

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Susu Kedelai Hitam

Susu adalah emulsi lemak dan air yang mengandung banyak komponen terlarut. Kandungan air pada susu terhitung tinggi sebesar 87,5%, protein 3,5% dan lemak sebesar 3-4%. Mutu protein susu dapat dikatakan sepadan dengan mutu protein pada telur dan daging. Susu juga merupakan sumber asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh (Widodo, 2003). Namun pada zaman sekarang susu bukan hanya bersumber dari hewani, tetapi nabati yang berasal dari kacang-kacangan, salah satunya kedelai. Ada dua jenis kedelai yang dapat diolah menjadi susu yaitu, kedelai kuning (*Glycine soja*) dan kedelai hitam (*Glycine soja L. merrit*) dalam pemanfaatannya kedelai hitam (*Glycine soja L. merrit*) jarang digunakan. Kandungan asam amino esensial pada kedelai juga sangat lengkap dan satu – satunya sumber asam amino esensial nabati dari famili *Leguminose* (Cahyadi,2007). Berikut adalah kandungan beberapa asam amino esensial yang terdapat pada varietas kedelai:

Tabel 1. Kandungan asam amino esensial pada beberapa varietas kedelai (mg / g kedelai kering)

Asam amino	Mallika ^a	Impor ^b	Grobogan ^b
Valin	16,84	9,38	18,36
Histidin	16,25	16,99	15,08
Isoleusin	14,26	14,19	16,80
Lisin	51,49	53,71	40,13
Leusin	21,31	23,39	22,91
Metionin	9,85	11,36	10,45
Phenilalanin	19,99	23,04	20,96

Sumber: Nurrahman (2015)

Keterangan: a = Kedelai hitam

b = Kedelai kuning

Selain itu, apabila dibandingkan dengan komposisi susu kedelai dan susu sapi terdapat perbedaan yang cukup berarti pada jumlah mineral dan komposisi asam amino metionin dan sistein pada susu kedelai lebih rendah dibandingkan pada susu sapi (Hartoyo, 2005). Berikut adalah perbandingan komposisi susu kedelai dan susu sapi pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Komposisi Susu Kedelai dan Susu Sapi tiap 245 g atau setara dengan 1 cup

Komponen	Susu Kedelai	Susu Sapi
----------	--------------	-----------

Lemak (g)	4,67	8,15
Asam lemak (g)	0,52	5,07
Serat (g)	3,18	0
Protein (g)	6,73	8,02
Karbohidrat (g)	4,43	11,37
Kalsium (mg)	9,80	290,36
Pospor (mg)	120,05	226,92
Kalori (Kkal)	79	150

Sumber: *Hajirostamloo (2009)*

Susu kedelai adalah cairan berwarna putih yang menyerupai susu sapi, yang dihasilkan melalui proses ekstraksi biji kedelai. Pada susu kedelai tidak mengandung laktosa seperti halnya pada susu sapi yang dapat menyebabkan *Lactose intolerance* (Muchtadi dan Sugiyono, 1992). Proses pembuatan susu kedelai juga tidak terlalu rumit dan tidak membutuhkan biaya yang mahal. Proses pembuatan susu kedelai dibagi menjadi 5 tahap yaitu pencucian, perendaman, penggilingan, penyaringan dan pasteurisasi. Berikut adalah mutu susu kedelai menurut SNI 01-3830-1995.

Tabel 3. Standar mutu susu kedelai menurut SNI

Kriteria uji	Susu kedelai
Rasa	Normal
Bau	Normal
Warna	Normal
Ph	6,5 -7,0
Protein	Min. 0,10 %
Lemak	Min. 0,30 %
Padatan jumlah	Min. 11,50 %
Pb	Maks. 0,2 ppm
Angka lempeng total	Maks. 2×10^2 CFU/ml
<i>Escherchia coli</i>	<3 APM/ml
<i>Salmonella</i>	Negatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	0 CFU/ml

Sumber: Badan Standar Nasional Indonesia (1995)

B. Yoghurt

Yoghurt adalah produk fermentasi dengan tekstur yang semi padat dan identik dengan cita rasa asam. yoghurt dibuat melalui fermentasi dengan adanya bakteri asam laktat *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Yoghurt mempunyai manfaat yang sangat besar bagi tubuh khususnya pada sistem pencernaan. Yoghurt bersifat sebagai probiotik yang berperan melindungi usus sehingga kondisi pada usus

bersifat asam dan dapat menjadi kompetitor bagi pertumbuhan mikroba *pathogen* (Surono, 2004).

