

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Yoghurt*

*Yoghurt* adalah salah satu produk fermentasi berbahan dasar susu. Pada awalnya *yoghurt* dibuat dari susu binatang ternak seperti susu sapi atau susu kambing dengan bentuk seperti bubur atau es krim. Proses pembuatannya adalah, susu difermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan didalamnya terdapat kultur aktif bakteri tersebut (Widowati dan Misgiyarta, 2009).

*Yoghurt* merupakan olahan susu dari hasil fermentasi kedua dari Bakteri Asam Laktat (BAL) sebagai starter, yakni *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* yang hidup bersimbiosis. Lama proses fermentasi akan berakibat pada turunnya pH *yoghurt* dengan rasa asam yang khas, selain itu dihasilkan asam asetat, asetal dehid, dan bahan lain yang mudah menguap. Komposisi *yoghurt* secara umum adalah protein 4-6%, lemak 0,1-1%, laktosa 2-3%, asam laktat 0,6-1,3%, pH 3,8-4,6% (Susilorini dan Sawitri, 2007).

Menurut Deeth dan Tamime (1981) *yoghurt* mengandung beberapa kandungan antara lain: energi, protein, lemak, karbohidrat. Bahkan mengandung mineral (kalsium, fosfor, natrium, dan kalium) dan mempunyai kandungan vitamin cukup lengkap yaitu: vitamin A, B kompleks, B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B6 (piridoksin), B12 (sianokobalamin), vitamin C, vitamin D, E, asam folat, asam nikotinat, asam pantotenat, biotin dan kolin (Anonimus, 2008). Keberadaan protein yang mudah dicerna serta asam laktat yang meningkatkan penyerapan mineral, membuat *yoghurt* baik dikonsumsi oleh anak dengan

gangguan penyerapan di saluran erna (Rinadya, 2008). Untuk lebih mengetahui kandungan gizi yang terdapat pada *yoghurt*, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi *Yoghurt* per 100 mg

Komponen	Kandungan (per 100 mg)
Energi (Kkal)**)	42-62
Nilai Ph	4,2-4,4
Protein (g)	4,5-5,0
Karbohidrat (g)**)	6-7
Lemak (g)**)	-
Kalsium (mg)	130-176
Magnesium (mg)	17
Potassium (mg)	226

Keterangan : \*) Nilai ini adalah untuk *yoghurt* yang diberi tambahan gula

\*\*\*) Nilai ini adalah untuk *yoghurt* yang tidak diberi tambahan gula

Sumber : Canadian Dairy Commission (2002) disitasi Anonimus (2008).

*Yoghurt* merupakan produk susu yang mengalami fermentasi oleh bakteri asam laktat pada suhu 37-45°C. *Yoghurt* sangat bermanfaat bagi tubuh, baik untuk memperoleh nilai nutrisi juga memberikan manfaat kesehatan terutama bagi pencernaan dimana bakteri-bakteri *yoghurt* yang masuk akan menyelimuti dinding usus sehingga dinding usus menjadi asam dan kondisi ini menyebabkan mikroba-mikroba pathogen tidak dapat berkembangbiak (Surono, 2004).

*Yoghurt* mempunyai nilai gizi yang tinggi dari pada susu segar sebagai bahan dasar dalam pembuatan *yoghurt*, terutama karena meningkatnya total padatan sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya meningkat, selain itu *yoghurt* sesuai bagi penderita *Lactose Intolerance* atau yang tidak toleran terhadap laktosa (Wahyudi, 2006).

Pada dasar proses pembuatan *yoghurt* adalah memfermentasikan susu dengan menggunakan biakan (*Streptococcus thermophilus*) dan (*Lactobacillus bulgaricus*). Susu yang akan difermentasikan harus dipanaskan terlebih dahulu dengan tujuan untuk menurunkan populasi mikrobia dalam susu dan memberikan

kondisi yang baik bagi pertumbuhan biakan *yoghurt* serta mengurangi kandungan air dalam susu (Rukmana, 2001). Proses pembuatannya adalah, susu difermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan didalamnya terdapat kultur aktif bakteri tersebut (Widowati dan Misgiyarta, 2009). Menurut Winarno dkk., (2003) dasar fermentasi susu atau pembuatan *yoghurt* adalah proses fermentasi komponen gula-gula yang ada di dalam susu, terutama laktosa menjadi asam laktat dan asam-asam lainnya. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan citarasa dan meningkatkan keasaman atau menurunkan pH-nya. Semakin rendahnya pH atau derajat keasaman susu setelah fermentasi akan menyebabkan semakin sedikitnya mikroba yang mampu bertahan hidup dan menghambat proses pertumbuhan mikroba patogen dan mikroba pengrusak susu, sehingga umur simpan susu dapat menjadi lebih lama.

