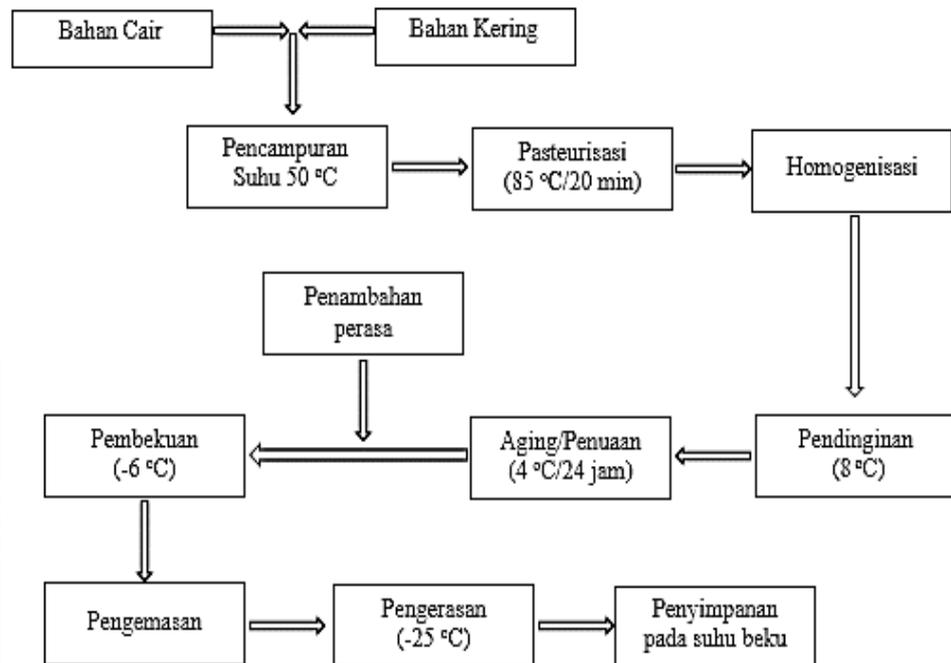


II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Es Krim dan Syarat Mutu Es Krim

Es krim merupakan produk makanan yang memiliki kandungan lemak dan protein susu. Es krim dibuat dengan cara memanaskan kemudian membekukan emulsi lemak, padatan susu dan gula (pemanis) dengan atau tanpa zat lain (Clarke, 2012), sedangkan menurut Badan Standarisasi Nasional (1995), es krim merupakan makanan beku semi padat yang dibuat dengan mencampurkan bahan tepung es krim atau campuran susu, lemak hewani ataupun nabati, gula, dengan atau tanpa bahan makanan lain dan bahan makanan lain yang diijinkan.

Prinsip dalam pembuatan es krim adalah terbentuknya rongga udara pada adonan es krim, sehingga diperoleh pengembangan volume es krim yang dapat menjadikan es krim lebih ringan dan tidak padat serta memiliki tekstur yang lembut (Hasanuddin dkk., 2011). Langkah-langkah dalam pembuatan es krim (Gambar 1), adalah pencampuran dari beberapa bahan (susu dan non susu), homogenisasi, pasteurisasi, penuaan campuran (*ageing*), pembekuan, pengemasan dan pengerasan (*hardening*) (Sekarigenge dkk., 2015). Syarat mutu kualitas es krim yang baik berdasarkan sifat fisik, kimia dan mikrobiologis adalah sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan SNI-01-37313 (Tabel 1).



Gambar 1. Langkah pembuatan es krim (Sekarigenge dkk., 2015).

Tabel 1. Syarat Mutu Es Krim SNI-01-37313

No.	Kriteria Uji	Unit	Standar
1	Keadaan :		-
	Penampakan	-	Normal
	Rasa	-	Normal
	Bau	-	Normal
2	Lemak	% (b/b)	Min 5.0
3	Gula dihitung sebagai sakarosa	% (b/b)	Min 8.0
4	Protein	% (b/b)	Min 2.7
5	Jumlah padatan	% (b/b)	Min 3.4
6	Bahan Tambahan Makanan Pemanis Buatan Pewarna Tambahan Pemantap dan Pengemulsi	Negatif Sesuai SNI 01-0222-1987	
7	Cemaran Logam Timbal (Pb) Tembaga (Cu)	Mg/kg Mg/kg	Maks 1.0 Maks 20.0
8	Cemaran Arsen (As)	Mg/kg	Maks 0.5
9	Cemaran Mikrobia Angka Lempeng Total <i>Coliform</i> <i>Salmonella</i> <i>Listeria spp</i>	Koloni/g APM/g Koloni/25g Koloni/25g	Maks 2 x 10 ⁵ < 3 Negatif Negatif