Nilai gizi pada yoghurt lebih tinggi daripada produk non-fermentasi. Bahan dasar pembuatan yoghurt biasanya terbuat dari susu segar kambing, sapi, susu *full cream* maupun susu skim yang berasal dari hewani. Namun hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan yoghurt yang berasal dari susu nabati adalah sumber gula yang berbeda, pada susu nabati sumber gula yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme jumlahnya terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penambahan gula dari sumber lainnya. Bila jumlah gula yang digunakan dalam fermentasi kurang maka saat diinokulasi pH yang terbentuk dalam yoghurt belum mencapai derajat keasaman yang baik, yoghurt yang dihasilkan tidak akan menggumpal sempurna dan asam-asam organik yang terbentuk akan berbeda (Chotimah, 2009).

Kualitas sensori pada yoghurt ditentukan berdasarkan bahan baku pembuatan yoghurt, starter dan lama fermentasi. Pada fase lag atau pertumbuhan bakteri asam laktat, aktivitas proteolitik dari *Lactobacillus bulgaricus* mengubah protein bebas pada susu menghasilkan asam amino histidine, lisin dan peptide yang dibutuhkan *Streptococcus thermophilus*. Pada fase lag *Streptococcus thermophiles* akan menghasilkan asam laktat yang menyebabkan penurunan pH dan membuat cita rasa asam pada yoghurt (Chotimah, 2009). Dalam proses pembuatan yoghurt, laktosa akan dihidrolisis oleh enzim β -D-galaktosidase menjadi monosakarida, dan dilanjutkan proses glikolisis sehingga menghasilkan asam laktat, asam asetat, dan senyawa dalam jumlah kecil seperti ester, alkohol, dan asam organik volatile yang membentuk cita rasa khas pada yoghurt (Chotimah, 2009). Namun, pada susu nabati tidak terdapat laktosa, sehingga diperlukan penambahan sumber gula lainnya seperti sukrosa, glukosa, fruktosa dan laktosa (Astuti *et al.*, 2007).

Pada yoghurt susu kedelai atau *soyghurt*, bakteri asam laktat menghidrolisis komponen karbohidrat menjadi glukosa. Glukosa kemudian diubah menjadi asam piruvat untuk membentuk asam laktat (Sudiarta, 2011). Selain pada kandungan nutrisinya, pembuatan *soyghurt* tidak terlalu mahal, dan inkubasi dapat dilakukan dengan suhu ruang (Cahyadi, 2007). Berikut adalah syarat mutu yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi menurut SNI (2981 : 2009) pada Tabel 4.

Tabel 4. SNI (2981 : 2009) Mutu yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi

No.	Kriteria uji	Yoghurt
1	Keadaan	
1.1	Penampakan	Cairan kental – padat
1.2	Bau	Normal/khas
1.3	Rasa	Asam/khas
1.4	Konsistensi	Homogen
2	Kadar lemak (b/b)	Min. 3-0%
3	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	Min.8,2%
4	Protein	Min.2,7%
5	Kadar abu (b/b)	Maks 1,0%
6	Asam laktat	0,5-2,0%
7	Cemaran logam	
7.1	Pb	Maks. 0,3 ppm
7.2	Cu	Maks. 20,0 ppm
7.3	Hg	Maks. 0,03 ppm
8	Arsen	Maks. 0,1 ppm
9	Bakteri Coliform	Maks. 10 Koloni/g
10	Jumlah bakteri starter	Min 10 ⁷ Koloni/g

Sumber: Badan Standar Nasional (2009)

C. Cangkang Telur Bebek

Peningkatan penduduk di Indonesia memicu pada meningkatnya produksi hasil pertanian, hal tersebut menyebabkan pula kenaikan pada jumlah konsumsi telur, sementara 10% dari berat telur merupakan limbah berupa cangkang (Mahreni *et al.*, 2012). Cangkang adalah bagian terluar pada telur yang berfungsi melindungi isi atau embrio di dalam telur. Cangkang telur memiliki kulit yang bertekstur dan berpori dengan ketebalan 0,2 – 0,4 mm (Koswara, 2009). Kurangnya pemanfaatan pada cangkang telur mendorong munculnya penelitian tentang kandungan dan pemanfaatannya yang dapat dibuktikan dengan banyaknya variasi penelitian yang ada.

Penggunaan cangkang digunakan sebagai sumber kalsium, namun dapat juga digunakan sebagai pemberi tekstur dan meningkatkan kerenyahan pada cookies dan roti tawar (Rachmawati *et al.*, 2015, Habibah *et al.*, 2016 dan Agustini *et al.*, 2011). Cangkang telur bebek dengan perendaman pelarut CH₃COOH menghasilkan rendemen yang lebih banyak, bersifat ramah lingkungan dan mempunyai kadar kalsium lebih tinggi dibandingkan pelarut yang lain (Yonata, 2017). Hal tersebut disebabkan oleh larutan asam mengakibatkan mineral kompleks berubah menjadi bentuk sederhana berupa ion sehingga mudah larut, maka CH₃COOH dengan ini berperan sebagai

enhancer yaitu senyawa yang mempengaruhi bentuk dan tingkat kelarutan pada mineral. Berikut adalah komposisi cangkang telur bebek pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Cangkang Telur Bebek

