

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Susu Sapi

Susu sapi merupakan suatu emulsi lemak di dalam air yang mengandung gula, garam-garam, mineral dan protein dalam bentuk koloid (Buckle et al, 1987). Air dalam susu berfungsi sebagai pelarut dan membentuk emulsi, suspensi koloidal. *Flavour* pada susu sangat ditentukan oleh lemak susu. Lemak susu dalam bentuk butir-butir disebut globula, yang berada dalam fase dispersi. Masing-masing butir lemak dikelilingi oleh selaput protein yang sangat tipis atau serum susu yang terkumpul pada permukaan akibat adsorpsi (Muchtadi, 1992).

Susu memiliki warna putih kebiru-biruan sampai dengan kecoklatan. Selain itu, jenis sapi dan jenis makannya dapat mempengaruhi warna susu (Buckle, 1987). Warna putih pada susu akibat penyebaran butiran-butiran lemak, kalsium kaseinat, dan kalsium fosfat pada susu (Adnan, 1984). Warna kuning pada susu disebabkan terlarutnya vitamin A, kolesterol, dan pigmen karoten dalam globula lemak (Winarno, 2007). Air susu memiliki sedikit rasa manis yang disebabkan oleh laktosa. Selain rasa manis, rasa asin juga terkadang pada susu karena kandungan klorida, sitrat dan garam-garam mineral lainnya (Buckle et al., 1987). Rasa gurih pada susu disebabkan oleh komponen lemak dan protein dalam susu (Mudjajanto, 1995).

Komposisi susu sapi terdiri atas air, lemak, dan bahan kering tanpa lemak. Bahan kering tanpa lemak terdiri atas protein, laktosa, mineral, asam, enzim, dan vitamin. Faktor lain yang mempengaruhi komposisi susu adalah geografis, musim, dan status nutrisi lemak (Susilorini, 2006). Komposisi susu sapi, antara lain 3,6% lemak, 3,2% protein, 4,7%, laktosa, 0,8% bahan mineral (Winarno, 2007).

## **2.2 Susu Kambing**

Susu kambing dapat menghasilkan susu kolostrum dalam jangka waktu 0-3 hari yang mengandung sangat banyak zat gizi dibandingkan dengan susu sapi. Susu kambing rata-rata banyak dikonsumsi di Timur Tengah sejak 700 SM. Susu kambing memiliki protein terbaik setelah telur dan hampir setara dengan ASI. Produksi susu kambing lebih cepat diperoleh dibandingkan dengan sapi karena kambing telah dapat memproduksi pada usia 1,5 tahun (Anonim<sup>1</sup>, 2010). Susu kambing mengandung 12,1% bahan kering (3,8% lemak, 3,4% protein, 4,1%, laktosa, 0,8% bahan mineral) (Winarno, 2007).

Dibandingkan dengan susu sapi, susu kambing mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Warna susu lebih putih.
2. Globula lemak susu lebih kecil dan beremulsi dengan susu. Lemak harus dipisahkan dengan mesin pemisah (separator) karena lemak tersebut tidak dengan sendirinya muncul ke permukaan.
3. Lemak susu kambing lebih mudah dicerna.

4. Card proteinnya lebih lunak sehingga memungkinkan untuk dibuat keju yang spesial.
5. Susu kambing mengandung kalsium, fosfor, vitamin A, E, dan B kompleks yang tinggi (Saleh, 2004).

Menurut Munir (2009), ciri fisik susu kambing murni yang dalam keadaan baik adalah sebagai berikut :

1. Bila kondisi beku ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), susu harus terlihat berwarna kekuning-kuningan yang menandakan kandungan kalsiumnya tinggi.
2. Mudah cair dalam suhu ruang (kandungan air rendah).
3. Mudah diremas setelah dikeluarkan 30 menit dari *freezer*.
4. Aroma susu tercium dengan rasa sedikit manis dan gurih.
5. Krim susu dengan air menyatu dan tidak pecah atau menggumpal.
6. Bau khas kambing tidak tercium menyengat.

