

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L. Merr) adalah tanaman semusim yang diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah besar. Kedelai merupakan sumber protein, dan lemak, serta sebagai sumber vitamin A, E, K, dan beberapa jenis vitamin B dan mineral K, Fe, Zn, dan P. Kadar protein kacang-kacangan berkisar antara 20-25%, sedangkan pada kedelai mencapai 40%. Kadar protein dalam produk kedelai bervariasi misalnya, tepung kedelai 50%, konsentrat protein kedelai 70% dan isolat protein kedelai 90% (Winarsi, 2010).

Kandungan protein kedelai cukup tinggi sehingga kedelai termasuk ke dalam lima bahan makanan yang mengandung berprotein tinggi. Kacang kedelai mengandung air 9%, protein 40%, lemak 18%, serat 3.5%, gula 7% dan sekitar 18% zat lainnya. Selain itu, kandungan vitamin E kedelai sebelum pengolahan cukup tinggi. Vitamin E merupakan vitamin larut lemak atau minyak (Anonim, 2012). Kebutuhan protein kedelai sebesar 55 g per hari dapat dipenuhi dengan makanan yang berasal dari 157.14 g kedelai. Kandungan gizi biji kedelai disajikan pada Tabel 1.

Kedelai mengandung delapan asam amino penting yang rata-rata tinggi, kecuali metionin dan fenilalanin (Suprpto, 1993). Protein kedelai memiliki kandungan asam

amino sulfur yang rendah. Metionin, sistein dan threonin merupakan asam amino sulfur dalam protein kedelai dengan jumlah terbatas (Winarsi, 2010).

Tabel 1. Kandungan gizi 100 g biji kedelai

Kandungan Gizi	Jumlah
Karbohidrat kompleks (g)	21.00
Karbohidrat sederhana (g)	9.00
Stakiosa (g)	3.30
Rafinosa (g)	1.60
Protein (g)	36.00
Lemak total (g)	19.00
Lemak Jenuh (g)	2.88
Monounsaturated	4.40
Polyunsaturated	11.20
Kalsium (mg)	276.00
Fosfor (mg)	704.00
Kalium (mg)	1797.00
Magnesium (mg)	280.00
Seng (mg)	4.80
Zat besi (mg)	16.00
Serat tidak larut (g)	10.00
Serat larut (g)	7.00

Sumber: Aparicio *et al* (2008) dalam Winarsi (2010)

Kedelai mengandung sekitar 18-20% lemak. Kandungan asam amino protein kacang kedelai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan asam amino kedelai kering per 100 g

Asam Amino	Jumlah
Isoleusin (g)	5.16
Leusin (g)	8.17
Lisin (g)	6.84
Fenilalanin (g)	5.63
Metionin (g)	1.07
Treonin (g)	4.19
Triptopan (g)	1.27
Valin (g)	4.16
Arginin (g)	7.72
Histidin (g)	3.44
Alanin (g)	4.02
Glisin (g)	3.67
Prolin (g)	5.29
Serin (g)	5.41
Asam Aspartat (g)	6.89

Asam Glutamat (g)	19.02
Tirosin (g)	4.16

Sumber :Liu (1999) dalam Winarsi (2010)

Kandungan asam lemak jenuh kedelai utama terdiri dari asam linoleat dan

linolenat.Kedelai mengandung karbohidrat sekitar 35% hanya 12-14% saja yang dapat

digunakan oleh tubuh secara biologis.Karbohidrat pada kedelai terdiri dari golongan

oligosakarida yang terdiri dari sukrosa, stakiosa dan rafinosa yang larut dalam

air.Kedelai juga mengandung karbohidrat tidak larut air dan tidak dapat dicerna oleh

tubuh. Jenis karbohidrat kedelai larut alkohol antara lain : selulosa, pentose,

galaktosa, rafinosa dan hemiselulosa (Koswara, 1992). Bagian yang dapat dicerna

pada karbohidrat kedelai lebih sedikit dibandingkan bagian yang sulit dicerna

(Suliantari dan Rahayu, 1990).Komposisi karbohidrat kedelai disajikan padaTabel 3.