Komponen	% Berat
Kalsium Karbonat (CaCO_3)	94
Magnesium Karbonat (MgCO_3)	1
Kalsium Fosfat (CaPO_4)	1
Bahan Organik	4

Sumber : Jaso (2009)

D. Mekanisme Penyerapan Kalsium dalam Tubuh

Kalsium adalah salah satu mineral yang banyak terdapat pada tubuh manusia, sebanyak 1,5 hingga 2% per 1 kg berat badan manusia dewasa. Untuk kecukupan kalsium harian diperlukan asupan kalsium yang berasal dari pangan, namun tidak semua kalsium pada bahan pangan dapat dimanfaatkan oleh tubuh, hal tersebut bergantung kepada ketersediaan secara biologis atau bioavailibilitas (Miller, 1996). Semakin tinggi kebutuhan tubuh akan kalsium, maka semakin banyak tubuh dapat menyerap kalsium (Almatsier, 2006).

Pengukuran bioavailibilitas kalsium dapat diukur, yaitu dengan 2 metode yang dilakukan secara *in vivo* (keseimbangan kalsium dan isotop kalsium). Metode keseimbangan kalsium untuk mengukur penyerapan kalsium secara nyata dengan cara menghitung selisih kalsium yang dikonsumsi dengan kalsium yang dikeluarkan lewat feses. Konsumsi kalsium dikatakan seimbang apabila asupan kalsium yang masuk dapat menutup jumlah kalsium yang keluar lewat urin, feses, dan keringat. Sementara isotop kalsium dilakukan dengan menginjeksikan isotop kalsium lewat intravena (Allen *et al.*, 1982). Komponen – komponen makanan yang dapat mempengaruhi bioavailibilitas kalsium yaitu fosfor (Gropper dan Sareen, 2005), protein, serat, fitat, oksalat, laktosa dan lemak (Allen *et al.*, 1982).

Kalsium membutuhkan lingkungan optimum agar mudah diadsorpsi, karena dengan terbentuknya lingkungan optimum maka bentuk ionik kalsium dapat dipertahankan sehingga mudah diadsorpsi. Kondisi lingkungan yang mendukung adsorpsi kalsium yaitu pada suasana asam. Kalsium yang telah diadsorpsi tubuh

ditransportasikan dalam bentuk ion bebas atau dapat berikatan dengan protein, namun sebelum diadsorpsi tubuh mineral kalsium yang terdapat pada bahan pangan tidak dapat berdiri sendiri melainkan bergabung menjadi satu dengan senyawa lain (Bredbenner *et al.*, 2007).

E. Antioksidan

Antioksidan adalah zat yang mampu mencegah dan memperlambat oksidasi molekul lain, juga melindungi biomolekul baik secara *in vivo* maupun *in vitro* (Flora, 2009). Antioksidan berfungsi mengurangi dampak negatif dari proses oksidasi dari polusi, makanan, obat – obatan, kimia dan sebagainya. Antioksidan ini bersifat sensitif terhadap suhu, komposisi dari bahan makanan, struktur makanan dan ketersediaan oksigen (Sayuti dan Yenrina, 2015). Sumber antioksidan alami yaitu bahan makanan yang berwarna, salah satunya adalah kedelai hitam. Kedelai hitam terdapat senyawa antioksidan alami yaitu antosianin, tokoferol, flavonoid, betakaroten, vitamin C, turunan asam sinamat, fosfatida, dan asam organik polifungsional yang sebagian besar komponen fenolik (Kumalaningsih, 2007).

Aktivitas antioksidan pada kedelai hitam memiliki aktivitas 15 kali lebih tinggi dibandingkan kedelai kuning (Xu dan Chang, 2007), hal tersebut didukung dengan adanya kadar antosianin sebesar 705,27 mg/1000 g, total fenol sebesar 1401,44 mg/1000 g basis kering (Triandita *et al.*, 2012), vitamin E sebesar 42,32 µg/100 g (Asropah, 2018) dan genistein sebesar 0,65 mg/g serta daidzen sebesar 3,67 mg/g (Nurrahman, 2015). Menurut Nurrahman (2015), perbedaan kandungan antioksidan pada kedelai hitam dan kuning yaitu terletak pada kandungan antosianinnya. Pada kedelai hitam mempunyai antosianin, sementara kedelai kuning tidak. Kandungan antioksidan lain yaitu genistein, kadar genistein pada kedelai hitam dapat ditingkatkan dengan proses fermentasi. Pada proses fermentasi terjadi hidrolisis enzimatis oleh asam laktat yang menyebabkan peningkatan kadar genistein sebesar 3,567% (Fawwaz, 2017). Genistein dan daidzein merupakan komponen isoflavon yang memiliki aktivitas antioksidan pada kedelai hitam (Jha *et al.*, 1997). Isoflavon berfungsi mencegah radikal bebas, memperbaiki sel β pancreas sehingga meningkatkan serum insulin dan menormalkan kadar gula darah.