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1995)

Bahan dasar utama dalam pembuatan es krim adalah susu. Susu yang mengandung lemak, adalah salah satu komponen penting dan berperan untuk membuat es krim lebih *creamy*. Lemak yang terdapat di es krim juga berfungsi untuk membuat tekstur es krim menjadi lebih halus dan tidak cepat leleh. Sedangkan susu skim merupakan susu yang tidak mengandung lemak (Quinn, 1984). Kandungan yang terdapat dalam susu skim adalah laktosa, protein dan mineral yang berfungsi sebagai bahan padatan tanpa lemak. Fungsi dari penambahan susu skim pada es krim adalah pembentukan tekstur yang kompak, lembut dan membuat produk tahan terhadap pelelehan (Trisnaningtyas dkk., 2013).

Gula atau pemanis, baik dalam bentuk cair atau padat ditambahkan dalam es krim hingga 12-20 %. Fungsi gula atau sukrosa dalam es krim antara lain adalah meningkatkan rasa manis pada es krim sehingga meningkatkan penerimaan konsumen terhadap es krim (Syed dkk., 2018). Sukrosa juga diperlukan dalam es krim untuk menurunkan titik beku (Ashgar dkk., 2013).

Penstabil adalah salah satu komponen bahan dalam pembuatan es krim yang memiliki peran penting. Syarat penstabil yang akan ditambahkan ke dalam es krim harus memiliki rasa netral atau tidak berasa, dan tidak memengaruhi rasa es krim setelah ditambahkan. Penstabil yang ditambahkan ke dalam es krim biasanya 0,1 % - 0,5 %. Macam penstabil antara lain adalah gelatin, gum guar, CMC (*Sodium Carboxymethyl Cellulose*), dan karagenan (Bahramparvar dan Tehrani, 2011).

Pengemulsi (*Emulsifiers*) merupakan zat yang akan menghasilkan emulsi dari dua cairan yang tidak dapat tercampur secara alami. Pemberian bahan pengemulsi dalam pembuatan es krim adalah untuk meningkatkan kualitas campuran dan menghasilkan tekstur yang halus (Arbuckle, 1986).

Kecepatan meleleh atau sering disebut juga dengan waktu leleh (*melting rate*) adalah lamanya waktu yang dibutuhkan es krim untuk berubah bentuk dari beku menjadi cair seluruhnya pada suhu ruang setelah pembekuan dalam *freezer* (Haryanti dan Zueni, 2015). Waktu leleh menjadi salah satu faktor penting dalam penentuan kualitas es krim bagi konsumen ketika produk sedang dimakan dari es krim *cone* atau es krim *stick*. Menurut Marshall dan Arbuckle (1996) dalam Haryanti dan Zueni (2015), waktu leleh yang baik pada es krim (10 gram) adalah 900 hingga 1200 detik. Produk yang memiliki kadar lemak tinggi memiliki waktu leleh yang lebih lambat dibandingkan dengan produk es krim yang memiliki kadar lemak rendah (Marshall dkk., 2003). Selain itu, es krim dengan *overrun* yang lebih tinggi memiliki waktu leleh lebih lambat dibandingkan es krim dengan *overrun* rendah (Clark dkk., 2009).

Overrun ialah parameter fisik yang penting untuk menentukan kualitas dari es krim. *Overrun* dalam pembuatan es krim adalah persentase pengembangan volume yaitu kenaikan volume es antara sebelum dan sesudah pembekuan, yang dinyatakan dalam persentase (Hadiwiyoto, 1983). *Overrun* juga dapat diartikan banyaknya udara yang terperangkap pada saat pembuihan ke dalam adonan sehingga volume dalam adonan tersebut dapat bertambah (Buckle, 1987). Menurut Dewanti (2013), standar nilai *overrun* es krim

berdasarkan skala industri yaitu 70-80 %, sedangkan standar *overrun* berdasarkan skala rumah tangga yaitu 35-50 %. Tingginya nilai *overrun* yang dihasilkan pada suatu produk es krim dapat membuat tekstur es krim menjadi halus berbentuk gumpalan seperti salju (*spongy*).

