

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kedelai**

Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati dengan kandungan sebesar 39%. Pada umumnya petani mengusahakan tanaman palawija termasuk kedelai setelah padi di sawah yaitu pada saat irigasi dihentikan atau saat menjelang kemarau tiba. Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) adalah tanaman sumber protein nabati yang baik, dengan kandungan protein sekitar 30-40%. Selain itu kedelai juga mengandung asam lemak essensial, mineral, dan vitamin (Agung dan Rahayu, 2004). Kandungan gizi kedelai dapat dilihat pada Tabel 1.

Kedelai memiliki kandungan isoflavon yang merupakan salah satu senyawa penyusun flavonoid. Isoflavon kedelai dapat menurunkan resiko penyakit jantung dengan membantu menurunkan kadar kolesterol darah. Protein kedelai telah terbukti mempunyai efek menurunkan kolesterol karena adanya isoflavon di dalam protein tersebut. Studi epidemiologi juga telah membuktikan bahwa masyarakat yang secara teratur mengkonsumsi makanan dari kedelai, akan mencegah kasus kanker payudara, kolon dan prostat (Rukmana dan Yuniarsih, 2009).

Tabel 1. Kandungan Gizi Kedelai per 100 g

Komponen	Jumlah
Karbohidrat kompleks (g)	21
Karbohidrat sederhana (g)	9
Stakiosa (g)	3,3
Rafinosa (g)	1,6
Protein (g)	36
Lemak total (g)	19
Lemak jenuh (g)	2,88
Monounsaturated (g)	4,4
Polyunsaturated (g)	11,2
Kalsium (mg)	276
Fosfor (mg)	704
Kalium (mg)	1797
Magnesium (mg)	280
Seng (mg)	4,8
Zat besi (mg)	16
Serat tidak larut (g)	10
Serat larut (g)	7

Sumber : Aparicio *et al.*, 2008

## 2.2. Bengkuang

Bengkuang merupakan tanaman asli dari Amerika Tengah dan ditanam menggunakan benih. Bengkuang merupakan buah yang kaya akan berbagai zat gizi yang sangat penting untuk kesehatan terutama vitamin dan mineral. Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya, disebutkan bahwa bengkuang mengandung vitamin C, flavonoid, dan saponin yang merupakan tabir surya alami untuk mencegah kulit rusak oleh radikal bebas (Saputro *et al.*, 2013). Kandungan gizi bengkuang dapat dilihat pada Tabel 2.

Umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) mempunyai manfaat yang sangat banyak baik untuk pangan, kesehatan dan kecantikan. Untuk kesehatan, bengkuang

memiliki khasiat sebagai obat diantaranya untuk mengatasi penyakit kulit, diabetes, demam, eksim, sariawan, dan wasir. Sedangkan untuk kecantikan, bengkuang mampu berfungsi sebagai pelembab (*softening*), pencerah (*lightening*) dan pemutih (*whitening*). Pada pangan, bengkuang biasanya dimanfaatkan sebagai buah segar, dibuat rujak, atau asinan. Sifat fungsional dari bengkuang menyebabkan komoditas ini banyak digemari, sedangkan pengolahan bengkuang untuk produk olahan makanan masih belum banyak dilakukan (Kamsina, 2014).

Tabel 2. Kandungan Gizi Bengkuang per 100 g

Komponen	Jumlah
Energi (kkal)	38
Air (g)	90,07
Protein (g)	0,72
Lemak (g)	0,09
Karbohidrat (g)	8,82
Serat (g)	4,9
Gula (g)	1,80
Kalsium (mg)	12
Fosfor (mg)	18
Zat besi (mg)	0,60
Seng (mg)	0,16
Natrium (mg)	4
Vitamin C (mg)	20,2

Sumber : USDA National Nutrient Database, 2016

Tanaman bengkuang merupakan tumbuhan semak, semusim dan membelit. Tumbuh baik di lingkungan lembab panas dan memerlukan musim tanam yang panjang, panas dan bebas bunga es. Tanah lembab bertekstur ringan (tanah yang mudah diolah) dan berdrainase baik, disukai untuk produksi umbi akar berdaging optimum (Azani, 2003).