Tabel 3.Komposisi karbohidrat kedelai

Komponen	Jumlah (% biji utuh)
Sellulosa	4
Hemisellulosa	15
Stakiosa	3.8
Raffinosa	1.1
Sukrosa	5
Gula-gula lain	Sedikit

Sumber : Koswara (1992)

Selain mengandung protein yang tinggi kedelai mempunyai potensi yang baik sebagai

sumber mineral. Beberapa mineral yang terdapat pada kedelai antara lain adalah Fe,

Na, K, Ca, P, Mg, S, Cu, Zn, Co, Mn dan Cl. Mineral yang terpenting diantara

mineral- mineral tersebut adalah Fe karena selain jumlahnya cukup tinggi, yaitu

sekitar 0.9 - 1.5%. Fe juga terdapat dalam bentuk yang langsung dapat digunakan

untuk pembentukan hemoglobin darah (Suliantari dan Rahayu, 1990). Secara umum

kedelai merupakan sumber vitamin B, karena kandungan vitamin B1, B2, nisin,

piridoksin dan golongan vitamin B lainnya banyak terdapat di dalamnya. Vitamin lain

yang terkandung dalam jumlah yang cukup banyak ialah vitamin E dan K. Vitamin A dan D terkandung dalam jumlah yang sedikit. Dalam kedelai muda terdapat vitamin C dengan kadar yang sangat rendah (Koswara, 1992).

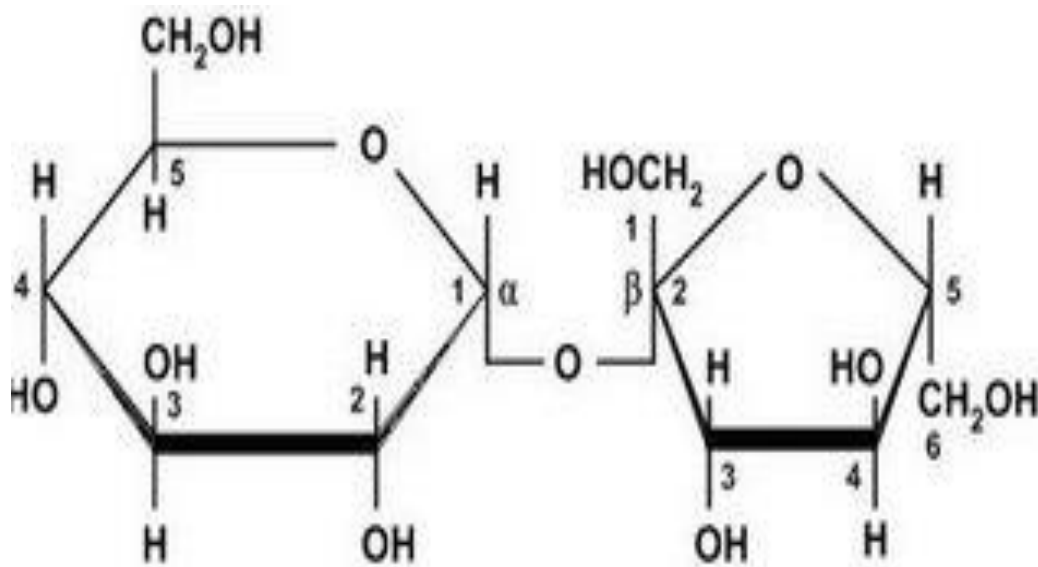
Di samping mengandung senyawa yang berguna, ternyata pada kedelai juga terdapat senyawa anti gizi dan senyawa penyebab *off flavor* (penyimpangan cita rasa dan aroma pada produk olahan kedelai). Senyawa anti gizi yang sangat mempengaruhi mutu olahan kedelai ialah antitripsin, hemaglutinin, asam fitat dan oligosakarida penyebab flatulensi (timbulnya gas dalam perut sehingga perut kembung), sedangkan senyawa *off flavor* pada kedelai ialah glukosida dan saponin. Dalam pengolahan, senyawa-senyawa tersebut harus dihilangkan atau diinaktifkan, sehingga akan dihasilkan produk olahan kedelai dengan mutu terbaik dan aman untuk dikonsumsi manusia (Koswara, 1992).