Menurut Eckles (1984), faktor-faktor yang memengaruhi *overrun* adalah lemak, emulsifier, susu, kecepatan pembuihan, komposisi es krim terutama kadar lemak, dan juga lama pembuihan. Masuknya udara dan pengocokan yang seragam akan menghasilkan produk yang mempunyai sel-sel udara yang kecil. Hal ini menjadi penting karena untuk mencegah es krim dari kesan yang terlalu padat dan terlalu dingin dimulut. Saat pengocokan udara akan masuk ke dalam globula-globula lemak yang berukuran sangat kecil yang masing-masing globula lemak ini dilapisi oleh protein sehingga mencegah bergabungnya globula-globula tersebut menjadi globula-globula yang lebih besar.

B. Yoghurt dan Syarat Mutu Yoghurt

Yoghurt ialah produk makanan fermentasi susu yang memiliki rasa khas (rasa asam) akibat produksi asam laktat, asetildehida, asam asetat dan diasetil dari karbohidrat oleh organisme fermentasi (Ladokin dan Oni, 2014). *Yoghurt* merupakan produk susu yang telah difermentasi oleh bakteri *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, atau bakteri asam laktat yang lain yang menghasilkan asam laktat (Aswal dkk., 2012). *Yoghurt* rendah lemak merupakan pembuatan *yoghurt* dengan bahan dasar susu yang mengandung kadar lemak rendah atau susu rendah rekonsitusi sebagai bahan dasar pembuatan. Sedangkan *yoghurt* tanpa lemak merupakan *yoghurt* yang dibuat dengan bahan dasar susu

skim atau susu rekonstitusi (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Persyaratan mutu standar *yoghurt* menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu *yoghurt* SNI 2981-2009

No	Kriteria Uji	Satuan	Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yogurt	Yogurt rendah lemak	Yogurt tanpa lemak	Yogurt	Yogurt rendah lemak	Yogurt rendah lemak
1.	Keadaan		Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
1.1	Penampakan	-	Cairan kental - padat			Cairan kental – padat		
1.2	Bau	-	Normal/khas			Normal/khas		
1.3	Rasa	-	Asam/khas			Asam/khas		
1.4	Konsistensi	-	Homogen			Homogen		
2.	Kadar lemak (b/b)	%	Min 3,0	0,6-2,9	Maks. 0,5	Min. 3,0	0,6-2,9	Maks. 0,5
3.	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	Min. 8,2			Min. 8,2		
4.	Protein (Nx6,38) (b/b)	%	Min. 2,7			Min. 2,7		
5.	Kadar abu	%	Maks. 1,0			Maks. 1,0		
6.	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat)	%	0,5 – 2,0			0,5 – 2,0		
7.	Cemaran logam							
7.1	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 0,3			Maks. 0,3		
7.2	Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 20,0			Maks. 20,0		
7.3	Timah (Sn)	Mg/kg	Maks. 40,0			Maks. 40,0		
7.4	Raksa (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,03			Maks. 0,03		
8	Arsen	Mg/kg	Maks. 0,1			Maks. 0,1		
9	Cemaran Mikrobia							
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g atau Koloni/g	Maks. 10			Maks.10		
9.2	Salmonella	-	Negatif/25g			Negatif/25g		
9.3	Listeria monocytogenes	-	Negatif/25g			Negatif/25g		
10.	Jumlah bakteri starter*	Koloni/g	Min. 10 ⁷			-		

*sesuai dengan Pasal 2 (Istilah dan definisi)

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2009)

Yoghurt ialah salah satu produk pangan dalam bentuk fermentasi susu yang dikembangkan oleh industri pangan yang terkenal diberbagai kalangan masyarakat dan termasuk ke dalam pangan fungsional. *Yoghurt* yang

mengandung bakteri asam laktat atau sering disebut dengan probiotik dan ditambahkan prebiotik yang berperan sebagai substrat bakteri tersebut, dapat meningkatkan konsentrasi asam asetat dan asam laktat, dengan adanya asam laktat dan *short chain fatty acid* (SCFA) di dalam usus besar dapat meningkatkan penyerapan kalsium. Selain itu, peran *yoghurt* sebagai pangan fungsional adalah dapat menyeimbangkan mikroflora usus, dimana bakteri yang merugikan dapat ditekan jumlahnya dan di dalam usus bakteri yang menguntungkan dapat mendominasi (Herminiati dkk., 2015).

