagai alternatif sukrosa (Moriano dan Alamprese, 2016) 1289,5-1538,45 cP, gelato coklat menggunakan stabilizer pektin (Destephano dkk., 2002) 5090 cP, gelato menggunakan stabilizer spirulina dan gelatin (Bulgaru dkk., 2019) 1760-3360 cP.

6. Total padatan

Total padatan adalah semua komponen penyusun es krim dikurangi kadar air, yang termasuk bahan padat adalah karbohidrat, protein, vitamin, mineral (Arbuckle dan Marshall, 2000). Total padatan yang terlalu rendah menyebabkan jumlah air yang membeku semakin besar sehingga udara yang terperangkap pada es krim sedikit dan pengembangan es krim akan terbatas akibatnya *overrun* es krim rendah. Es krim dengan total padatan yang terlalu tinggi juga dapat menurunkan *overrun* dan dapat memberikan tekstur yang lembut serta memperlambat daya leleh es krim (Sanggur, 2017).

Menurut Dewi (2010), peningkatan kandungan padatan dalam adonan akan membuat adonan menjadi lebih kental sehingga pada saat pembekuan akan menurunkan titik bekunya, struktur produk lebih padat dan produk akan lebih lambat meleleh. Total padatan menggantikan jumlah air dalam adonan, meningkatkan nutrisi, dan memperbaiki bentuk dan tekstur. Semakin besar jumlah total padatan, semakin rendah titik bekunya, dan semakin kecil jumlah air yang dibekukan sehingga dapat mengurangi kristal es yang terbentuk (Frandsen dan Arbuckle, 1961).

Nilai total padatan menurut Ferrari (2011) sebesar 32-42% kemudian berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yaitu pada gelato selai kelopak bunga mawar (Kanse dkk., 2020) 33,40-41,20%.

7. Total gula

Penentuan kadar gula total adalah penetapan kadar gula sebelum inversi atau gula pereduksi dan pengukuran gula setelah inversi (sukrosa). Kecepatan inverse dipengaruhi oleh suhu, waktu pemanasan dan nilai pH dari larutan. Meningkatnya kelarutan sukrosa maka akan meningkatkan kadar gula total (Desrosier, 1998). Menurut Pratama (2011) bahwa total gula akan mengalami peningkatan jika konsentrasi gula yang diberikan juga semakin besar karena larutan gula yang ada merupakan larutan gula yang terdiri dari sebagian besar sukrosa dan beberapa diantaranya non sukrosa. Mutia dan Yunus (2016) juga menyatakan bahwa kadar gula meningkat seiring dengan meningkatnya gula yang ditambahkan pada gelato. Pektin dapat mengikat air sehingga melalui penambahan pektin maka semakin banyak air yang terikat sehingga secara tidak langsung akan mengikat gula yang memiliki sifat mudah larut dalam air (Simamora dan Rossi, 2017).

Total gula berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yaitu pada es krim susu kelapa menggunakan pemanis xylitol dan sukrosa (Fuangpaiboon dan Kijroongrojana, 2013) berturut-turut sebesar 4,82% dan 17,64%. Pada es krim susu kelapa menggunakan kombinasi pemanis indeks glikemik rendah yaitu erythritol, inulin dan fruktosa (Fuangpaiboon dan Kijroongrojana, 2015) 12,73% sedangkan es krim yang menggunakan pemanis sukrosa saja memiliki kadar gula total sebesar 39,71%.

8. Gula reduksi

Gula reduksi adalah semua gula yang memiliki kemampuan mereduksi senyawa pengoksidasi karena adanya gugus aldehyd (-CHO) atau gugus keton (-CO) (Winarno, 1996). Aldehyd dapat teroksidasi langsung melalui reaksi redoks akibat gula pereduksinya. Gula pereduksi merupakan gula (karbohidrat) yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron. Ujung dari gula satu pereduksi adalah ujung yang mengandung gugus aldehyda atau keton bebas, semua monosakarida (glukosa, fruktosa, galaktosa) dan disakarida (laktosa, maltose), kecuali sukrosa dan pati (polisakarida) yaitu termasuk sebagai gula pereduksi (Lehninger, 1982).