2.2 Sukrosa

Sukrosa merupakan senyawa kimia yang termasuk dalam golongan karbohidrat, memiliki rasa manis, berwarna putih, bersifat *anhydrous* dan kelarutannya dalam air mencapai 67.7% pada suhu 20°C (w/w). Komponen terbesar yang digunakan dalam industri konfeksioni adalah gula pasir (sukrosa). Sukrosa adalah disakarida yang apabila dihidrolisis berubah menjadi dua molekul monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa (Jaconline, 2006). Sukrosa tersusun dari L-Fruktosa dan D-Glukosa. Sukrosa memiliki rotasi *Dextro* karena rotasi molar pada fruktosa lebih besar dibandingkan dengan D-Glukosa. Struktur kimia sukrosa disajikan pada Gambar 1.

Secara komersial gula yang diperdagangkan dibuat dari bahan baku tebu atau bit. Sukrosa merupakan bahan utama yang paling banyak digunakan untuk pembuatan permen (Faridah dkk., 2008). Gula berfungsi sebagai humektan, membantu

pembentukan tekstur, memberi flavor melalui reaksi pencoklatan dan memberi rasa manis. Penambahan gula dalam produk tidak hanya untuk menghasilkan rasa manis tetapi juga, gula mempunyai sifat menyempurnakan rasa asam dan cita rasa lainnya dan juga memberikan kekentalan. Daya larut yang tinggi dari gula kemampuan mengurangi kelembaban relatif dan daya mengikat air adalah sifat-sifat yang menyebabkan gula dipakai dalam pengawetan pangan. Apabila gula ditambahkan pada bahan pangan dalam konsentrasi tinggi (paling sedikit 40% padatan terlarut) sebagian dari air yang ada menjadi tidak tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air (a_w) dari bahan pangan berkurang (Buckle dkk., 1987).



Gambar 1. Struktur kimia sukrosa
Sumber : Lehninger (2000)

Sifat- sifat gula yang penting diketahui dalam pembuatan permen adalah inversi, titik didih gula dan tingkat kelarutan gula. Gula berfungsi sebagai pemanis, pembentuk tekstur, pengawet, pembentuk citarasa, sebagai substrat bagi mikroba dalam proses fermentasi, bahan pengisi dan pelarut (Wahyudi, 2003). Dalam pembuatan *hard candy* dapat digunakan sukrosa dalam bentuk granular dan cair. Kadar abu sukrosa umumnya berkisar 0.013%. Penggunaan sukrosa umumnya sebanyak 50 – 70% dari berat total. Gula dengan kemurnian yang tinggi dan kadar abu yang rendah baik untuk

hard candy (permen jernih). Kadar abu yang tinggi akan mengakibatkan peningkatan inversi, pewarnaan dan penembusan selama pemasakan sehingga gelembung udara dalam massa sukrosa yang terperangkap semakin banyak (Faridah dkk., 2008).

Inversi adalah perubahan rotasi spesifik sukrosa dari kanan ke kiri pada campuran monosakarida akibat hidrolisis. Reaksi inversi merupakan reaksi hidrolisis bolak-balik yang menghasilkan satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Campuran glukosa dan fruktosa dalam jumlah sama disebut gula invert. Pada tebu inversi sukrosa maksimal pada pH 7.2 dan suhu 60°C. Reaksi inversi dipercepat dengan adanya panas (Rahman dkk., 2004 dalam Azmi dkk., 2008). Inversi molekul sukrosa murni diproses paling cepat sampai mendekati 5000 kali pada 90°C dibanding pada 20°C. Pada prakteknya reaksi ini terjadi pada pH dibawah 7 dan proses dipercepat dengan penurunan pH. Proses inversi dapat terjadi secara sempurna selama 48 - 72 jam pada suhu 50 °C dengan pH 4.5 (Chaplin, 2004 dalam Filianty, 2007). Syarat mutu gula pasir disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat mutu gula pasir SNI 01-3140-2001

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan :		
	1.1. Bau		
	1.2. Rasa		
2.	Warna (nilai remisi yang direduksi), %, b/b		Min. 53
3.	Besar jenis butir	mm	0.8-1.2
4.	Air, %, b/b		Maks. 0.1
5.	Sakarosa, %, b/b		Min. 99.6
6.	Gula pereduksi, %, b/b		Maks. 0,1
7.	Abu, %, b/b		Maks. 0.1
8.	Bahan asing tidak larut	Derajat	Maks. 5
9.	Bahan tambahan makanan : Belerang dioksida (SO ₂)	mg/kg	Maks. 30
10.	Cemaran logam :		
	10.1. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2.0
	10.2. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2.0
11.	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1.0