Penggunaan susu sapi sering menimbulkan terjadinya *intolerance* contohnya *lactose-intolerance* maupun *protein-intolerance*. *Lactose-intolerance* atau ketidakmampuan mencerna laktosa itu terjadi karena seseorang tidak dapat memproduksi enzim beta-galaktosidase oleh sel epitel usus halus akibat kelainan genetik. Sedangkan *protein-intolerance* disebabkan laktoglobulin yang merupakan protein penyebab utama yang dapat menjadi antigen yang kuat (Winarno, 2007). Oleh sebab itu, susu kambing dapat menjadi pilihan bagi penderita *intolerance* karena kandungan laktosanya yang lebih rendah dan lebih mudah dicerna dibandingkan susu sapi sehingga tidak menimbulkan diare bagi penderita *lactose-intolerance*. Susu kambing juga tidak mengandung beta-

laktoglobulin sehingga dapat dikonsumsi oleh penderita *protein-intolerance*.

Senyawa alergen itu merupakan pemicu reaksi alergi seperti asma, bendungan saluran pernapasan, infeksi radang telinga, eksim, kemerahan pada kulit, dan gangguan pencernaan makanan. Susu kambing juga mengandung flourine.

Kandungan flourine yang terdapat pada susu kambing berkisar antara 10 sampai 100 kali lebih besar dibandingkan susu sapi. Kandungan flourine bermanfaat sebagai antiseptik alami dan dapat membantu menekan pembiakan bakteri di dalam tubuh (Yudi, 2009).

### 2.3 Kandungan Susu

Secara alamiah yang dimaksud dengan susu adalah hasil pemerahan sapi atau hewan menyusui lainnya, yang dapat dimakan atau dapat digunakan sebagai bahan makanan, yang aman dan sehat serta tidak dikurangi komponennya atau ditambah bahan lain. Komponen-komponen susu yang terpenting adalah protein dan lemak. Terdapat perbedaan komposisi susu dari susu sapi dan susu kambing yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi susu sapi dan susu kambing (%)

Jenis	Bahan Kering	Protein	Lemak	Laktosa	Mineral
Sapi	12,83	3,50	3,80	4,90	0,73
Kambing	13,00	3,70	4,00	4,45	0,85

Sumber : Saleh (2004).

Salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan komposisi susu pada susu sapi adalah jenis sapi. Jenis sapi perah yang unggul dan paling banyak dipelihara adalah sapi Shorhorn, Friesian Holstein, Jersey, Guernsey, Red Danish, dan

Droughtmaster (Winarno, 2007). Perbedaan komposisi susu yang dihasilkan terutama pada kadar lemaknya, misalnya kandungan lemak sapi jenis Guernsey adalah 4,70% sedangkan sapi jenis Jersey kadar lemaknya 5,05%. Akan tetapi, komposisi rata-rata susu sapi adalah kadar air 87,10%, lemak 3,90%, protein 3,40%, laktosa 4,80%, dan abu 0,72%. Komposisi rata-rata susu sapi ini tidak jauh berbeda dengan komposisi rata-rata susu kambing. Susu kambing mengandung kadar air 87,81%, lemak 4,09%, protein 3,71%, laktosa 4,20%, dan abu 0,79% (Astuti, 1995).

Menurut Dwiari (2008), lemak susu merupakan komponen yang penting dalam susu. Lemak susu mengandung beberapa macam asam lemak. Sebagian besar asam-asam lemak tersebut yaitu sekitar 82,7% terdiri dari asam-asam lemak tidak menguap (*non-volatile*) dan asam-asam lemak mudah menguap (*volatile*) sebanyak kira-kira 17%. Asam-asam lemak ini termasuk asam lemak dengan ikatan tunggal.

Lima puluh macam asam lemak yang berbeda juga telah ditemukan dalam lemak susu. Asam lemak tersebut 60-75% bersifat jenuh, 25-30% tak jenuh, dan sekitar 4% merupakan asam lemak polyunsaturated. Asam lemak jenuh yang terdapat paling banyak adalah miristat (C14), palmitat (C16), dan stearat (C18). Asam lemak tidak jenuh yang utama adalah oleat (C18:1), linoleat (C18:2), dan linolenat (C18-polyunsaturated) (Astuti, 1995). Asam lemak susu yang cukup penting untuk tubuh, antara lain asam butirat, asam linoleat terkonjugasi (ALT), dan fosfolipid. Asam butirat berfungsi meningkatkan daya cerna tubuh. Asam butirat juga mampu mencegah bibit kanker usus besar karena membantu pertumbuhan

bakteri baik pada tubuh. Sedangkan ALT dan fosfolipid mampu menurunkan resiko kanker, hipertensi, diabetes, dan mampu merangsang otak. Dua asam lemak tersebut juga mampu mengontrol lemak dan perkembangan berat badan karena jumlah lemak yang masuk ke dalam tubuh akan tersaring oleh ALT (Winarno, 2007).