Kualitas *yoghurt* dapat ditentukan melalui 2 cara yaitu secara subyektif dan pengamatan secara obyektif, pengukuran kimia, fisik, dan mikroba. Pengukuran kualitas *yoghurt* dapat berlangsung kapan saja, tetapi biasanya berlangsung sekitar 24 jam setelah produksi dan jika memungkinkan terdiri dari pemeriksaan sensoris (rasa, aroma, penampakan luar, tekstur), mikroskopis, titrasi keasaman, pH, komposisional, analisis (lemak, protein) dan ketahanan umur setelah 4 hari penyimpanan pada suhu 15 °C (Kroger, 2001).

Syarat mutu *yoghurt* berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981: 2009, adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Syarat Mutu Yoghurt

No.	Kriteria	Yoghurt Tanpa Perlakuan Panas Setelah Fermentasi		Yoghurt dengan Perlakuan Panas Setelah Fermentasi	
		Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt	Yoghurt rendah lemak
1	Keadaan				
1.1	Kenampakan	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	Min. 3,0	0,6-2,9
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 (% b/b)	Maks. 1,0		Maks. 1,0	
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (% b/b)	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	
9	Cemaran mikroba				
9.1	Bakteri <i>coliform</i> (APM/g atau koloni/g)	Maks. 10		Maks. 10	
9.2	<i>Salmonella</i>	Negatif/25 g		Negatif/25 g	
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	Negatif/25 g		Negatif/25 g	
10	Jumlah bakteri starter*(Koloni/g)	Min. 10 <sup>7</sup>		-	

(SNI 2981: 2009)

## 2.2 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses perubahan kimiawi, dari senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Jay dkk., 2005). Proses tersebut akan menyebabkan terjadinya penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi (Madigan dkk.,

2011). Menurut Susilorini dan Sawitri (2007), tujuan utama fermentasi adalah untuk memperpanjang daya simpan susu karena mikroorganisme sulit tumbuh pada suasana asam dan kondisi kental.

Fermentasi menjadi populer karena proses tersebut tidak hanya dapat mengubah makanan untuk menjadi lebih awet, namun juga memberikan citarasa, aroma yang enak, dan meningkatkan kandungan nutrisi makanan (Surono, 2004). Dua kunci utama dalam fermentasi adalah mikroorganisme dan substrat. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi sangat beraneka ragam, contohnya adalah bakteri asam laktat pada produk susu dan khamir pada produk minuman beralkohol dan roti (Bamforth, 2005). Substrat adalah bentuk materi organik yang dapat digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi bagi kelangsungan hidup mikroorganisme (Ganjar dkk., 2006). Substrat dapat berbentuk cair maupun padat. Pemilihan substrat yang tepat untuk proses fermentasi penting untuk dilakukan. Substrat yang tepat adalah substrat yang dapat memenuhi semua kebutuhan nutrisi bagi mikroorganisme yang akan dipakai (Waite dkk., 2001). Fermentasi dilakukan terhadap suatu bahan makanan untuk mendapatkan produk makanan baru yang dapat memperpanjang daya simpan (Farnworth, 2008). Aktifitas mikroorganisme pada fermentasi akan menyebabkan perubahan kadar pH dan terbentuk senyawa penghambat seperti alkohol dan bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Waite dkk., 2001).

Fermentasi telah digunakan selama berabad-abad sebagai proses untuk mengubah susu menjadi suatu produk untuk memperpanjang daya simpannya dan sejak lama telah dipercaya memiliki manfaat baik bagi kesehatan tubuh (Tamime

& Robinson, 2000). Salah satu jenis produk fermentasi susu adalah yoghurt. Yoghurt merupakan produk hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* dan *Streptococcus* (Farnworth, 2008). Menurut Anonim (2009) yoghurt adalah produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonsitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan/atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Syarat mutu yoghurt sesuai Badan Standarisasi Nasional tahun 2009 untuk jumlah bakteri starter yoghurt adalah minimal  $10^7$  CFU/ml, sedangkan keasaman tertitrasi (sebagai asam laktat) (b/b) berkisar 0,5—2,0%. keseimbangan mikroflora usus (Chairunnisa dkk., 2006). Widodo (2002) mengemukakan bahwa yang membedakan masing-masing produk susu fermentasi adalah jenis bakterinya. Beberapa produk fermentasi dan bakteri yang memfermentasikannya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Produk Susu Fermentasi dan Mikrobia Pembuatnya

Nama susu fermentasi	Mikrobia
Yoghurt , kishk, zabaday	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i>
Kefir	<i>Lc. Lactis</i> dan <i>Lactobacillus kefir</i>
Susu asidofilus	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Yakult, susu <i>L.casei</i>	<i>Lactobacillus casei</i>
Susu bifidus	<i>Bifidobacterium bifidum</i>

Sumber : Widodo (2002)