Laktosa pada susu dapat menjadi sumber gula reduksi pada pembuatan es krim. Sedangkan sukrosa bukan merupakan gula reduksi, tetapi jika dihidrolisis oleh adanya air dan panas akan menjadi glukosa dan fruktosa dan

terlibat dalam reaksi Maillard. Reaksi Maillard merupakan reaksi antara gugus amino primer atau bebas dari protein dengan aldehida atau keton dari gula pereduksi dan menghasilkan senyawa berwarna coklat (Winarno, 2008). Sorbitol tidak memiliki gugus karbonil bebas karena sorbitol dibuat dengan tekanan yang tinggi, dengan alasan tersebut maka sorbitol tidak tergolong gula reduksi (Nabors, 2001). Sorbitol bukan merupakan gula reduksi melainkan gula alkohol polihidrat sehingga tidak terlibat dalam reaksi Maillard (Suseno dkk., 2008).

Adanya asam maka sukrosa akan di hidrolisis (penguraian zat) dengan bantuan panas menjadi gula invert, yaitu glukosa dan fruktosa yang merupakan gula reduksi (Wilberta, 2021). Menurut Sakri (2012), pemecahan ikatan glikosidik akibat pemanasan akan membuat gula-gula non reduksi (sukrosa) dapat dipecah menjadi gula reduksi seperti glukosa dan fruktosa. Winarno (2008), yang menyatakan bahwa peningkatan gula pereduksi disebabkan karena selama proses pendidihan larutan sukrosa mengalami hidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa akibat dari pengaruh asam dan panas yang akan meningkatkan kelarutan gula. Kadar gula pereduksi dapat dipengaruhi oleh proses hidrolisis sukrosa (Megawati dkk., 2017). Menurut Setiawan dkk. (2016) bahwa semakin meningkat konsentrasi gula pasir, menyebabkan kadar gula reduksi yang dihasilkan semakin meningkat. Pada penelitian Fitantri dkk. (2014) penambahan senyawa hidrokoloid pada produk berasal dari buah-buahan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan gula reduksi. Kadar gula reduksi yang dihasilkan bisa berasal dari kandungan fruktosa dan glukosa pada buah yang digunakan.

Pada penelitian Jalias (2018) semakin tinggi konsentrasi pektin maka kadar gula reduksi akan semakin menurun. Gula reduksi memiliki sifat daya larut yang tinggi, dari sifat tersebut diketahui bahwa apabila ditambahkan pektin kedalam produk olahan maka kadar gula reduksi ikut larut kedalamnya sehingga membuat kadar gula reduksi tersebut menurun seiring dengan bertambahnya pemakaian pektin. Menurut Arief (2005) yang menyatakan bahwa kadar gula reduksi menurun disebabkan oleh seiringnya kadar air menurun.

Total gula reduksi berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yaitu pada es krim susu kelapa menggunakan kombinasi pemanis

indeks glikemik rendah yaitu erythritol, inulin dan fruktosa (Fuangpaiboon dan Kijroongrojana, 2015) 4,98% sedangkan es krim yang menggunakan pemanis sukrosa saja memiliki kadar gula reduksi sebesar 3,95%.

9. Organoleptik

Menurut Laksmi (2012) faktor yang mempengaruhi kesukaan terhadap suatu produk adalah warna, bau, rasa dan rangsangan mulut. Sehingga nilai kesukaan konsumen terhadap produk dapat berbeda. Aroma, warna, dan rasa dapat berkurang intensitasnya tergantung pada kekentalan larutan dan jenis bahan penstabil. Menurut Jariyah dkk. (2007), penambahan sukrosa dapat mempengaruhi tekstur, flavour, dan penampakan. Menurut Winarno (1997) bahwa sumber rasa manis yang terutama adalah gula atau sukrosa dan monosakarida atau disakarida yang mempunyai jarak ikatan hidrogen 3-5°A. Pektin berfungsi sebagai bahan pengental dan penstabil yang dapat mengurangi rasa manis. Hal tersebut terjadi karena pengembangan molekul pektin selama proses pemanasan yang mengakibatkan kadar sukrosa dalam bahan menurun. Rasa dasar yaitu manis secara umum akan ditekan oleh adanya hidrokoloid salah satunya yaitu pektin (Desrosier, 1988).