Sesuai dengan tingginya angka kesukaan masyarakat terhadap es krim, memunculkan perkembangan atau inovasi-inovasi baru mengenai es krim dimana produk es krim yang dihasilkan juga memiliki peranan bagi kesehatan. Salah satu inovasi tersebut adalah pembuatan es krim dengan bahan baku *yoghurt* atau sering disebut *frozen yoghurt*. *Yoghurt* beku juga dikenal dengan es krim *yoghurt*, yang merupakan makanan penutup beku produk susu yang menggabungkan rasa *yoghurt* dengan es krim. Es krim *yoghurt* dianggap sebagai alternatif es krim yang lebih sehat (Skryplonek dkk., 2017).

Saat ini, standar untuk kualitas es krim *yoghurt* belum ada ketentuan resminya. Namun, menurut Goff dan Hartel (2013), es krim *yoghurt* yang baik adalah mengandung tingkat keasaman es krim minimal 0,30 % dan mengandung bakteri asam laktat yang hidup. Kualitas es krim *yoghurt* setidaknya dapat memenuhi persyaratan kualitas es krim yang telah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional dalam SNI 01-3713-1995 pada Tabel 1.

C. Deskripsi, Kedudukan Taksonomi, dan Kandungan pada Bengkuang (*P. erosus*)

Bengkuang adalah salah satu jenis tanaman akar yang hidup pada daerah tropis dan subtropis, terutama di Indonesia (Lukitaningsih dan Holzgrabe, 2014). Bengkuang pada umumnya dapat dikonsumsi secara langsung ataupun dimasak menjadi beberapa macam olahan (Kumalasari dkk., 2014).

Bengkuang merupakan buah dengan daging yang memiliki warna putih segar dan memiliki kandungan air cukup tinggi, dengan warna kulit kecokelatan tipis dan mudah dikupas (Gambar 2). Bagian tanaman bengkuang yang paling banyak dikonsumsi adalah umbi (Hidayat, 2006). Tinggi tanaman bengkuang dapat mencapai 6m, batangnya berkayu pada bagian atas, dan daunnya bergantian terdiri dari 3 sebaran. Bengkuang memiliki bunga yang berwarna ungu atau putih, selain itu juga terdapat polong berukuran 8-15 cm melengkung dan berbulu, dan mengandung 8-11 biji pipih dan berwarna hitam (Reddy, 2015).

Kedudukan taksonomi bengkuang menurut Wuzburg (2009) adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Fabales
Suku	: Fabaceae
Marga	: Pachyrhizus
Jenis	: <i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urb



Gambar 2. Umbi Bengkuang (Chooi, 2008)

Bengkuang memiliki kadar serat tinggi, yang terdiri dari serat larut dan serat tak larut. Serat khusus yang terdapat pada bengkuang dinamakan inulin (Lingga, 2012). Kandungan inulin yang terdapat pada bengkuang sebesar 12,32% (Wimala dkk., 2015). Komponen yang terkandung dalam bengkuang antara lain 80-90% air, 10-17% karbohidrat, 1-2,5 protein, 0,5-1% serat, dan 0,1-0,2% lemak (Chooi, 2008), kalsium 15,0 mg, fosfor 18,0 mg, besi 0,6 mg, vitamin A 0 IU, vitamin B1, 0,04 mg dan vitamin C 20,0 mg (Sentosa dan Anne, 1999).

D. Deskripsi, Kedudukan Taksonomi, dan Kandungan pada Nanas Madu (*Ananas cosmosus*)

Buah nanas tergolong famili *Bromeliaceae* yang merupakan salah satu tanaman buah komersial di dunia. Nanas adalah buah tropis yang memiliki kadar air yang tinggi dan memiliki manfaat kesehatan. Nanas mengandung banyak kalsium, kalium, vitamin, karbohidrat, serat kasar, air dan berbagai mineral yang baik untuk sistem pencernaan (Hossain dkk., 2015). Nanas sering dikonsumsi oleh masyarakat karena rasa manis yang khas dan segar baik dalam bentuk buah segar, jus buah, dan olahan buah dalam kaleng (Chauliyah dan Murbawani,