Sumber : Standar Nasional Indonesia (2001)

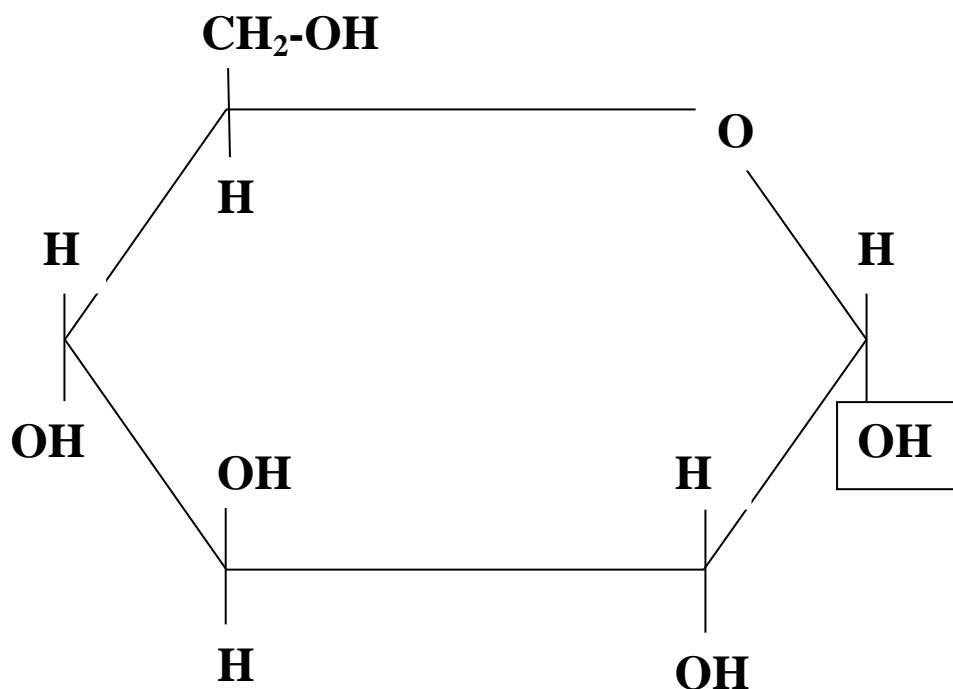
Semakin tinggi suhu pemanasan sukrosa dalam air, maka semakin tinggi pula persentase gula invert yang dapat dibentuk. Pada suhu 20°C, dapat dibentuk 72 % gula invert dan pada suhu 30 °C terbentuk hampir 80% gula invert. Apabila larutan sukrosa 80% dimasak pada suhu 109.6°C dan kemudian didinginkan hingga 20°C, maka 66.7% sukrosa akan terlarut dan 13.3% terdispersi. Bagian sukrosa yang terdispersi ini akan menyebabkan kristalisasi pada produk akhir. Bahan lain digunakan untuk meningkatkan kelarutan dan menghambat kristalisasi, seperti sirup glukosa dan gula invert. Gula invert yang berlebihan mengakibatkan produk menjadi lengket dan tidak dapat mengeras. Penambahan gula invert yang banyak akan mengakibatkan terjadinya *ektra heating* sehingga merusak flavor dan warna (Faridah dkk., 2008).

2.3 Sirup Glukosa

Glukosa adalah monosakarida yang paling banyak terdapat di dalam buah-buahan, tumbuh-tumbuhan, madu, darah dan cairan binatang. Glukosa juga dapat dihasilkan melalui hidrolisis polisakarida atau disakarida menggunakan asam atau enzim. Glukosa merupakan bahan baku utama untuk industri kimia, farmasi dan agroindustri lain. Hidrogenasi glukosa menghasilkan sorbitol yang banyak digunakan dalam industri pangan, minuman dan formulasi bahan kosmetika. Glukosa juga bias dijual atau dikomersialkan dalam bentuk cair, yaitu sebagai sirup glukosa. Sirup glukosa banyak digunakan sebagai pemanis pada industri pangan (Winarno, 1995). Struktur glukosa disajikan pada Gambar 2.