Protein yang ada dalam susu sebagian besar adalah kasein (76%) dan protein *whey* (18%) (Susilorini, 2006). Kasein terdiri dari campuran tiga komponen protein, yaitu protein alpha (40-60%), kasein beta (20-30%), dan kasein gamma (3-7%). Sesudah kasein dipisahkan dari air susu, sisanya yang merupakan larutan dinamakan *whey*. Kira-kira 0,5-0,7% dari bahan protein yang dapat larut dan tertinggal dalam *whey* yaitu protein laktoglobulin dan laktalbumin (Astuti, 1995).

Laktosa adalah karbohidrat atau gula susu yang hanya ditemukan di dalam susu dan hanya dibentuk oleh mamalia. Kandungan laktosa dalam susu bervariasi tergantung spesiesnya. Kandungan laktosa pada susu sapi sekitar 5%. Laktosa mudah larut dengan tingkat kemanisan 1/6-1/2 kali glukosa, dimana jika susu dipanaskan maka laktosa akan membentuk laktulosa yang mudah larut dan mempunyai rasa agak manis (Susilorini, 2006).

#### **2.4 Permen Karamel**

Permen karamel susu adalah suatu produk berwarna coklat yang bahan asalnya adalah susu (Wahyuningsih, 2004) dengan bahan tambahan makanan yang diizinkan atau tanpa penambahan bahan tambahan makanan lain dan berbentuk semi padat (Dewi, 2009). Bahan tambahan makanan yang umum digunakan

adalah pati termodifikasi dan gelatin. Fungsi dari bahan tambahan ini adalah untuk pembentukan tekstur sehingga teksturnya menjadi elastis atau sebagai bahan pengental atau sebagai bahan pengisi permen karamel susu (Faridah, 2008). Pemasakan permen karamel susu tidak memerlukan suhu pemasakan sampai 170°C, karena pada suhu yang lebih rendah warna coklat pada permen karamel susu telah terbentuk. Warna coklat produk ini disebabkan oleh terbentuknya karamel, serta reaksi antara susu dan gula selama pemanasan. Permen karamel susu adalah sejenis permen yang mempunyai sifat-sifat khas, terutama tekstur, rasa dan aromanya, disebabkan kandungan susu dan lemaknya yang tinggi. Rasa dan aroma yang khas tadi timbul, karena terjadinya reaksi antara protein susu dan gula pada proses pemanasan yang umum dikenal sebagai reaksi *Maillard* atau karamelisasi. Disamping itu, aroma yang khas dan enak dari karamel susu tersebut juga timbul sebagai hasil dekomposisi lemak pada saat pemanasan dalam lingkungan gula (Wahyuningsih, 2004). Susu yang digunakan untuk pembuatan permen susu tidak memerlukan persyaratan mutu tinggi. Pembuatan permen karamel merupakan suatu alternatif pengolahan untuk memanfaatkan susu yang berkualitas rendah (Buckle et al., 1987). Adapun syarat mutu dari permen karamel itu sendiri, sebagai berikut :

Tabel 2. Syarat kembang gula lunak (SNI 3547.2-2008)

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
Keadaan :		
Rasa		Normal
Bau		Normal
Air	% b/b	Maks. 7,5
Abu	% b/b	Maks. 2,0
Gula reduksi (dihitung sebagai gula inversi)	% b/b	Maks. 20
Sakarosa	% b/b	Min. 35,0
Cemaran logam :		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1
Cemaran mikroba :		
Angka lempeng total	Koloni/gr	Maks. $5 \times 10^2$
Bakteri <i>coliform</i>	APM/gr	Maks. 20
<i>E. coli</i>	APM/gr	<3
Salmonella		negatif/25 gr
<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/gr	maks. $1 \times 10^2$
Kapang dan khamir	Koloni/gr	maks. $1 \times 10^2$

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2008)