Pada umumnya susu fermentasi mengandung probiotik, yaitu mikrobia hidup yang memberikan efek positif bagi manusia atau hewan, bisa berkolonisasi sehingga mencapai jumlah optimal selama waktu tertentu dan memperbaiki

Menurut Yusmarini dan Efendi (2004) menyatakan bahwa yoghurt merupakan salah satu produk makanan yang sangat populer. Yoghurt dapat

membantu dalam proses pencernaan, mencegah diare, mencegah peningkatan kadar kolesterol yang terlalu tinggi, bahkan dapat membantu melawan kanker. Yildiz (2010) menyatakan bahwa yoghurt aman untuk dikonsumsi oleh bayi berumur diatas 6 atau 9 bulan. Yoghurt mengandung protein, kalsium dan vitamin yang sangat baik untuk pertumbuhan bayi. Konsumsi susu fermentasi secara rutin akan memberikan manfaat (Andrianto, 2008) antara lain :

1. Meningkatkan pertumbuhan inang

Peningkatan pertumbuhan terjadi sebagai hasil dari penurunan infeksi subklinis akibat tertekannya pertumbuhan mikrobia penyebab infeksi

2. Memperbaiki penggunaan nutrisi makanan

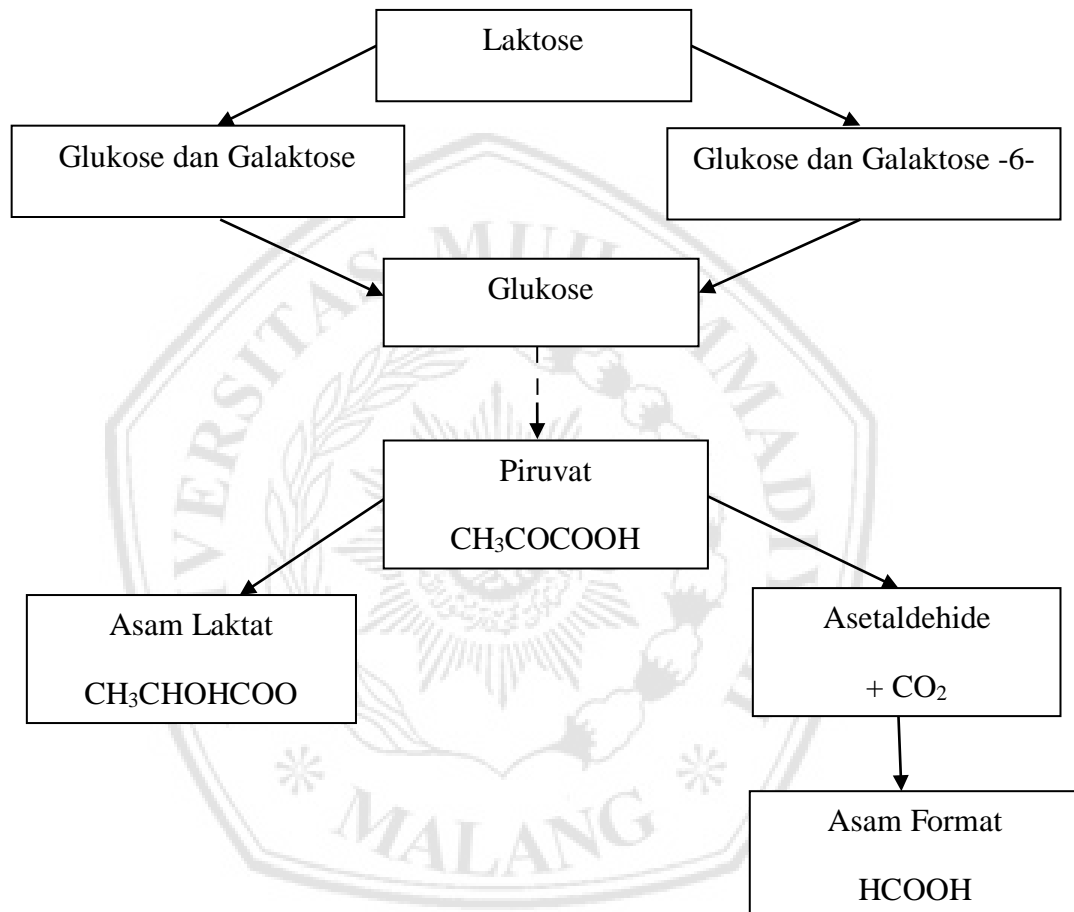
Hal ini dapat terjadi melalui peningkatan efisiensi proses pencernaan atau peningkatan pencernaan senyawa-senyawa yang awalnya tidak tercerna

3. Meningkatkan kesehatan

Terjadi resistensi inang terhadap penyakit infeksi baik secara langsung melalui mekanisme antagonis maupun melalui status kekebalan. Didalam tubuh jika terjadi sintesis antara senyawa antioksidan, antibiotik alami, dan berbagai vitamin penting, maka akan dapat meningkatkan kesehatan manusia.