Menurut SNI 01-2978-1992, sirup glukosa adalah cairan jernih dan kental dengan komponen utamanya glukosa, yang diperoleh dari hidrolisis pati dengan cara kimia atau enzimatik. Sirup glukosa merupakan substansi kompleks yang terdiri dari dekstrin, maltosa, dekstrosa dan berbagai oligosakarida yang mempunyai sifat viskous dan tidak berwarna. Sirup glukosa atau gula cair mengandung D-glukosa, maltose dan

polimer D-glukosa dibuat melalui proses hidrolisis pati. Bahan baku yang dapat digunakan adalah bahan berpati seperti tapioka, pati umbi-umbian, sagu dan jagung (Richana dkk., 1999 dalam Oesman dkk., 2009). Menurut Sutuhu (1994) dalam Marta dkk. (2007), sirup glukosa adalah sejenis minuman ringan berupa larutan kental dengan citarasa beranekaragam, biasanya mempunyai kandungan gula minimal 65 %.Syarat mutu sirup glukosa disajikan pada Tabel 5.



Gambar 2. Struktur kimia glukosa
Sumber : Lehninger (2000)

Hidrolisis pati dapat dilakukan dengan menggunakan katalis enzim, asam atau gabungan keduanya pada waktu, suhu dan pH tertentu. Menurut Wilbraham dan Matta (1992) dalam Fridayani (2006), hidrolisis berarti pembelahan suatu molekul dalam air. Jika molekul terbelah, hidrogen dari air melekat pada salah satu produk, sedangkan $-OH$ pada produk lainnya. Hidrolisis gula dilakukan dengan cara memanaskan larutan karbohidrat dengan air dan sedikit katalis asam. Pada hidrolisis pati dengan asam, molekul pati akan dipecah secara acak oleh asam dan gula yang dihasilkan sebagian besar merupakan gula pereduksi. Proses hidrolisis menggunakan

katalis asam juga memerlukan suhu yang sangat tinggi yaitu 120-160°C. Menurut Judoamidjojo (1992) dalam Triyono (2011), hidrolisis pati secara asam hanya akan mendapatkan sirup glukosa dengan *dekstrosa equivalen* (DE) sebesar 55. Kelemahan dari hidrolisis pati secara asam antara lain yaitu diperlukan peralatan yang tahan korosi, menghasilkan sakarida dengan spektra-spektra tertentu saja karena katalis asam menghidrolisa secara acak. Jika nilai ekuivalen dekstrosa ditingkatkan, selain terjadi degradasi karbohidrat, juga terjadi rekombinasi produk degradasi yang dapat berpengaruh terhadap warna, rasa pada sirup glukosa yang dihasilkan.

Tabel 5. Syarat mutu sirup glukosa SNI 01-3544-1994

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan :		
1.1	Aroma	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Jumlah gula (dihitung sebagai sakarosa)	% (b/b)	Min 65
3	Bahan Tambahan Makanan :		
3.1	Pemanis buatan	-	Tidak boleh ada
3.2	Cemaran logam :		
3.3	Timah (Pb)	mg/kg	Maks 10
4	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 10
4.1	Seng (Zn)	mg/kg	Maks 25
4.2	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks 0.5
4.3	Cemaran mikroba		
5	Angka lempeng total	Koloni/ml	Maks 5×10^2
6	Coliform	APM/ml	Maks 20
6.1	E. coli	APM/ml	<3
6.2	Salmonella	Koloni/ml	Negatif
6.3	S. aureus	Koloni/ml	0
6.4	Vibrio cholera	Koloni/ml	Negatif
6.5	Kapang	Koloni/ml	Maks 50
6.6	Khamir	Koloni/ml	Maks 50

Sumber : Standarisasi Nasional Indonesia(1994)

Pembuatan sirup glukosa secara enzimatik dapat menghasilkan rendemen dan mutu sirup glukosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan cara hidrolisis asam. Rendemen glukosa secara enzimatik dipengaruhi oleh tinggi dan panjang rantai amilosa. Semakin panjang rantai amilosa maka semakin tinggi rendemen (Richana dkk., 1999 dalam