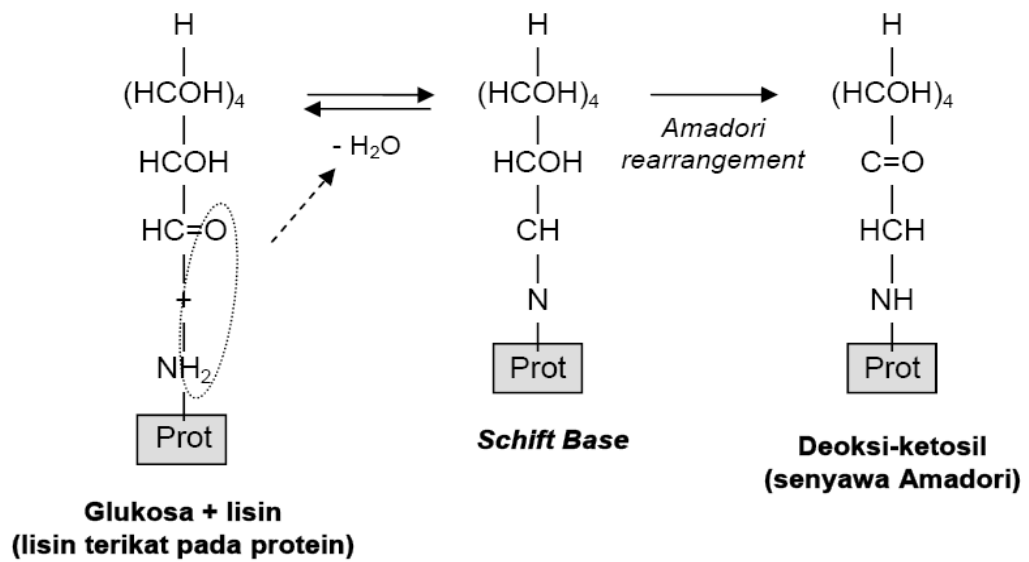
## 2.5 Reaksi Pencoklatan

Reaksi pencoklatan pada bahan pangan dapat terjadi baik secara oksidatif maupun non oksidatif. Reaksi pencoklatan secara oksidatif atau secara enzimatis adalah reaksi antara oksigen ( $O_2$ ) dan suatu substansi fenolik yang dikatalisasi oleh polifenol oksidase, contohnya reaksi pencoklatan pada pemotongan buah apel. Reaksi pencoklatan non oksidatif umumnya terjadi pada bahan pangan olahan yaitu gabungan reaksi karamelisasi dan atau reaksi antara protein dengan karbohidrat yang disebut reaksi *Maillard* (Murhadi, 2005).