Menurut Javanmard dan Endan (2010), perubahan warna disebabkan karena beberapa faktor seperti suhu, pH, dan oksigen. Perubahan warna terjadi karena adanya polimerisasi pada saat pemanasan yang disebabkan adanya degradasi sukrosa. Hidrolisis sukrosa dengan cara pemanasan menggunakan katalis asam dapat mengakibatkan terjadinya perubahan warna larutan akibat terbentuknya hidrosimetil furfural akibat dehidrasi fruktosa (Chafied dkk., 1991).

Pada penelitian Syafutri, dkk. (2010) menyatakan pemanis rendah kalori dapat mempengaruhi sifat organoleptik yaitu teksturnya lembut dan rasanya khas. Menurut Goff dan Hartel (2013) formulasi dengan pemanis selain gula pasir (sukrosa) seperti gula alkohol akan mempengaruhi kecepatan leleh (*meltdown*) es krim, sifat fisik ini ditemukan berkorelasi baik dengan sifat sensorik, menunjukkan pentingnya variabel ini dalam pengembangan produk. Menurut Yulman dkk. (2017) konsentrasi penstabil yang rendah akan membuat tekstur gelato kasar.

Aroma adalah bau yang sukar diukur sehingga biasanya menimbulkan pendapat yang berlainan dalam menilai kualitas aromanya. Perbedaan

pendapat disebabkan setiap orang memiliki perbedaan penciuman, meskipun mereka dapat membedakan aroma namun setiap orang mempunyai kesukaan yang berlainan (Kartika dkk., 1998). Aroma gelato akan berubah jika selama proses ditambahkan zat atau bahan yang citarasanya memiliki aroma (Yulman dkk., 2017).

H. Analisa Keputusan

Keputusan adalah suatu kesimpulan dari suatu proses untuk memilih tindakan yang terbaik dari sejumlah alternatif yang ada (Siagian, 2011). Pengambilan keputusan ialah proses memilih suatu alternatif cara bertindak dengan metode yang efisien sesuai situasi. Proses ini digunakan untuk menemukan dan menyelesaikan masalah yang ada yang dilaksanakan berdasarkan pengetahuan dan informasi yang ada. Keputusan dapat diambil dari alternatif-alternatif keputusan yang ada. Ada tiga aspek yang berperan dalam analisa keputusan yaitu kecerdasan, persepsi dan falsafah (Hariawan dkk., 2012).

Tujuan analisis keputusan (*Decision Analysis*) adalah mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan, mengembangkan kriteria khusus untuk mencapai tujuan, mengevaluasi alternatif yang tersedia yang berhubungan dengan kriteria dan mengidentifikasi risiko yang melekat pada keputusan tersebut (Sunendar, 2021). Analisa keputusan didasarkan pada pola berfikir penentuan pilihan. Menurut Chaniago (2017) langkah-langkah analisis keputusan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Merumuskan pernyataan keputusan (*decision statement*), menentukan sasaran- sasaran yaitu hal-hal atau persyaratan penting yang harus dipenuhi alternatif demi hasil yang diharapkan dengan memperhatikan sumber daya yang membatasi dan ketersediaan data. Sasaran ini kemudian dikategorikan menjadi berbagai sasaran mutlak yang harus dipenuhi dan berbagai sasaran keinginan dengan bobot yang berbeda-beda.
2. Mengembangkan dan mengevaluasi alternatif-alternatif. Berbagai alternatif dievaluasi terhadap sasaran mutlak dan sasaran keinginan. Alternatif yang tidak memenuhi sasaran mutlak digugurkan dan tidak dimasukkan dalam pertimbangan selanjutnya. Pilihan sementara ditentukan atas dasar apakah alternatif memenuhi sasaran mutlak atau tidak dan nilai total tertinggi hasil

perkalian bobot masing- masing sasaran keinginan dan hasil penilaian alternatif terhadap sasaran-sasaran tersebut.