Pembentukan cita rasa asam dalam pembuatan susu fermentasi, maka dilakukan seleksi kultur bakteri, baik pupukan dari satu spesies murni mikroba atau lebih yang digunakan sebagai starter. Peranan utama golongan bakteri asam laktat adalah untuk memperbaiki atau menambah flavor dan rasa dari bahan pangan yang difermentasikan., membantu memperpanjang masa simpan bahan pangan tersebut dan turut dalam kegiatan peningkatan kesehatan tubuh (Oberman, 1985).

Fermentasi asam laktat dapat diartikan sebagai proses hidrolisis laktosa oleh bakteri asam laktat menjadi asam piruvat, yang selanjutnya akan diubah menjadi asam laktat dan semakin tinggi konsentrasi asam laktat tersebut menyebabkan pH semakin menurun (Koswara, 2005). Pembentukan asam laktat dari laktosa oleh biakan *yoghurt* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jalur Perombakan Laktosa menjadi Asam Laktat (Rukmana, 2005)

Mula-mula laktosa dihidrolisa oleh biakan menjadi glukosa dan galaktosa atau galaktosa-6-fosfat. Selanjutnya melalui rantai glikolisis, glukosa diubah menjadi asam laktat. Fermentasi asam laktat terjadi pada kelompok bakteri pemecah gula susu (laktosa), sehingga kelompok bakteri ini digunakan



pengolahan susu untuk menghasilkan produk fermentasi yaitu *yoghurt* (Rukmana, 2005).

Menurut Effendi (2004), proses fermentasi bakteri asam laktat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

a. Suhu

Suhu fermentasi pada pembuatan *yoghurt* maupun *soyoghurt* berkisar antara 37-45°C, setelah terbentuk endapan segera dimasukkan dalam lemari es yang suhu kira-kira 4°C agar bakteri terhambat perkembangannya.

b. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan dari fermentasi untuk pembuatan *yoghurt* maupun *soyoghurt* harus mendukung untuk pembentukan asam, karena bakteri asam laktat tersebut dalam kondisi dan susunan asam. Derajat keasaman (pH) pada fermentasi pembuatan *yoghurt* adalah 4,5-5.

c. Nutrisi

Nutrisi yang diperlukan oleh kultur starter meliputi karbohidrat (gula), seperti sukrosa (gula pasir), glukosa, laktosa, fruktosa atau susu bubuk skim sebagai sumber energi, penyedia karbon dan nitrogen.

### 2.3 Kacang Hijau

Kacang hijau dikenal dengan beberapa nama, seperti mungo, mung bean, green bean dan mung. Di Indonesia, kacang hijau juga memiliki beberapa nama daerah, seperti artak (Madura), kacang wilis (Bali), buwe (Flores), tibowang candi (Makassar) (Astawan, 2009). Tanaman kacang hijau berasal dari daerah Asia Tenggara. Tanaman ini mempunyai sistem perakaran yang dalam sehingga dapat memperbaiki struktur tanah dan kandungan bahan organik bagian dalam. Selain

itu tanaman ini juga mampu bertahan di daerah yang kekurangan air (Marzuki dan Suprpto, 2005).

Klasifikasi ilmiah tanaman kacang hijau adalah sebagai berikut :

Regnum : Plantae  
Divisio : Spermatophyta  
Subdivisio : Angiospermae  
Classis : Dicotyledonae  
Ordo : Leguminales  
Familia : Leguminosae  
Genus : *Vigna*  
Species : *Vigna radiata* L. (Purwono dan Hartono, 2005).

Tanaman kacang hijau berakar tunggang. Sistem perakarannya dibagi menjadi dua yaitu mesophytes dan xerophytes. Mesophytes mempunyai banyak cabang akar pada permukaan tanah dan tipe pertumbuhannya menyebar, sementara xerophytes memiliki akar cabang lebih sedikit dan memanjang ke arah bawah (Purwono dan Hartono, 2008). Tanaman ini di Indonesia biasanya ditanam pada musim pergiliran tanaman padi. Batang tanaman kacang hijau tumbuh hingga ketinggian 30-110 cm. Batang tanaman kacang hijau berbentuk bulat dan berbuku-buku. Ukuran batangnya kecil, berwarna hijau kecoklatan hingga kemerahan. Kacang hijau memiliki cabang yang menyebar ke segala arah. Buah polong kacang hijau merupakan polong bulat memanjang, dengan ukuran antara 6-15 cm. Polong muda berwarna hijau tua dan setelah tua berwarna hitam atau coklat jerami. Terdapat sebanyak 11-47 polong pada satu tanaman kacang hijau. Pada saat proses pematangan, polong akan berubah warna menjadi hitam dan daun tanaman kacang hijau akan menguning. Proses pematangan polong berjalan selama 19-22 hari setelah berbunga (Andrianto dan Indarto 2004). Biji kacang