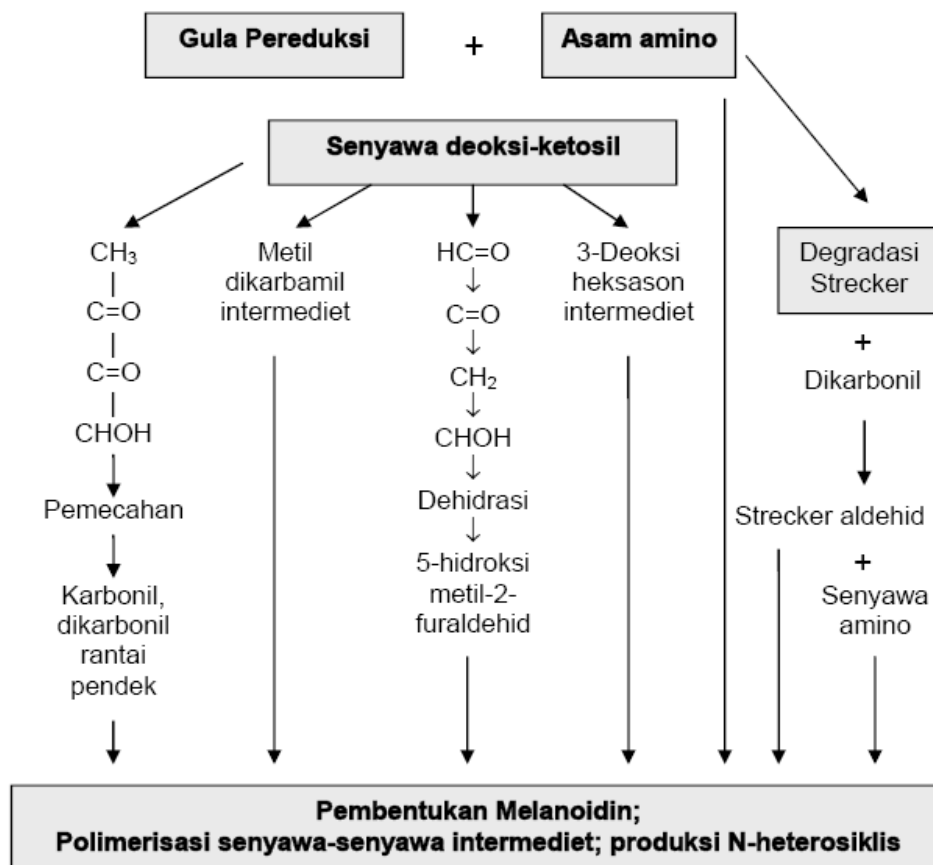


Karamelisasi adalah reaksi pada karbohidrat akibat pemanasan pada suhu tinggi yang menghasilkan senyawa kompleks yang difasilitasi oleh sejumlah kecil asam yang dapat menyebabkan perubahan flavor dan warna. Sukrosa adalah bahan yang paling umum digunakan untuk pembuatan produk karamel (Murhadi, 2005). Titik lebur sukrosa adalah 160°C. Apabila sukrosa dipanaskan melebihi titik leburnya misalnya 170°C, akan terjadi reaksi karamelisasi yang membentuk melanoidin yang menyebabkan bahan menjadi berwarna coklat (Winarno, 1995). Selain pembentukan warna, senyawa volatile yang terkandung dalam bahan juga akan terlepas sehingga menyebabkan aroma khas karamel (Diani, 2011).

Reaksi pencoklatan non oksidatif lainnya adalah reaksi *Maillard*. Syarat terjadinya reaksi *Maillard* adalah terdapat substansi amino (protein), gula reduksi, dan air. Reaksi *Maillard* terjadi antara gugus aldehid dari gula pereduksi dengan gugus amina dari asam amino. Warna yang dihasilkan dari kekuningan sampai dengan kecoklatan. Pada umumnya reaksi *Maillard* terjadi dalam dua tahapan, yaitu tahap reaksi awal dan reaksi lanjutan. Pada tahap awal terjadi kondensasi antara gugus karbonil dari gula pereduksi dengan gugus amino bebas dari asam amino dalam rangkaian protein. Produk hasil kondensasi selanjutnya akan berubah menjadi basa *Schiff* karena kehilangan molekul air ( $H_2O$ ) dan akhirnya tersiklisisasi oleh *Amadori rearrangement* membentuk senyawa 1-amino-1-deoksi-2-ketosa (Gambar 1). Pada tahap ini secara visual bahan pangan masih berwarna seperti aslinya, belum berubah menjadi berwarna coklat.

Gambar 1. Reaksi *Maillard* awal

Reaksi Maillard lanjutan terjadi melalui tiga jalur (*pathways*). Dua diantaranya dimulai dari produk Amadori (senyawa deoksi-ketosil) dan yang ketiga berasal dari degradasi *Strecker*. Reaksi tersebut berakhir dengan pembentukan pigmen berwarna coklat yang disebut melanoidin (Gambar 2).



Gambar 2. Reaksi *Maillard* lanjutan (Harris, 1988)

## 2.6 Glukosa

Glukosa, suatu gula monosakarida, adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi hewan dan tumbuhan. Glukosa merupakan salah satu hasil utama fotosintesis dan awal bagi respirasi. Bentuk alami (D-glukosa) disebut juga dekstrosa, terutama pada industri pangan. Glukosa merupakan sumber tenaga yang terdapat di mana-mana dalam biologi (Anonim<sup>2</sup>, 2010).

Penambahan sirup glukosa dapat mempengaruhi tekstur dan kemanisan dari permen karamel. Dengan penambahan glukosa, tekstur permen karamel akan

menjadi lunak. Akan tetapi, jika penambahannya terlalu banyak akan menyebabkan permen lembek dan viskositasnya tinggi (Jackson, 1995). Menurut Wahyuningsih (2004), glukosa digunakan dalam pembuatan permen karamel susu untuk menghasilkan produk dengan tekstur yang lebih lembut. Hal ini disebabkan karena glukosa memiliki sifat yang sulit untuk mengkristal.

Glukosa termasuk gula pereduksi karena masih memiliki OH bebas pada atom C paling kanannya. Pada pembuatan permen karamel susu, glukosa yang merupakan gula pereduksi bereaksi dengan protein pada susu menyebabkan reaksi *Maillard*. Reaksi ini dapat menghasilkan pigmen coklat (melanoidin) yang dapat menyebabkan pencoklatan pada permen karamel susu (Winarno, 1995). Reaksi ini juga menghasilkan aroma yang khas salah satunya adalah aroma khas karamel (siklik enolon) (Rizzi, 1992).