Oesman dkk., 2009). Pada hidrolisis pati secara enzimatis, enzim memutus rantai pati secara spesifik pada percabangan tertentu. Hidrolisis pati secara enzimatis dapat menghasilkan sirup glukosa dengan *dekstrosa equivalen* (DE) lebih dari 95%. Penggunaan enzim dapat mencegah terjadinya reaksi samping karena sifat enzim sangat spesifik, sehingga dapat mempertahankan flavor dan aroma bahan dasar. Pembuatan sirup glukosa dengan hidrolisis enzim terdiri dari tiga tahapan, yaitu gelatinisasi, likuifikasi dan sakarifikasi. Gelatinisasi merupakan pembentukan suspensi kental dari granula pati, likuifikasi merupakan proses hidrolisis pati parsial yang ditandai dengan menurunnya viskositas dan sakarifikasi yaitu proses lebih lanjut dari hidrolisis untuk menghasilkan glukosa (Chaplin dan Buckle, 1990 dalam Rochmawatin, 2010).

Tahap likuifikasi adalah proses hidrolisa pati menjadi dekstrin oleh alfa-amilase pada suhu 95°C (aktivitas enzim termofilik) yang merupakan suhu gelatinisasi pati sehingga, suhu yang digunakan dibawah 95°C. Dibawah suhu gelatinisasi, pati tidak akan terurai atau terhidrolisis secara enzimatis maupun asam. Pemanasan sirup dalam tangki pada suhu 105°C dan PH 4.0-7.0 dilakukan sampai amilosa terdegradasi menjadi dekstrin. Setiap dua jam, sirup glukosa pada tangki dianalisis kadar amilosanya dengan uji iod untuk mengetahui nilai DE. Bila pada uji iod sudah menunjukkan warna coklat berarti amilosa sudah terdegradasi maka proses likuifikasi sudah selesai (Richana dkk., 1999 dalam Oesman dkk., 2009). Dalam proses likuifikasi, hal yang perlu diperhatikan adalah konsentrasi substrat, penggunaan enzim yang stabil pada suhu tinggi, pengaturan suhu, pengaturan pH dan pengadukan serta pemanasan segera dan kontinu. Pengaturan pH larutan dapat digunakan NaOH dan HCl (Hartoto dkk.,2005 dalam Yuniarsih, 2009).

Sakarifikasi merupakan proses dimana oligosakarida sebagai hasil dari tahap likuifikasi dihidrolisis lebih lanjut oleh enzim tunggal atau enzim campuran menjadi glukosa. Pada proses sakarifikasi, oligosakarida sebagai hasil dari tahap likuifikasi dihidrolisis lebih lanjut menjadi glukosa oleh enzim amiloglukosidase. Faktor yang sangat penting diperhatikan pada proses sakarifikasi adalah dosis enzim yang digunakan dan waktu sakarifikasi (Hartoto dkk., 2005 dalam Yuniarsih, 2009).

Pada proses sakarifikasi, dekstrin didinginkan sampai 60^oC, pH diatur pada angka 4.0 - 4.6. Proses ini biasanya berlangsung selama 72 jam dengan pengadukan secara terus-menerus. Proses sakarifikasi dianggap selesai apabila sirup telah mencapai nilai DE minimal 94.5%, nilai warna 60%, transmiten dan brix 30-36% (Richana dkk., 1999 dalam Oesman dkk., 2009). Sirup glukosa sangat kental dan rasanya kurang manis bila dibandingkan dengan gula aren. Nilai kemanisan sirup glukosa relative lebih rendah dibandingkan dengan sukrosa dan tergantung derajat konversinya. Makin tinggi derajat konversi, maka semakin tinggi kemanisannya (Jaconline, 2006).

2.4 Susu Kedelai

Susu kedelai diperoleh dari hasil ekstraksi protein biji kedelai menggunakan air panas. Susu kedelai mengandung protein, lemak, mineral dan vitamin. Kandungan protein susu kedelai dipengaruhi oleh varietas kedelai yang digunakan sebagai bahan baku, jumlah air yang ditambahkan, jangka waktu dan kondisi penyimpanan, serta perlakuan panas. Semakin banyak jumlah air yang digunakan untuk mengencerkan susu maka akan semakin sedikit kadar protein yang diperoleh (Hartoyo, 2005). Kandungan gizi susu kedelai disajikan pada Tabel 6.