### 2.3. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri Asam Laktat atau BAL adalah bakteri yang mempunyai peran menjaga kesehatan pada pencernaan. Bakteri asam laktat digolongkan menjadi dua jenis yaitu BAL nonprobiotik dan BAL probiotik. BAL probiotik merupakan bakteri yang mempunyai viabilitas keberadaan dalam kolon dan usus kecil lebih lama serta dapat berkembangbiak. Sementara BAL nonprobiotik adalah bakteri yang keberadaan didalam usus kecil dan kolon hanya bertahan 3 jam (Maulidya, 2007). *Lactobacillus acidophilus* telah terbukti secara klinis sebagai BAL probiotik (Sari, 2007).

Bakteri asam laktat tidak dapat membusukkan protein sehingga tidak dapat menghasilkan senyawa beracun apapun. Di samping itu juga masuk dalam status GRAS (*Generally Recognized as Safe*). Habitat bakteri asam laktat adalah usus halus (Ide, 2008). Sifat-sifat utama dari bakteri asam laktat antara lain merupakan kelompok besar bakteri yang tidak dapat bergerak, tanpa spora, gram positif, berbentuk bulat atau bulat panjang, dan mampu memfermentasikan gula dengan hasil utama berupa asam laktat (Murtidjo, 2005).

*Lactobacillus bulgaricus* yang digunakan sebagai starter yoghurt merupakan spesies homofermentatif. Temperatur optimum pada suhu 42°C dan tetap tumbuh dan hidup pada suhu 45°C atau lebih. Spesies bakteri asam laktat tidak menyukai lingkungan dengan kadar garam rendah. *Lactobacillus bulgaricus* sebagai bakteri asam laktat yang mampu mengubah laktosa menjadi asam laktat sehingga lebih mudah dicerna oleh lambung. Bakteri ini memiliki peran penting pada pengembangan organoleptik dalam pembentukan aroma. *Lactobacillus*

*bulgaricus* termasuk gram positif, bakteri ini merupakan bakteri non motil dan tidak berbentuk. Bakteri ini mempunyai kebutuhan nutrisi yang kompleks, termasuk di dalamnya ketersediaan untuk memfermentasi beberapa jenis gula termasuk laktosa. Bakteri ini juga merupakan bakteri tahan asam, yang tahan terhadap pH rendah (sekitar 5,4-4,6) agar tumbuh efektif. Bakteri tersebut tahan pada keasaman 0,85-0,89%. *Lactobacillus bulgaricus* berbentuk batang, soliter atau berantai, tak berspora, mikro aerophil sampai anaerob, gram positif, pH optimum 6 dan suhu optimum 40-50°C. Bakteri tersebut dapat memproduksi asam laktat sampai 1,2-1,5% (Prasetyo, 2010).

*Streptococcus thermophilus* merupakan bakteri asam laktat yang dapat mengubah laktosa dalam susu menjadi asam laktat, sehingga susu tersebut lebih mudah dicerna oleh lambung, selain itu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* juga mempunyai peran penting dalam pengembangan organoleptik. *Streptococcus thermophilus* lebih berperan dalam pembentukan cita rasa. *Streptococcus thermophilus* bersel bulat, soliter atau berantai, tak bergerak, tak berspora, fakultatif aerob, gram positif, pH optimum 6,8 dan suhu optimum 40-50 °C. Bakteri tersebut tahan pada keasaman 0,85-0,89% (Prasetyo, 2010). *Streptococcus Thermophilus* merupakan jenis bakteri berbentuk coccus (bulat), berwarna kebiruan dan dapat tumbuh dengan baik pada suhu 45°C. Bakteri ini memiliki diameter berukuran  $< 1 \mu m$  dan juga dapat memproduksi asam laktat secara cepat pada kondisi anaerobik (Irtawaty, 2014).

*Lactobacillus acidophilus* dengan beberapa bakteri asam atau probiotik lain saling menghambat di dalam suatu medium pertumbuhan. Produk minuman *whey*

fermentasi yang dihasilkan, nantinya hanya menggunakan *Lactobacillus acidophilus* dan berpotensi sebagai minuman fungsional untuk menjaga kesehatan sistem pencernaan yang mengkonsumsinya. *Lactobacillus acidophilus* berbentuk batang berantai dan bersifat homofermentatif. *Lactobacillus acidophilus* ditemukan dalam usus manusia, sehingga bakteri ini dapat dikategorikan sebagai bakteri probiotik. Bakteri ini tergolong gram positif dan tidak membentuk spora. *Lactobacillus acidophilus* merupakan *Lactobacilli* yang bersifat obligat homofermentatif dan non-motil. Suhu optimum pertumbuhannya yaitu 35 - 45°C, tidak tumbuh pada suhu < 15°C dan pH optimum untuk pertumbuhannya yaitu 5,5 – 6,0. *Lactobacillus acidophilus* dapat memproduksi asam laktat sebanyak 0,3 – 1,9% (Misrianti, 2013).