2015). Menurut Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator (2009), kedudukan taksonomi nanas madu adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Angiospermae
Bangsa : Bromeliales
Suku : Bromeliaceae
Marga : Ananas
Jenis : *Ananas cosmosus* (L.) Merr

Indonesia memiliki dua jenis buah nanas yaitu nanas *Queen* dan nanas *Cayene*. Nanas *Queen* sering dikenal dengan nanas madu. Nanas madu memiliki rasa yang manis, ukuran buah yang lebih kecil dibandingkan dengan nanas *Cayene*, aroma harum, dan kulit buah berwarna coklat kemerahan (Chauliyah dan Murbawani, 2015). Selain itu ciri dari nanas madu ialah berdaun pendek dan berduri tajam, bentuk buah lonjong seperti kerucut sampai silindris, dan mata buah menonjol (Santosa, 1998). Buah nanas madu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Buah Nanas Madu (Rukmana, 1996)

Nanas madu merupakan tanaman Indonesia yang memiliki prospek penting. Nanas madu mempunyai tingkat rasa manis lebih tinggi dibandingkan

dengan nanas biasa. Kandungan yang terdapat dalam nanas madu adalah air dan gula. Buah nanas madu memiliki kadar air tidak terlalu banyak dengan tingkat kemanisan yang lebih tinggi (Fikania, 2017). Nutrisi dan kandungan kimia buah nanas dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 :

Tabel 3. Nutrisi buah nanas madu per 100 gram adalah sebagai berikut:

Parameter	Nilai
Energi	52 kalori
Serat	1,4 g
Karbohidrat	13,7 g
Protein	0,54 g
Lemak	0,20 g
Besi	0,28 mg
Magnesium	12 mg
Kalsium	16 mg
Potasium	150 mg
Fosfor	11 mg
Zinc	0,10 mg
Vitamin C	24 mg

(Sumber: Hossain dkk., 2015).

Tabel 4. Kandungan kimia pada *pulp* nanas

Parameter	Nilai
Kadar abu (mg/100g)	1,8
Total padatan terlarut (%)	13,3
Serat kasar (g/100g-fw)	0,41
Total gula (%)	8,66
Keasaman titrasi (%)	2,03
Asam askorbat (mg/100g)	21,5

(Sumber: Hossain dkk., 2015).

Menurut Chauhary dalam Hikmawati (2017) pemberian buah nanas pada es krim dapat meningkatkan nilai gizi dan memberikan warna yang menarik. Warna kuning pada buah nanas berasal dari zat pewarna alami betakaroten yang termasuk pada golongan karotenoid. Warna khas kuning pada buah nanas berasal dari pigmen karoten dan xantofil yang merupakan pigmen warna yang banyak pada buah nanas.

Nanas adalah buah dengan kandungan gula yang tinggi. Gula dan asam organik dapat menjadi substrat pertumbuhan bakteri asam laktat. Sumber gula dapat meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat (Amadou dkk., 2016).

E. Bengkuang sebagai Sumber Prebiotik

Prebiotik dapat didefinisikan sebagai bahan pangan yang tidak dapat dicerna dan memberikan keuntungan karena secara selektif dapat merangsang pertumbuhan dan atau aktivitas satu atau sejumlah bakteri dalam usus sehingga meningkatkan kesehatan inang (Bandyopadhyay dan Mandal, 2014). Bahan pangan dapat dikatakan sebagai prebiotik apabila (1) tahan terhadap asam, garam empedu dan enzim hidrolisis lain yang terdapat dalam usus kecil, (2) tidak diserap pada saluran pencernaan bagian atas, (3) dan dapat dengan mudah difermentasi oleh mikroflora usus (Pandey dkk., 2015). Selain itu bahan pangan diklasifikasikan sebagai prebiotik apabila memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen didalamnya (Sousa dkk., 2011).