Susu kedelai diperoleh dari proses ekstraksi kedelai sehingga diperoleh sari atau susu kedelai. Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam membuat susu kedelai adalah

memisahkan biji kedelai dari kotoran dan biji yang rusak. Setelah itu, kedelai direndam selama 12 jam, biji dipisahkan kulitnya dan dicuci. Kedelai yang telah dipisahkan dari kulitnya direndam dengan air panas selama 10 menit kemudian digiling menggunakan air panas dengan perbandingan air dan kedelai 7 : 1. Hasilnya penggilingan tersebut kemudian disaring. Selanjutnya filtrat yang diperoleh dipanaskan sampai 10 menit (waktu pemanasan dihitung setelah susu kedelai mendidih). Pada umumnya, susu kedelai yang dihasilkan masih berbau langu. Hal tersebut terjadi karena adanya enzim lipoksinase yang dapat diinaktivasi dengan cara pemanasan atau dengan germinasi biji kedelai yang akan diekstraksi (Wulandari, 2003).

Tabel 6. Kandungan gizi susu kedelai per 250 ml

Komposisi	Jumlah
Kalori (g)	140.0
Protein (g)	10.0
Lemak (g)	4.0
Karbohidrat (g)	14.0
Natrium (mg)	120.0
Besi (mg)	1.8
Riboflavin (mg)	0.1
Kalsium (mg)	80.0

Sumber : Anonim (2010)

Protein susu kedelai mempunyai susunan asam amino yang mendekati asam amino susu sapi sehingga dapat digunakan sebagai pengganti susu sapi. Susu kedelai juga digunakan sebagai pengganti susu bagi seseorang yang tidak tahan terhadap susu hewan. Susu kedelai merupakan sumber protein yang baik. Pada balita yang kekurangan gizi, dua gelas susu kedelai sudah dapat memenuhi 30% kebutuhan protein sehari-hari (Susanto dan Saneto, 1994 dalam Buchori, 2007). Susu kedelai juga mengandung senyawa isoflavin. Sebanyak 250 ml susu kedelai mengandung kurang lebih 20 mg isoflavin. Isoflavin merupakan sumber antioksidan

potensial. Isoflavon bermanfaat untuk mengurangi kolesterol, mengurangi gejala menopause, mencegah osteoporosis dan mengurangi resiko kanker (Astuti, 2008).

Bau langu pada susu kedelai disebabkan oleh aktivitas enzim lipoksinase. Selain itu, bau langu pada susu kedelai merupakan indikator bahwa susu kedelai mengandung senyawa flavonoid. Isoflavon termasuk golongan senyawa flavonoid yang penyebarannya terbatas dan banyak terdapat pada tanaman kacang-kacangan, terutama kedelai. Isoflavon merupakan senyawa asam amino aromatik fenilalanin atau tirosin yang secara alami disintesis oleh tumbuh-tumbuhan yang terdiri atas struktur dasar C₆-C₃-C₆. Kedelai memiliki kandungan isoflavon (genistein dan daidzein), fitosterol, asam fitat, asam lemak, saponin, asam fenolat, lesitin dan inhibitor protease yang merupakan zat antioksidan dan berkhasiat sebagai obat. Kandungan isoflavon kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya. Kandungan isoflavon kedelai tertinggi terdapat pada biji kedelai (Anderson, 2002 dalam Kurniasari dan Fithri, 2010).

2.5 Permen

Menurut SNI (1994) kembang gula atau permen susu adalah jenis makanan selingan berbentuk padat dibuat dari gula atau pemanis lain dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Menurut Alinkolis (1979) permen susu yang baik memiliki rasa susu dan mempunyai kelembutan serta tekstur yang baik. Tekstur permen susu dipengaruhi oleh jenis susu dan formulasi dalam permen susu. Syarat mutu kembang gula lunak disajikan pada Tabel 7.

Permen susu dibuat dari campuran gula, essens, agar-agar dan susu murni. Gula, essens, agar-agar serta protein dari susu akan mempengaruhi pembentukan kristal dan perubahan warna menjadi coklat karena reaksi pencoklatan (Maillard). Protein

merupakan faktor penting yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi warna, rasa dan tekstur permen susu. Penambahan gula dapat meningkatkan kekerasan permen susu yang dikenal dengan istilah *grainy*. Reaksi pencoklatan yang terjadi pada proses pembuatan permen susu akan menghasilkan flavour, aroma dan warna coklat. Hal ini diakibatkan oleh adanya reaksi antara gula pereduksi dan protein susu (Handayani, 2007).