hijau berwarna hijau kusam atau mengkilap, ada juga yang berwarna kuning, coklat atau hitam. Bentuk kacang hijau bulat agak lonjong, ukuran biji relatif lebih kecil dari kacang-kacangan lainnya. Pada biji kacang hijau kadang-kadang dijumpai adanya sifat keras yang tidak dapat lunak karena pemanasan, sehingga akan tetap keras walaupun sudah direbus. Biji kacang hijau terdiri dari beberapa bagian yaitu kulit, endosperma, dan lembaga. Kulit biji berfungsi sebagai lapisan pelindung bagian yang lebih dalam dari berbagai kerusakan. Endosperma merupakan bagian biji yang mengandung cadangan makanan untuk menyokong pertumbuhan lembaga. Lembaga akan tumbuh membesar selama pertumbuhan biji (Andrianto dan Indarto, 2004).

Komponen terbesar kedua yang terdapat pada kacang hijau adalah protein. Kacang hijau merupakan sumber protein dan memiliki kualitas protein yang baik seperti jenis kacang-kacangan pada umumnya, meskipun kandungan lemaknya rendah. Protein kacang hijau kaya asam amino leusin, arginin, isoleusin, valin, dan lisin, meskipun proteinnya dibatasi oleh asam amino bersulfur seperti metionin dan sistein. Namun, dibanding jenis kacang lainnya, kandungan metionin dan sistein pada kacang hijau relatif lebih tinggi. Keseimbangan asam amino pada kacang hijau mirip dan sebanding dengan kedelai (Astawan, 2009). Kacang hijau merupakan sumber protein nabati, vitamin (A, B<sub>1</sub>, C, dan E) serta beberapa zat lain yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia seperti amilum, besi, belerang, kalsium, minyak lemak, mangan, magnesium, dan niasin. Selain bijinya, daun kacang hijau muda sering dimanfaatkan sebagai sayuran. Kacang hijau bermanfaat untuk melancarkan buang air besar dan menambah semangat (Purwono dan Hartono, 2005). Komposisi kimia kacang hijau bervariasi

tergantung macam tanaman, keadaan cuaca dan cara bercocok tanam. Secara umum, komposisi zat gizi kacang hijau mentah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi zat gizi kacang hijau per 100 gram

Kandungan Gizi	Kacang Hijau
Energi (kkal)	345
Protein (g)	22,2
Lemak (g)	1,2
Karbohidrat (g)	62,9
Kalsium (mg)	125
Zat besi (mg)	6,7
Fosfor (mg)	320
Vitamin A (SI)	157
Vitamin B1 (mg)	0,64
Vitamin C (mg)	6

Sumber : Direktorat Gizi, Depkes RI (1992) dalam Astawan (2009).

Sari kacang hijau merupakan ekstrak fraksi terlarut dari kacang hijau, ekstrak tersebut diperoleh dengan cara penggilingan biji kacang hijau dengan air, selanjutnya dilakukan proses penyaringan dan pemasakan kemudian akan diperoleh sari kacang hijau. Sejumlah terobosan dalam teknologi pembuatan sari kacang hijau telah ditemukan pada awal tahun 2000-an hingga diproduksi secara komersial. Sari kacang hijau berpotensi untuk dikembangkan karena memiliki gizi tinggi, biaya rendah dengan teknologi sederhana, bebas laktosa dan tidak menyebabkan alergi, bebas kolesterol dan sedikit lemak, dapat divariasikan, baik bagi vegetarian dan orang diet, serta termasuk sebagai salah satu alternatif pangan (Hidayat, 2008).

Kandungan ekstrak protein dalam sari kacang hijau dipengaruhi oleh varietas kacang hijau, jangka waktu dan kondisi penyimpanan, kehalusan gilingan, perlakuan panas serta penambahan air karena semakin banyak jumlah air yang digunakan untuk menyaring akan semakin sedikit kadar protein yang diperoleh (Hidayat, 2008).

Selain kandungan gizi atau vitamin, sari kacang hijau ternyata bisa menyembuhkan penyakit beri-beri, radang ginjal, melancarkan pencernaan, tekanan darah tinggi, mengatasi keracunan alkohol, pestisida, timah hitam, mengatasi gatal karena biang keringat, muntaber, menguatkan fungsi limpa dan lambung, impotensi, TBC paru-paru, jerawat, mengatasi flek hitam di wajah, dan lain-lain (Anonim, 2010).

Susu nabati baik dikonsumsi oleh mereka yang alergi susu sapi (*lactose intolerant*) yaitu orang-orang yang tidak punya atau kurang enzim laktase dalam saluran pencernaannya, sehingga tidak mampu mencerna laktosa dalam susu sapi (Winarno et al., 2003).