## **2.7 Sukrosa**

Sifat-sifat sukrosa, antara lain :

1. Tingkat kemanisan relatif sukrosa (100) lebih tinggi dibandingkan dengan glukosa (69) (Buckle, 1987).
2. Sukrosa berwarna putih, membentuk kristal yang larut dalam air.
3. Hidrolisis sukrosa juga dikenal sebagai inversi sukrosa dan hasilnya berupa campuran glukosa dan fruktosa disebut gula invert. Inversi dapat dilakukan baik dengan memanaskan sukrosa bersama asam atau dengan menambahkan enzim invertase.
4. Jika dipanaskan sukrosa akan mengalami karamelisasi
5. Sukrosa tidak berperan sebagai agensia pereduksi (Gaman, 1994).

Penambahan sukrosa pada pembuatan permen karamel susu berfungsi sebagai pemanis. Penambahan sukrosa juga mempengaruhi tekstur permen karamel susu. Penambahan gula yang terlalu sedikit menyebabkan permen karamel menjadi lembek. Akan tetapi, jika penambahan gula terlalu banyak akan menyebabkan kristalisasi dan tekstur keras pada permen. Pada saat sukrosa dipanaskan pada suhu 109,6°C dan kemudian didinginkan hingga suhu 20°C, 66,7% sukrosa akan terlarut dan 13,3% terdispersi. Bagian sukrosa yang terdispersi ini akan menyebabkan kristalisasi pada produk akhir. Oleh karena itu perlu digunakan bahan lain untuk meningkatkan kelarutan dan menghambat kristalisasi misalnya sirup glukosa (Margono, 2000). Pemanasan sukrosa juga dapat menghasilkan pencoklatan pada permen karamel karena terbentuknya melanoidin (pigmen coklat) dari reaksi karamelisasi (Winarno, 1995).

Perbandingan jumlah sukrosa dan glukosa yang digunakan dalam pembuatan permen karamel sangat menentukan tekstur yang terbentuk. Perlu perbandingan yang tepat untuk menghasilkan permen karamel yang memiliki tekstur yang baik. Jika gula yang digunakan terlalu banyak tetapi glukosa yang digunakan terlalu sedikit, permen karamel akan menjadi kurang elastis dan mudah putus sehingga menyulitkan pada saat proses pemotongan. Akan tetapi, jika glukosa yang digunakan terlalu banyak akan menyebabkan tekstur permen karamel menjadi sangat lunak. Penggunaan gula yang ditambahkan pada pembuatan permen karamel susu adalah sebesar 50% – 70% (Faridah, 2008). Perbandingan penggunaan sukrosa dan glukosa yang digunakan harus tepat. Perbandingan sukrosa dan glukosa yang dapat digunakan adalah 1,1 : 1 (Jackson, 1995). Untuk proses pembuatan permen karamel susu secara tradisional seperti yang banyak

dilakukan di daerah Pengalengan, digunakan glukosa sebanyak 1/5 bagian dari jumlah sukrosa yang digunakan. Sebagian pengusaha permen karamel susu mengatakan bahwa perbandingan glukosa dan sukrosa pada pembuatan permen karamel berkisar antara 2:3 sampai dengan 1:1 (Wahyuningsih, 2004).

Perbandingan sukrosa dan glukosa berkisar 70 : 30 sampai 45 : 55. Khusus daerah tropis yang memiliki suhu dan kelembaban tinggi, perbandingan 60 : 40 dianggap tidak baik (Nurzane, 2010). Hal ini disebabkan penyimpanan pada suhu dan kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan kelengketan dan pengkristalan karena permen memiliki sifat menyerap air (Faridah, 2008).