#### **2.4. Soyghurt**

Soyghurt merupakan susu kedelai yang difermentasi dengan bakteri asam laktat yang dapat mengubah susu kedelai tersebut menjadi produk seperti yoghurt. Penambahan *Lactobacillus bulgaricus* pada soyghurt sangat bermanfaat bagi kesehatan. Pada soygurt, bakteri tersebut memproduksi asam laktat, bakteriorisin, dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Nurhajati *et al.*, 2008).

Soyghurt merupakan suatu produk fermentasi yang berbahan baku susu kedelai dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgarius* dan *Streptococcus thermophilus*. Soyghurt mempunyai beberapa kelebihan antara lain bebas kolesterol, bebas laktosa, berprotein tinggi serta mengandung kandungan lemak yang rendah. Maka dari itu soyghurt lebih cocok dan sesuai dikonsumsi bagi

seseorang yang sedang melakukan program diet. Soyghurt dapat mencegah diare, membantu pencernaan serta dapat mencegah meningkatnya kadar kolesterol darah yang terlalu tinggi. Karakteristik yang dimiliki susu kedelai merupakan bahan yang cocok untuk pembuatan produk yoghurt karena memiliki viskositas yang tinggi dan memiliki kandungan padatan. Proses untuk pembuatan soyghurt menggunakan starter atau biakan murni yang digunakan sama seperti pembuatan yoghurt pada umumnya (Purwati *et al.*, 2008).

Fermentasi adalah salah satu upaya pada produk pangan soyghurt yang terbuat dari kedelai untuk mengurangi bau langu atau *off-flavour* yang kurang disukai. Fermentasi juga terbukti dapat memperbaiki penerimaan susu kedelai dan meningkatkan nilai gizi. Proses fermentasi dari bakteri asam laktat mempunyai beberapa manfaat yaitu menurunkan kadar kolesterol, mengatasi infeksi jamur dan bakteri, menyeimbangkan sistem pencernaan, dan mencegah kanker (Hendriani *et al.*, 2009).

Produk soyghurt sangat memiliki banyak manfaat yaitu merupakan sumber pangan alternatif yang ekonomis sebagai pengganti susu sapi. Manfaat soyghurt lainnya bagi kesehatan yaitu sebagai makanan probiotik dan prebiotik yang bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan saluran pencernaan, dimana probiotik berperan dalam memperbaiki sifat-sifat mikroflora usus yang tinggal di saluran pencernaan. Sedangkan prebiotik lebih berperan untuk meningkatkan pertumbuhan dan keaktifan satu atau lebih jenis bakteri laktulosa, xylitol, serta sorbitol dan manitol dalam saluran pencernaan. Yang kedua sebagai antioksidan alami bagi tubuh karena terdapat kandungan isoflavon dalam soyghurt yang berfungsi

melindungi sel-sel tubuh dari efek kerusakan radikal bebas seperti peradangan sendi, *atherosclerosis*, dan komplikasi diabetes. Kandungan isoflavon dalam soyghurt potensial untuk mengurangi oksidasi LDL darah, yang mana sangat penting untuk mencegah terjadinya kerusakan dan penyakit *vascular*. Yang ketiga adalah mampu meningkatkan sistem imunitas tubuh karena difermentasi dengan bakteri asam laktat dan juga terdapat isoflavon yang mengandung senyawa Genistein sebagai inhibitor dari protein tirosin kinase yang aktivitasnya berperan dalam efek *suppressive in vitro* tubuh (Ayustaningawarno *et al.*, 2014).

Kandungan nutrisi dari berbagai varian yoghurt yaitu yoghurt susu murni, rendah lemak, tanpa lemak, dan minuman yoghurt dapat dilihat pada Tabel 3. Parameter mutu soyghurt dapat dikategorikan dengan parameter mutu dari yoghurt berdasarkan fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik. Syarat mutu yoghurt yang baik menurut SNI 2981-2009 tertera pada Tabel 4.