Menurut Koeswara (1995), susu yang bahan dasarnya dari nabati seperti susu kacang hijau, agar memperoleh susu yang baik dan layak dikonsumsi manusia maka diperlukan kriteria sebagai berikut:

1. Bebas anti tripsin

Adanya anti tripsin dalam makanan (misalnya dalam biji kacang hijau yang mentah) menyebabkan adanya penurunan jumlah tripsin bebas dalam usus yang mengakibatkan pankreas memproduksi tripsin lebih banyak dan karenanya pankreas bekerja hiperaktif sehingga mengakibatkan pembengkakan (*hipertrofi*) pankreas. Untuk itu perlu dilakukan penghilangan anti tripsin karena mempengaruhi mutu protein kacang hijau tersebut. Agar bebas dari anti tripsin, langkah yang harus diambil dalam pembuatan susu kacang hijau adalah: biji kacang hijau direndam dalam air atau larutan  $\text{NaHCO}_3$  0,5% selama semalam (8-12 jam) yang diikuti dengan blanching menggunakan air mendidih selama 30 menit.

## 2. Rasa Langu

Rasa langu biji kacang hijau (*beany flavour*) yang disebabkan kerja enzim lipoksigenase yang bereaksi dengan lama sewaktu dinding sel pecah oleh penggilingan. Hal ini merupakan rasa khas kacang hijau mentah yang umumnya tidak disukai masyarakat. Untuk mengatasi rasa langu, air yang ditambahkan dalam penggilingan digunakan air panas (mendidih), karena hasil reaksi enzim tersebut menghasilkan senyawa volatil (mudah menguap) sehingga rasa langu tersebut dapat ikut hilang bersama uap air panas.

## 3. Stabilitas koloid yang mantap

Untuk mendapatkan susu kacang hijau dengan stabilitas koloid yang baik dapat dilakukan dengan cara:

- a. Menambah zat pengemulsi
- b. Homogenisasi
- c. Pengaturan kadar protein
- d. Pengaturan suhu penyimpanan dan pengolahan

Haryoto (1996) menjelaskan tahapan pembuatan susu nabati adalah sebagai berikut:

### 1. Penyortiran

Berfungsi untuk memisahkan biji dari tanah, kerikil dan kotoran lain serta untuk memilih biji kacang hijau yang baik dan tidak rusak.

### 2. Perendaman

Bertujuan untuk melunakkan biji kacang hijau agar mudah digiling atau dikuliti perendaman dilakukan selama 8-12 jam dengan perbandingan air 1:5. Pada saat

perendaman, ditambahkan larutan soda kue ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0,5%. Fungsi soda kue adalah membantu pelunakan biji kacang hijau dan mengurai rasa langu.

### 3. Pencucian

Dilakukan untuk membersihkan sisa dari soda kue ( $\text{NaHCO}_3$ ) dan mempermudah pengupasan kulit ari biji kacang hijau.

### 4. Perebusan

Dengan menggunakan air sebanyak 3 liter dengan lama perebusan 30 menit. Selain untuk melunakkan biji, perebusan juga bertujuan menjinakkan enzim penghambat bekerjanya asam lambung dalam menguraikan protein menjadi asam amino. Dengan demikian agar dapat menaikkan nilai serapnya sehingga bila dikonsumsi bisa lebih bermanfaat oleh tubuh.

### 5. Pengupasan kulit

Pengupasan kulit ari ini adalah untuk memudahkan saat penggilingan. Selain itu juga untuk mengurai rasa dan bau langu pada susu. Dengan dikuliti, warna susu juga menjadi lebih menarik.

### 6. Penggilingan

Penggilingan dilakukan dengan menggunakan blender dan pemberian air panas 1:10 (1kg bahan:10 liter air). Penggilingan dilakukan untuk mendapatkan bubur biji kacang hijau (*slurry*).

### 7. Perebusan bubur

Bubur biji kacang hijau hasil penggilingan direbus pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Perebusan ini dimaksudkan untuk menonaktifkan *trypsin inhibitor* (zat penghalang bekerjanya asam lambun dalam menguraikan protein menjadi asam amino yang bermanfaat bagi tubuh).

## 8. Penyaringan

Bubur biji sari kacang hijau hasil rebusan disaring dengan kain saring untuk mendapatkan sarinya. Cairan hasil penyaringan adalah berupa filtrat biji sari kacang hijau. Dari sisa penyaringan akan didapatkan ampas yang bisa dimanfaatkan untuk pakan ternak.

## 9. Pemasakan

Pemasakan susu dimasak pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$ , tidak sampai mendidih. Pertahankan suhu masak stabil dengan cara panci dibiarkan terbuka sambil diaduk-aduk.

Pemasakan berlangsung sekitar 10 menit.