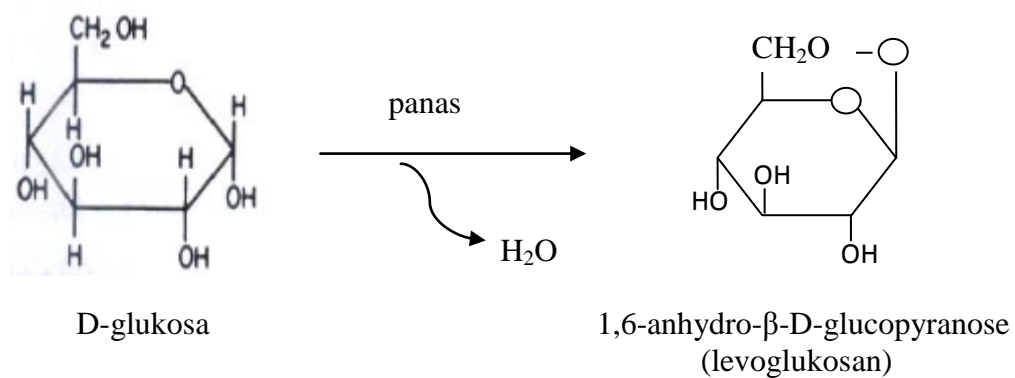
## **2.8 Waktu Pemanasan**

Pada pengolahan permen karamel, bahan-bahan seperti susu dan sukrosa dipanaskan dengan suhu tinggi, yaitu 118-121°C, selama 30-45 menit. Proses pemanasan dapat dianggap selesai apabila adonan terlihat lepas atau lengket pada penggorengan, atau dapat dilakukan pengujian kematangan adonan yaitu dengan cara mengambil sedikit adonan yang sedang dimasak dengan sendok (*spoon test*). Setelah itu, adonan dimasukkan ke dalam gelas berisi air dingin. Apabila adonan dapat mengeras, maka proses pemanasan telah selesai (Setyawati, 2001).

Tujuan dari pemanasan adalah untuk mengurangi kandungan air yang terdapat pada bahan serta untuk meningkatkan kelarutan dari sukrosa. Pemanasan yang terlalu cepat akan mengakibatkan kadar air bahan tinggi, sehingga tekstur sangat lembek. Pemanasan yang terlalu cepat juga menyebabkan kelarutan sukrosa menjadi rendah yang menyebabkan terjadinya kristalisasi sukrosa selama pendinginan. Akan tetapi, pemanasan yang terlalu lama dapat mengakibatkan

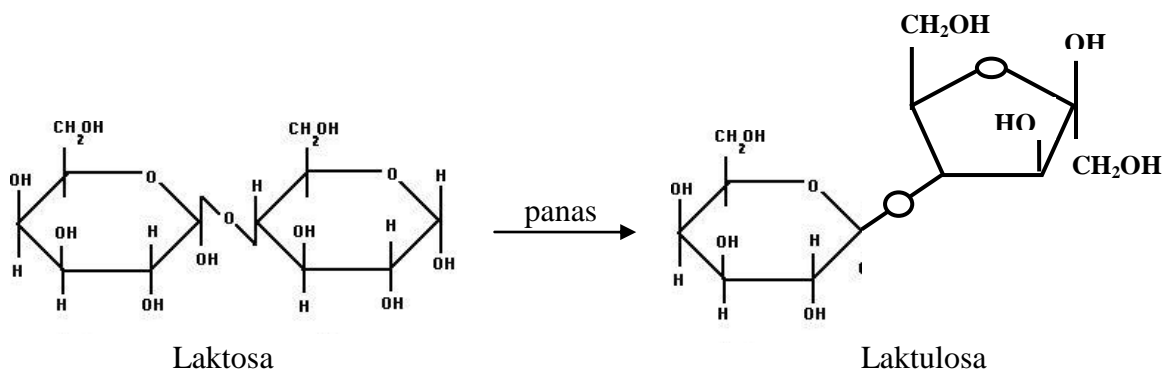
kadar air bahan rendah sehingga menyebabkan tekstur keras pada permen (Harahap, 2010).

Pemanasan yang terlalu lama juga dapat menyebabkan rasa pahit pada permen karamel susu. Hal ini disebabkan, pembentukan senyawa baru akibat perubahan monosiklik (piran pada D-glukosa) menjadi bisiklik yaitu jembatan O antara C1 dan C6 pada struktur D-glukosa yang disebut molekul levoglukosan (Gambar 3).



Gambar 3. Reaksi perubahan D-glukosa menjadi levoglukosan (Fennema, 1985)

Pemanasan pada susu dapat menyebabkan laktosa akan membentuk laktulosa yang mudah larut dan memiliki rasa agak manis. Perubahan laktosa tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perubahan laktosa menjadi laktulosa (Fennema, 1985)