Tabel 3. Kandungan Nutrisi Beberapa Varietas Yoghurt dalam 100 g

Komponen	Yoghurt Susu Murni	Yogurt Rendah Lemak	Yoghurt Tanpa Lemak	Minuman Yoghurt
Energi (kkal)	79	56	54	62
Protein (g)	5,7	4,8	5,4	3,1
Lemak (g)	3,0	1,0	0,2	Trace
Karbohidrat (g)	7,8	7,4	8,2	13,1
Thiamin (mg)	0,06	0,12	0,04	0,03
Riboflavin (mg)	0,27	0,22	0,29	0,16
Kalium (mg)	280	228	247	130
Kalsium (mg)	200	162	160	100
Fosfor (mg)	170	143	151	81
Vitamin B6 (mg)	0,10	0,01	0,07	0,05
Vitamin B12 (mg)	0,2	0,3	0,2	0,2

Sumber : The Dairy Council, 2013

Tabel 4. Syarat Mutu Yogurt yang Baik Menurut SNI 2981-2009

No.	Kriteria Uji	Satuan	Yogurt Tanpa Perlakuan Panas Setelah Fermentasi			Yogurt Dengan Perlakuan Panas Setelah Fermentasi		
			Yogurt Rendah Lemak	Yogurt Tanpa Lemak	Yogurt	Yogurt Rendah Lemak	Yogurt Tanpa Lemak	Yogurt
1	Keadaan							
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 (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		
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03			Maks. 0,03		
8	Arsen	mg/kg	Maks 0,1			Maks 0,1		
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>			Min. 10 <sup>7</sup>		

Sumber : SNI 2981 (2009)

## 2.5. Serat Pangan

Serat pangan merupakan komponen dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan manusia, namun masih dapat dihidrolisis dengan asam atau basa. Serat pangan merupakan bagian makanan yang berasal dari tanaman. Bagian ini umumnya termasuk kelompok karbohidrat yang tidak dapat tercerna dan diserap oleh sistem pencernaan manusia normal. Komposisi kimia serat pangan bervariasi tergantung dari komposisi dinding sel tanaman penghasilnya. Pada dasarnya komponen-komponen penyusun dinding sel tanaman terdiri dari selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin, gum, *mucilage* yang kesemuanya ini termasuk ke dalam serat makanan. Serat makanan terbagi menjadi dua kelompok yaitu serat makanan tak larut (*insoluble dietary fiber*) dan serat makanan larut (*soluble dietary fiber*). Serat tidak larut contohnya selulosa, hemiselulosa dan lignin yang ditemukan pada sereal, kacang-kacangan dan sayuran. Serat makanan larut contohnya gum, pektin dan *mucilage* (Haliza *et al.*, 2012).

Serat pangan larut air yaitu serat yang dapat larut dalam air dan juga dalam saluran pencernaan, namun dapat membentuk gel dengan cara menyerap air. Serat ini berfungsi memperlambat kecepatan pencernaan dalam usus sehingga aliran energi ke dalam tubuh menjadi tetap, memberikan perasaan penuh (kenyang), memperlambat kemunculan glukosa (gula darah), membantu mengendalikan berat badan, meningkatkan kesehatan pencernaan, mengurangi resiko sakit jantung, mengikat asam empedu, mengikat lemak seperti kolesterol dan mengeluarkan melalui tinja. Sedangkan serat tidak larut air yaitu serat yang tidak dapat larut dalam air dan juga dalam saluran pencernaan, namun memiliki kemampuan menyerap air

dan meningkatkan tekstur dan volume tinja sehingga makanan dapat melewati usus besar dengan cepat dan mudah. Serat ini berfungsi mempercepat waktu transit makanan dalam usus dan meningkatkan berat tinja, memperlancar buang air besar, meningkatkan perasaan kenyang, dapat mengurangi resiko wasir, dapat mengurangi resiko kanker usus dan diverticulitis (Chaidir, 2006).

Salah satu contoh dari serat pangan terlarut adalah inulin. Inulin merupakan polimer dari unit-unit fruktosa. Inulin bersifat larut di dalam air, tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan, tetapi difermentasi mikroflora kolon (usus besar). Oleh karena itu, inulin berfungsi sebagai prebiotik (Kusharto, 2006). Bengkuang merupakan salah satu contoh umbi yang mengandung inulin. Hasil penelitian Mulyani *et al.* (2011) menyatakan bahwa umbi bengkuang mengandung inulin sebagai serat pangan sebesar 6,51% dan filtratnya mengandung 4,41%.