## 2.4 Bahan Pembuatan *Yoghurt*

### 2.4.1 Bakteri Asam Laktat

Proses pembuatan susu yang difermentasi melibatkan peranan mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri, khamir, kapang atau berupa kombinasi mikroorganisme tersebut (Tamime, 2006). Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri yang pada umumnya digunakan dalam fermentasi susu (Yildiz, 2010).

Berdasarkan produk yang dihasilkan selama fermentasi, bakteri asam laktat dibedakan menjadi homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri homofermentatif menghasilkan produk fermentasi tunggal yaitu asam laktat, sedangkan bakteri heterofermentatif memproduksi asam laktat dan etanol (Bamforth, 2005). Percampuran beberapa jenis mikroorganisme dapat menghasilkan cita rasa yang unik dan sampai sekarang masih terus diteliti (Yildiz, 2010).



Bakteri asam laktat yang umumnya digunakan dalam fermentasi susu antara lain berasal genus *Streptococcus* dan *Lactobacillus* (Tamime, 2006). Karakteristik bakteri dalam genus *Streptococcus* adalah berbentuk bulat, berukuran lebih kecil dari 2  $\mu\text{m}$ , berstruktur rantai atau berpasangan, non-motil, tidak terdapat endospora, Gram positif, fakultatif anaerob, memfermentasi karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat, katalase negatif dan tumbuh pada suhu optimum  $\pm 37^{\circ}\text{C}$  (Vos dkk., 2009). *Lactobacillus* merupakan bakteri Gram positif, tidak menghasilkan spora, berbentuk batang atau dapat berupa *coccobacilli*, dan fakultatif anaerob. *Lactobacillus* tumbuh pada suhu optimum 30-40 $^{\circ}\text{C}$ , dan tumbuh optimal pada pH 5,5-6,2 (Vos dkk., 2009).

*Streptococcus thermophilus* tumbuh optimal pada suhu 45 $^{\circ}\text{C}$  sampai 47 $^{\circ}\text{C}$  sebaliknya *Lactobacillus bulgaricus* suhu pertumbuhan optimalnya 37 $^{\circ}\text{C}$ . Pada pembuatan yoghurt mula-mula *Streptococcus thermophilus* yang tumbuh kemudian pada saat suhu medium turun baru *Lactobacillus bulgaricus* yang pada dasarnya bakteri tersebut memiliki kemampuan membentuk citarasa mengambil alih peran *Streptococcus thermophilus* dan mulai pertumbuhan dengan cepat (Winarno *et al.*, 2003).

#### **2.4.2 Susu Bubuk Skim**

Salah satu contoh produk susu bubuk adalah susu bubuk skim. Susu bubuk skim adalah hasil separasi susu yang banyak mengandung padatan bukan lemak, terutama banyak mengandung protein dan dibuat dari susu skim yang dikeringkan dengan cara penyemprotan atau dengan pengeringan drum (Idris, 1992). Komposisi susu bubuk skim dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Susu Bubuk Skim

Komposisi	Jumlah (%)
Protein	35,90 g
Lemak	0,80 g
Laktosa	52,30 %
Air	3,95 %
Abu	8,00 %

Sumber: Rosanti (1994)

Susu skim adalah bagian susu yang banyak mengandung protein, sering disebut “serum susu”. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Krim dan susu skim dapat dipisahkan dengan alat yang disebut separator. Alat ini bekerja berdasarkan gaya sentrifuge. Pemisahan krim dan susu skim dapat terjadi karena kedua bahan tersebut mempunyai berat jenis yang berbeda. Krim mempunyai berat jenis yang rendah karena banyak mengandung lemak. Susu skim mempunyai berat jenis yang tinggi karena banyak mengandung protein, sehingga dalam sentrifugasi akan berada dibagian dalam (Saleh, 2004).

Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa penambahan susu skim sebesar 3-6% yang dilakukan sebelum susu diinokulasi dimaksudkan untuk meningkatkan nilai gizi produk fermentasi dan memberikan hasil dengan konsistensi serta kepadatan tekstur yang lebih baik. Penambahan susu bubuk skim juga bertujuan untuk memperbaiki tingkat penerimaan konsumen terhadap produk susu fermentasi.

Bahan baku susu untuk yoghurt dapat digunakan susu penuh, susu skim, susu rendah lemak atau dengan penambahan lemak. Bahan baku harus memenuhi persyaratan berikut : jumlah bakteri harus rendah, tidak mengandung antibiotik, tidak mengandung bahan-bahan sanitizer, bukan kolustrum, tidak terdapat penyimpangan bau dan tidak ada kontaminasi bakteri (Hidayat dkk., 2006).