Prebiotik dalam industri makanan digunakan sebagai bahan pangan fungsional dalam minuman, produk susu, *yoghurt* probiotik dan produk sinbiotik (Sousa dkk., 2011). Sumber prebiotik yang sebagian besar digunakan adalah inulin, frukto-oligosakarida, laktulosa, dan serat makanan. Dua prebiotik yang paling terkenal adalah inulin dan trans-galactooligosacharides (TOS) yang secara alami terdapat dalam makanan seperti bawang putih, kacang polong, gandum dan pisang (Bandyopadhyay dan Mandal, 2014). Bengkuang adalah tanaman yang mengandung inulin (Park dan Han, 2015). Kadar inulin yang terdapat pada bengkuang sebesar 12,32 % (Wimala dkk., 2015). Inulin pada

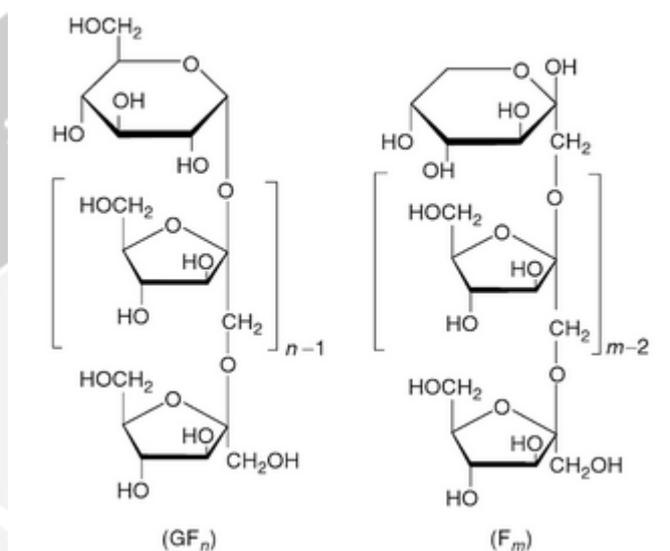
bengkuang tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan inulin pada buah pisang kepok yaitu 2,10 % (Hidayati dan Syauqy, 2015).

Inulin di bagian tanaman dapat ditemukan di vakuola. Letak tersebut dapat menyebabkan inulin sulit untuk di dapatkan. Selain itu, dengan adanya zat pektik yang saling menempel satu sama lain menyebabkan dinding sel semakin rumit untuk dirusak. Dengan temperatur atau suhu yang tinggi dapat meningkatkan proses isolasi karena komponen seluler seperti enzim inulinase tidak aktif, dan inulin sangat larut dan tidak terdegradasi pada suhu tersebut (Mavumengwana, 2004).

Inulin adalah karbohidrat yang berfungsi sebagai prebiotik efektif. Inulin terdiri dari oligo dan polisakarida yang memiliki monomer fruktosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik dengan konfigurasi β pada anomerik C2 (Ashmed dan Rashid, 2017). Ikatan glikosidik inulin tersebut tidak dapat dipecah oleh enzim yang ada dalam sistem pencernaan, namun dapat difermentasi oleh mikroflora dalam usus. Inulin dapat meningkatkan total bakteri asam laktat dan dapat menghambat bakteri patogen (Zubaidah dan Akhadiana, 2013). Struktur inulin dapat dilihat pada Gambar 4.

Efek kesehatan inulin pada tubuh manusia adalah inulin berperan sebagai prebiotik yang efisien dengan cara meningkatkan mikroflora dalam usus seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* dan meningkatkan produksi SCFA (*Short Chain Fatty Acid*) yang dapat meningkatkan mikroflora usus. SCFA yang difermentasi oleh mikroflora usus berperan dalam jaringan adiposa, otak, dan hati sebagai substrat energi, sehingga mengurangi peradangan dan mencegah tumor atau

kanker kolon (Dong dkk., 2019). Peningkatan SCFA dalam usus besar dapat menciptakan lingkungan yang lebih asam dalam usus yang dapat meningkatkan resistensi kolonisasi terhadap bakteri patogen (Miremasi dan Shah, 2012).



Gambar 4. Struktur Inulin
(Sumber: Stephen dkk., 2006)

F. Probiotik dan Bakteri Asam Laktat

a. Probiotik

Probiotik adalah mikroorganisme hidup, dan jika diberikan dalam jumlah yang cukup dapat memberikan manfaat kesehatan pada inangnya (Sanders dkk., 2018). Mikroorganisme dapat dikatakan sebagai probiotik harus memiliki karakteristik. Mikroorganisme tersebut harus tahan terhadap asam lambung dan empedu, memiliki kemampuan untuk melewati usus dan melawan bakteri patogen, dan memiliki umur simpan yang lama (Wibowo dkk., 2015).