3. Menganalisa konsekuensi atau resiko yang merugikan untuk setiap alternatif, yang menyangkut kegawatan resiko. Pilihan terakhir ditentukan atas dasar hasil evaluasi alternatif dan analisis konsekuensinya.

I. Landasan Teori

Sorbitol dapat menjadi pilihan pengganti gula sukrosa untuk produk makanan yang mengandung kadar gula yang tinggi salah satunya yaitu gelato. Formulasi dapat mempengaruhi karakteristik gelato, termasuk sifat reologi produk akhir yang mempengaruhi tekstur akhir gelato (Caillet dkk., 2003). Pemanis yang digunakan dalam formulasi akan menentukan penurunan titik beku campuran (Drewett dan Hartel, 2007). Hasil dari berbagai penelitian menyebutkan bahwa penggunaan gula yang berbeda dalam produksi es krim berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik termasuk pada laju leleh, sifat kimia dan sensorik dari sampel es krim (Ozdemir dkk., 2007; Yang dkk., 2009). Sorbitol adalah pemanis yang termasuk *Generally Recognized as Safe* (GRAS) sehingga aman dikonsumsi dan sangat bermanfaat sebagai pengganti gula bagi penderita diabetes baik tipe I maupun II (Badan Standardisasi Nasional, 2004). Adapun kelebihan dari sorbitol yaitu tidak menyebabkan karies gigi, perubahan genetik, cacat bawaan, dan kanker (Deis dan Kearsley, 2012).

Gula alkohol dapat digunakan dalam pembuatan es krim (Godswill, 2017). Dalam pembuatan makanan penutup beku yang dimaniskan dengan poliol, dampaknya terhadap penurunan titik beku harus diperhatikan, bukan hanya perhitungan kemanisannya saja. Poliol selama proses pembekuan dapat menghambat kristalisasi gula lain tetapi juga memiliki kemampuan untuk menekan titik beku. Titik beku yang rendah merupakan faktor penting dalam mengurangi jumlah kristal es yang besar sehingga tidak memberikan tekstur berpasir. Menurut Kalicka dkk. (2019), titik beku yang terlalu tinggi menyebabkan es krim yang dihasilkan akan terlalu keras. Namun, jika titik beku terlalu rendah maka es krim menjadi terlalu lunak.

Menurut Muse dan Hartel (2004) banyak faktor yang mempengaruhi pelelehan pada gelato, diantaranya yaitu ukuran kristal es dan volume fase es yang menjadi faktor utama. Pengurangan titik beku dari campuran es krim tergantung pada jumlah pemanis yang ditambahkan dan berat molekulnya

(Mullan, 2018). Sorbitol memiliki berat molekul yang lebih rendah dari sukrosa dan penurunan titik beku yang lebih tinggi (Kalicka dkk., 2019). Jika campuran es krim memiliki titik beku yang terlalu rendah akan menyebabkan lebih sedikit air yang sehingga ketika terjadi fluktuasi suhu dapat terjadi peningkatan ukuran kristal (Fuangpaiboon & Kijroongrojana, 2015). Berdasarkan penelitian sebelumnya dari Khan dkk. (2018), menunjukkan penggantian sukrosa dengan sorbitol sebesar 2,33% dan 0,009% sukralosa menghasilkan total padatan yang rendah dan keasaman yang dapat dititrasi rendah dibandingkan dengan sukrosa. Penambahan sorbitol dapat mengimbangi terjadinya penurunan titik beku. Pada penelitian Kalicka dkk. (2019) menyatakan bahwa pembuatan es krim menggunakan pemanis kombinasi gula dan poliol menunjukkan nilai *overrun* yang tinggi daripada es krim yang menggunakan pemanis poliol saja.