## **2.6. Protein**

Protein merupakan unsur yang terdapat dalam jumlah besar didalam tubuh kita. Protein melaksanakan banyak fungsi fisiologik yang penting. Protein terbentuk dari asam-asam amino yang dirangkaikan oleh ikatan peptida. Karena asam-asam amino bukan hanya tersusun dari atom karbon, hidrogen dan oksigen tetapi juga dari nitrogen, maka protein merupakan sumber nitrogen bagi tubuh (16% protein merupakan nitrogen). Berdasarkan fungsinya, protein dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu pertama, protein lengkap (*complete protein*) yang berfungsi untuk pertumbuhan, penggantian jaringan yang rusak dan aus, serta untuk pembentukan enzim, hormon, antibodi serta energi jika diperlukan. Kedua, protein setengah lengkap (*half complete protein*) yang berfungsi sama dengan protein lengkap

kecuali fungsi untuk pertumbuhan karena asam-asam amino yang terkandung tidak cukup untuk pembentukan jaringan baru. Ketiga, protein tidak lengkap (*incomplete protein*) merupakan protein yang tidak dapat digunakan untuk pertumbuhan dan penggantian jaringan rusak karena asam amino esensialnya tidak lengkap. Berdasarkan asam aminonya, protein terbagi menjadi dua yaitu pertama, asam amino esensial adalah yang mengandung semua asam amino esensial dalam jumlah lengkap. Kedua, asam amino nonesensial adalah yang mengandung asam amino esensialnya hanya dari makanan sehari-hari karena tubuh tidak memproduksi (Hartono, 2006).

Protein mengandung lebih dari 50 asam amino yang saling berikatan melalui ikatan peptida, akan tetapi sebagian besar protein mengandung beribu-ribu asam amino karena merupakan makromolekul. Setiap protein memiliki jumlah urutan asam amino yang spesifik. Perubahan posisi asam amino dalam rantai akan menghasilkan protein baru dengan struktur dan fungsi yang berbeda (James *et al.*, 2011). Fungsi dari protein yaitu membangun jaringan tubuh yang baru, memperbaiki jaringan tubuh, menghasilkan senyawa esensial, mengatur tekanan osmotik, mengatur keseimbangan cairan, elektrolit dan asam basa, menghasilkan pertahanan tubuh, menghasilkan mekanisme transportasi, dan menghasilkan energi (Hartono, 2006).

Sebelumnya telah ada penelitian yang dilakukan oleh Nirmagustina dan Chandra (2014) mengenai kadar protein soyghurt dari berbagai macam starter yaitu starter pasar king yoghurt, starter campuran, dan starter pasar cimory dengan hasil berturut-turut sebagai berikut 1,48 % ; 1,68 % ; dan 1,38 %.

## 2.7. pH

pH adalah sebuah istilah kimia yang menunjukkan derajat keasaman, diberi angka 1 sampai dengan 14. pH 7 berarti netral, dibawah angka 7 berarti asam, sedangkan lebih besar dari angka 7 berarti basa atau alkali. Skala pH dalam angka ini bersifat logaritmis. pH 5 berarti derajat keasamannya sepuluh kali lebih besar daripada pH 6 dan pH 4 berarti seratus kali lebih besar daripada pH 6 (Sulistyo dan Limanto, 2010). Sebagian besar reaksi biokimia berlangsung dalam larutan encer. Air sedikit terurai menjadi  $H^+$  dan  $OH^+$ . Konsentrasi ion hidrogen  $H^+$ , menentukan keasaman larutan yang biasa disebut pH. pH suatu larutan adalah log negatif konsentrasi ion hidrogennya. Suatu asam adalah zat yang dapat melepaskan ion hidrogen (proton), sedangkan suatu basa adalah zat yang dapat menerima ion hidrogen. Dalam larutan, hampir semua molekul suatu asam kuat terurai (berdisosiasi), tetapi hanya sebagian kecil molekul asam lemah yang terurai (Marks *et al.*, 2000).

Hasil penelitian Nirmagustina dan Chandra (2014) menyatakan bahwa nilai pH dari soyghurt starter cimory pada fermentasi 9 jam, 12 jam, dan 15 jam memiliki hasil sebagai berikut 4,60 ; 4,42 ; dan 4,33. Hasil penelitian Nguyen *et al.* (2010) menyatakan bahwa nilai pH bengkuang adalah 5,0.

## 2.8. Kekерuhan

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik berasal dari lapukan batuan dan logam, maupun yang organik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Kejernihan dari larutan dinyatakan

dengan nilai absorbansi dimana semakin kecil nilai absorbansi berarti semakin jernih larutan tersebut (Nurdjannah, 2006). Tingkat kekeruhan berbanding terbalik dengan nilai kejernihan. Semakin tinggi kekeruhannya maka tingkat kejernihannya akan semakin rendah (Puspitasari *et al.*, 2013).