Probiotik dapat diformulasikan ke dalam beberapa produk antara lain makanan, obat, dan suplemen makanan. Spesies yang paling umum

digunakan untuk sumber probiotik adalah dari genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Bakteri tersebut merupakan bakteri GRAS (*Generally Recognized As Safe*) karena mampu tinggal di tubuh manusia dan tidak menimbulkan bahaya, selain itu juga merupakan mikroorganisme kunci dalam fermentasi susu dan pengawetan makanan (Stamtova dan Meurman, 2009).

b. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat (BAL) adalah kelompok bakteri heterogen yang berperan penting dalam berbagai proses fermentasi. Asam laktat merupakan salah satu produk fermentasi yang dihasilkan akibat proses fermentasi karbohidrat. Selain itu, degradasi protein dan lipid dan produksi berbagai alkohol, aldehida, asam, ester dan senyawa sulfur berkontribusi pada pengembangan rasa spesifik dalam berbagai produk makanan fermentasi (Bintis, 2018). Bakteri asam laktat mengubah karbohidrat laktosa yang terdapat pada susu menjadi asam, khususnya asam laktat yang mampu mencegah pertumbuhan bakteri tertentu yang tidak diinginkan. Kemudian saat ini meluas ke produk makanan lain seperti roti, *buttermilk*, keju, sayuran fermentasi, daging fermentasi, dan *yoghurt* (Vandenbergh, 1993).

Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri Gram-positif, tidak berspora, dengan bentuk batang atau kokus, tidak berespirasi, dan menghasilkan asam laktat sebagai bahan utama produk akhir selama fermentasi. Bakteri asam laktat termasuk ke dalam GRAS (*Generally Recognized as Safe*) yang artinya aman untuk dikonsumsi manusia (Bintis,

2018). Beberapa genus yang termasuk ke dalam bakteri asam laktat adalah *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* dan *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella* (Khalid, 2011). Beberapa kultur bakteri asam laktat yang digunakan dalam aplikasi makanan terutama strain *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. dan *Propionibacterium* spp.

Bakteri asam laktat secara umum dibagi menjadi 2 golongan, yaitu bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif. Bakteri asam laktat homofermentatif membentuk asam laktat sebagai produk akhir metabolisme fermentasi glukosa utama atau satu-satunya produk fermentasi melalui jalur glikolisis *Embden-Meyerhof-Parnas* (EMP). Bakteri asam laktat heterofermentatif menghasilkan asam laktat, CO₂, dan etanol atau asetat dalam jumlah yang hampir sama menggunakan jalur pentosa fosfat atau fosfoketolase. Bakteri asam laktat homofermentatif seperti beberapa spesies *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, dan *Streptococcus*. Bakteri asam laktat heterofermentatif seperti beberapa *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella* dan beberapa spesies *Lactobacillus* (Hui dan Evranus, 2016).

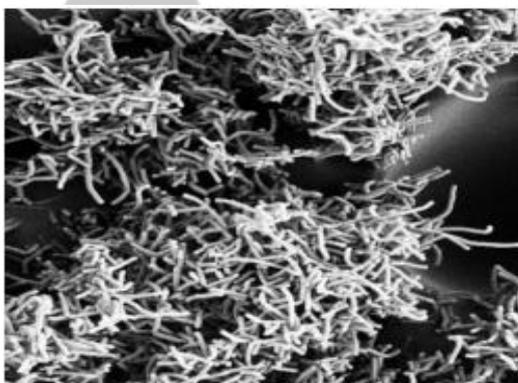
c. *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus adalah jenis bakteri asam laktat yang memiliki sifat homofermentatif yang tumbuh dalam kondisi anaerobik. Bakteri asam laktat *L. acidophilus* menggunakan gula seperti glukosa, aesculin, selbiose, galaktosa, laktosa, maltosa, salisin, dan sukrosa sebagai

susbrat untuk fermentasi. Bakteri ini dapat hidup secara optimum pada lingkungan dengan kelimpahan gula yang tinggi, seperti pada saluran pencernaan manusia dan hewan (Javarei dan Ebrahimi, 2011).