Sorbitol merupakan gula alkohol yang paling banyak digunakan sebagai pengganti sukrosa di Indonesia (Soesilo dkk., 2005). Pemanfaatan sorbitol dalam formulasi pembuatan gelato perlu dilakukan karena gelato merupakan alternatif makanan penutup beku rendah lemak namun mengandung gula yang tinggi. Dalam penelitian Soukoulis dkk. (2010) melaporkan bahwa sukrosa substitusi parsial dengan poliol (xylitol, sorbitol, maltitol dan manitol) berdampak positif pada sifat reologi campuran es krim dan menyebabkan peningkatan *overrun* jika dibandingkan dengan kontrol (sukrosa). Berdasarkan penelitian Wulandari dkk. (2014) penambahan pemanis sorbitol menghasilkan kadar air lebih tinggi dibandingkan gula. Hal ini dikarenakan kemampuan menyerap air sorbitol lebih rendah dibandingkan sukrosa. Menurut Nurcahya dkk., (2006) sukrosa bersifat higroskopis dan mengikat air melalui ikatan hidrogen. Berdasarkan penelitian Rizka dkk. (2019) menyatakan bahwa penggunaan jenis pemanis yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat keasaman (pH).

Menurut Padaga dan Sawitri (2005), jenis dan jumlah bahan penstabil merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi tekstur. Bahan penstabil berperan untuk mengikat air dalam adonan sehingga terbentuk kristal es yang halus. Bahan penstabil berfungsi untuk mempertahankan struktur dan tekstur produk selama penyimpanan. Salah satu bahan penstabil yang digunakan dalam pembuatan gelato adalah pektin (Goff dan Hartel, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Aulia (2017) semakin tinggi konsentrasi penambahan pektin, maka semakin menurun pH produk *sherbet* karena pektin bersifat asam tetapi

memberikan pengaruh nyata terhadap resistensi pelelehan, total padatan dan pH. Semakin tinggi konsentrasi penambahan pektin, maka semakin memperpanjang waktu pelelehan dan meningkatkan total padatan.

Berdasarkan penelitian Mardianti dkk. (2016) menunjukkan bahwa penambahan penstabil pektin dapat meningkatkan viskositas adonan. Pektin sebagai koloid hidrofilik dapat menstabilkan udara sehingga udara dapat dengan mudah bercampur menjadi es krim dalam proses homogenisasi. Selain itu, penggabungan pektin dapat meningkatkan viskositas campuran es krim dengan meningkatkan struktur gel dalam cairan (Clarke, 2015). Pada penelitian Aulia (2017) penambahan pektin sebesar 0,4% dan 0,6% merupakan perlakuan terbaik dalam pembuatan *sherbet* berdasarkan tingkat pelelehan, total padatan dan total padatan terlarut. Berdasarkan penelitian Santoso (2006) menyatakan bahwa penambahan pektin sebesar 0,3% memberikan hasil yang terbaik pada pembuatan *sherbet* pepaya. Pada penelitian Handoko dkk. (2017) menyatakan bahwa perlakuan pektin 0,5% pada pembuatan velva apel manalagi memberikan nilai kesukaan tertinggi.

Penambahan pektin dalam es krim dapat menyebabkan peningkatan viskositas, *overrun* serta penurunan kecepatan meleleh pada es krim dan menghasilkan stabilitas produk yang lebih baik (Zhang dkk., 2018). Pada penelitian Park dkk. (2006) es krim dengan penambahan pektin menghasilkan peningkatan waktu leleh dibandingkan dengan stabilizer lain (gelatin, *locust bean gum*, *hydroxyethylstarch*). Penambahan pektin memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rasa dan tekstur pada uji organoleptik *sherbet* (Santoso, 2006).

J. Hipotesis

Diduga proporsi sorbitol dan sukrosa serta konsentasi pektin berpengaruh terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik gelato selai buah pedada.