Tabel 7. Syarat kembang gula lunak (SNI 3547.2-2008)

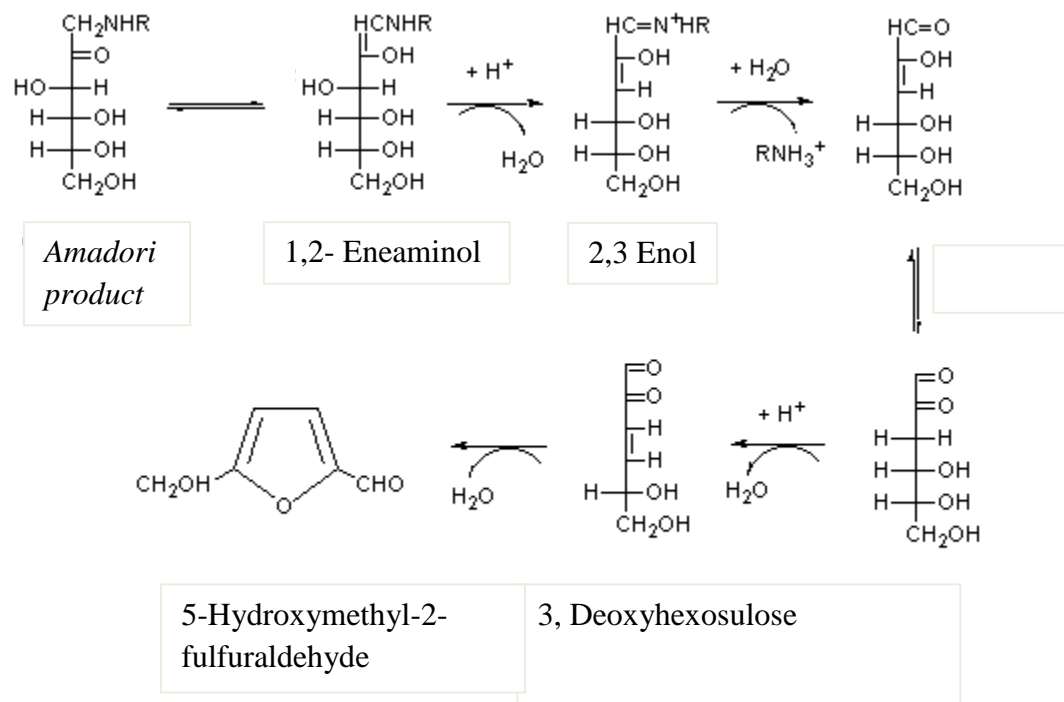
Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
Keadaan :		
Rasa		Normal
Bau		Normal
Air	% b/b	Maks. 20
Abu	% b/b	Maks. 3.0
Gula reduksi (dihitung sebagai gula inversi)	% b/b	Maks. 25
Sakarosa	% b/b	Min. 27.0
Cemaran logam :		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2.0
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2.0
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40.0
Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0.03
Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1
Cemaran mikroba :		
Angka lempeng total	Koloni/gr	Maks. 5×10^2
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. 1×10^2
Kapang dan khamir	Koloni/gr	maks. 1×10^2

Sumber : Standarisasi Nasional Indonesia (2008)

2.6 Reaksi Maillard

Menurut BeMiller dan Whistler (2007), reaksi Maillard merupakan reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amino primer yang menghasilkan basa *schiff*, kemudian terjadi amadori *rearrangement* membentuk amino ketosa. Reaksi lebih lanjut menghasilkan aldehid aktif yang kemudian mengalami kondensasi aldol sehingga

membentuk senyawa berwarna coklat (melanoidin). Molekul sukrosa dipecah menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah molekul fruktosa (fruktosa yang kekurangan satu molekul air). Suhu yang tinggi mampu mengeluarkan sebuah molekul air dari setiap molekul gula sehingga terjadilah glukosan, suatu molekul yang analog dengan fruktosan. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi dan beberapa jenis asam dalam campuran tersebut. Mekanisme reaksi Maillard (konversi *amadori product* menjadi HMF) disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme reaksi Maillard (konversi *amadori product* menjadi HMF)
 Sumber : BeMiller dan Whistler (2007) dalam Damodaran dkk. (2007)