Nilai gizi susu fermentasi pada umumnya lebih tinggi dibandingkan susu segar. Peningkatan tersebut disebabkan oleh penambahan bahan tertentu (susu bubuk skim) (Wahyudi, 2008). Menurut Lucey (2006) bahwa penggunaan susu bubuk skim pada *yoghurt* nabati sebesar 15% (b/v).

### 2.4.3 Sukrosa

Sumber gula yang dapat dipakai dalam pembuatan susu fermentasi adalah sukrosa, laktosa, fruktosa atau penambahan susu skim sebagai sumber laktosa sebanyak 4% (Koswara, 1995). Penambahan gula ini juga sangat diperlukan untuk meningkatkan rasa manis dan produk susu fermentasi menjadi lebih enak. Pemanis yang umum digunakan pada produk susu fermentasi adalah sukrosa, kadang-kadang digunakan sirup jagung atau madu (Rahman, 1992).

Sukrosa atau gula tebu merupakan disakarida yang paling manis yang terdiri dari glukosa dan fruktosa. Sumber-sumber sukrosa yang terdapat di alam antara lain : tebu (100% mengandung sukrosa), bit, gula nira (50%) dan jelly. Sukrosa merupakan gula pasir biasa. Sukrosa adalah disakarida yang apabila dihidrolisis berubah menjadi dua molekul monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa (De Man, 1997; Sastrohamidjojo, 2005).

Bakteri asam laktat memanfaatkan gula sebagai sumber energi, pertumbuhan dan menghasilkan metabolit berupa asam laktat selama proses fermentasi. Mikroba akan merombak senyawa karbon (sukrosa/gula) menjadi energi untuk pertumbuhan dan asam laktat sebagai metabolitnya. Mikroba membutuhkan gula untuk aktifitas metabolisme dan perkembangbiakan sel. Hal tersebut berkaitan dengan peningkatan jumlah sel bakteri, dimana semakin banyak sel bakteri yang ada, maka sukrosa akan semakin banyak digunakan untuk

metabolisme sel. Oberman and Libudzisz (1998) dalam Rahmawati (2006), menyatakan peningkatan jumlah bakteri menyebabkan peningkatan perombakan senyawa gula yang ada pada medium menjadi asam-asam organik.

## 2.5 Proses Pembuatan *Yoghurt*

Pembuatan *yoghurt* merupakan langkah kelanjutan dari sari kacang hijau. Tahapan pembuatan *yoghurt* nabati sari kacang hijau meliputi: pemanasan, pendinginan, penginokulasian, pemeraman dan penyimpanan (Haryoto, 1996).

### 1. Pemanasan

Pemanasan dilakukan pada suhu 80-90° C selama 15-30 menit (Buckle *et al.*, 1987). Menurut Adams and Moss (1997) pemanasan pada sari kacang hijau dilakukan untuk mengeliminasi patogen spesifik atau patogen yang berhubungan dengan produk selain itu juga mengeliminasi mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerusakan atau pembusukan. Selagi susu masih panas, dapat ditambahkan larutan gelatin panas (0,1-0,3%) atau alginat dan agar berfungsi sebagai stabilizer (Zubaidah, 1998). Buckle *et al.*, (1987) menambahkan bahwa pemanasan dapat menyebabkan denaturasi protein sehingga memberikan konsistensi yang lebih baik dan lebih seragam pada produk akhir. Menurut Haryoto (1996), pemanasan juga bertujuan untuk menguapkan sebagian kadar air susu. Produk *yoghurt* yang baik, maka susu harus mengandung lebih dari 10% bahan kering tanpa lemak.

### 2. Pendinginan

Pendinginan dimaksudkan untuk memberikan kondisi yang optimum bagi bakteri starter (Anonymous, 2000), pendinginan dilakukan sampai suhu optimum

bakteri starter dalam hal ini *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.

### 3. Inokulasi

Inokulasi starter pada susu harus merata dan dilakukan secara bersih agar tidak tercemar dengan bakteri lain (Haryoto, 1996).

### 4. Pemeraman

Pemeraman dilakukan pada suhu optimum bakteri starter yaitu 37° C selama 10-14 jam. Kriteria selesainya pemeraman mengacu pada keasaman yang sudah mencapai 1% sebagai asam laktat atau pH 3,8-4,5 (Adams and Moss, 1997). Selama pemeraman akan timbul senyawa-senyawa asam yang akan memberikan cita rasa spesifik pada produk.

### 5. Penyimpanan

Penyimpanan dilakukan pada suhu 5°C untuk menghentikan proses fermentasi, menghambat atau mencegah reaksi-reaksi kimia, proses enzimatik dan pertumbuhan mikroorganisme. Pada suhu tersebut derajat keasaman akan naik sehingga flavor juga berubah. Menurut Hui (1992), setelah inokulasi susu didinginkan dan ditahan pada suhu 4,4° C dan produk diinginkan mempunyai tingkat keasaman 0,9-1,2% sebagai persen asam laktat.