Karakteristik *Lactobacillus acidophilus* adalah golongan bakteri Gram positif, tidak berspora, homofermentatif, dan katalase negatif (Pyar dan Peh, 2014). Bakteri *L. acidophilus* merupakan bakteri sel tunggal, berbentuk batang pendek dengan ukuran 2-10 μm (Bull dkk., 2013), dengan ciri koloni berwarna putih, putih keabuan atau warna krem (Kavita dkk., 2016) (Gambar 5). Produk utama *Lactobacillus acidophilus* dapat memproduksi asam laktat yang merupakan hasil metabolisme fermentasi. Bakteri tersebut juga menggunakan sumber karbon berupa laktosa dalam menghasilkan energi (Buttris, 1997). Menurut Samaranayake (2012), kedudukan taksonomi bakteri *L. acidophilus* adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Bakteri
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacili
Ordo	: Lactobacillaes
Famili	: Lactobacillaceae
Genus	: Lactobacillus
Spesies	: <i>Lactobacillus acidophilus</i>



Gambar 5. Koloni *L. acidophilus* dengan mikroskop *Scanning Electron* (Pyar dan Peh, 2014).

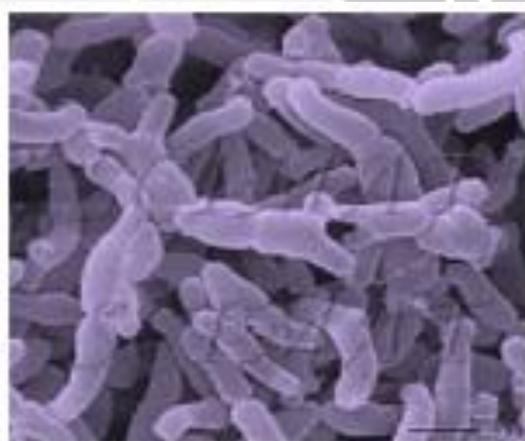
d. *Bifidobacterium longum*

Bifidobacterium adalah salah satu jenis bakteri probiotik yang sering digunakan untuk proses fermentasi susu yang memberikan kontribusi besar dalam mikrobiota usus manusia (Abdelazez dkk., 2017). Peran *Bifidobacterium* sebagai bakteri probiotik adalah dapat bertahan hidup ketika berada dalam saluran pencernaan yaitu usus yang bersifat asam dan memperbaiki kondisi saluran pencernaan dengan demikian dapat meningkatkan kesehatan dalam kolon (Adriani dkk., 2008). *Bifidobacterium* dipertimbangkan untuk memberikan banyak efek menguntungkan termasuk peningkatan pencernaan laktosa, antikanker, penyerapan kalsium dan sintesis vitamin B (Abdelazez dkk., 2017). Spesies *Bifidobacterium* yang memiliki peran penting dalam usus manusia adalah *Bifidobacterium bifidum*, *bifidobacterium infantis*, *bifidobacterium adolesentium*, dan *bifidobacterium longum* (Zhou dan Li, 2015).

Bifidobacterium longum merupakan mikrobia Gram positif anaerob, tidak aktif bergerak, tidak berspora, bersifat heterofermentatif dan mampu menghasilkan asam laktat dan asam asetat namun tidak menghasilkan CO₂ (Kusumaningrum, 2011). *Bifidobacterium* sp. memiliki warna koloni putih susu krem, berbentuk bulat, sel batang, katalase negatif, tidak motil (Habibillah, 2009) (Gambar 6). *Bifidobacterium* dapat tumbuh secara optimal pada suhu 36-38 °C dan pH optimal dari 6,5 hingga 7, namun akan terhambat pada suhu dibawah 24 °C dan diatas 45 °C (Zinedine dan Faid, 2007).

Menurut Felis dan Dellagio (2015), kedudukan taksonomi *Bifidobacterium longum* adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Bakteri
Filum	: Actinobacteria
Kelas	: Actinobacteria
Ordo	: Bifidobacteriales
Famili	: Bifidobacteriaceae
Genus	: Bifidobacterium
Spesies	: <i>Bifidobacterium longum</i>



Gambar 6. *Bifidobacterium* sp (Modler, 2006 dalam Kusumaningrum, 2011).

G. Hipotesis

1. Kombinasi bengkuang dan nanas masu memberikan pengaruh terhadap kualitas fisik, kimia, mikrobiologis dan organoleptik pada es krim *yoghurt* sinbiotik.
2. Kombinasi untuk menghasilkan kualitas es krim *yoghurt* sinbiotik terbaik adalah Bengkuang 6 % dan Nanas madu 9 %.