

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Prevalensi Intoleransi Laktosa

Laktosa adalah disakarida yang terdiri dari gabungan dua monosakarida yaitu glukosa dan galaktosa (Almatsier, S, 2009). Lebih lanjut Suharjo dan Kusharto C.M (1992) menyatakan bahwa laktosa dipecah oleh enzim laktase dengan menghasilkan glukosa dan galaktosa dalam mukosa usus halus. Glukosa dan galaktosa tersebut merupakan molekul sederhana karbohidrat sehingga dapat dicerna dan digunakan oleh tubuh. Apabila seseorang tidak dapat mencerna laktosa dalam tubuh maka dapat dikatakan mengalami intoleransi laktosa.

Intoleransi laktosa adalah ketidakmampuan tubuh untuk mencerna laktosa. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tubuh tidak dapat mencerna laktosa, yaitu aktivitas enzim laktase menurun atau biasa disebut dengan defisiensi laktase primer dan kerusakan mukosa usus halus atau yang biasa disebut dengan defisiensi laktase sekunder (Muchtadi, 2009).

Menurut National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease (2014) bahwa intoleransi laktosa dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana tubuh tidak dapat mencerna laktosa sebagai akibat dari defisiensi enzim laktase yang ditandai dengan gejala kembung, *flatulensi*, dan diare. Lebih lanjut Ghani, L (2011) bahwa intoleransi laktosa menjadi salah satu faktor risiko terjadinya diare. Diare tersebut mengakibatkan waktu yang dibutuhkan untuk mencerna makanan di usus menjadi lebih cepat sehingga akan mengurangi penyerapan zat gizi. Apabila kondisi ini terus terjadi maka akan berdampak pada pertumbuhan anak bahkan terjadi gizi kurang. Gizi kurang merupakan faktor risiko terjadinya diare demikian pula sebaliknya diare dapat menimbulkan gizi kurang (Brown, K.H, 2003). Intoleransi laktosa terjadi di beberapa negara termasuk di Afrika, Amerika, dan Asia termasuk Indonesia sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Angka Kejadian Intoleransi di Beberapa Negara di Asia, Afrika, dan Amerika Latin

Bangsa	Jumlah yang Diselidiki	Intoleransi Laktosa (%)
Indonesia		
- Bayi baru lahir	36	72,2
- 1 bulan – 2 tahun	150	51,3
- 2 tahun – 6 tahun	50	72,0
Gizi kurang di India	22	86,4
Muangthai	30	83,0
Afrika (Bantu, Uganda)	37	84,0
Indian di Columbia	16	81,0
Amerika Selatan	24	100,0

Sumber : Abdoerrachman, dkk (2005)

Tabel 1 menunjukkan bahwa prevalensi intoleransi laktosa secara global 100% di Amerika Selatan, 84% di Afrika, dan lebih dari 80% beberapa negara di Asia. Prevalensi di Indonesia pada bayi baru lahir sebesar 72,2%, anak usia 1 bulan – 2 tahun sebesar 51,3%, dan anak usia 2 – 6 tahun sebesar 72%. Prevalensi intoleransi laktosa di Indonesia tinggi (72,2%) terjadi pada bayi yang baru lahir. Hal ini disebabkan oleh mukosa usus halus bayi yang baru lahir akan membentuk enzim laktase sebagai akibat rangsangan laktosa yang terdapat dalam ASI atau susu formula. Hal tersebut menunjukkan hasil yang berbeda dengan anak yang telah disapih sehingga rangsangan terhadap mikrovili untuk membentuk enzim laktase juga menjadi berkurang (Abdoerrachman, dkk, 2005).

B. Faktor Penyebab Intoleransi Laktosa

Aktivitas enzim laktase menurun dan kerusakan mukosa usus halus merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya intoleransi laktosa.

1. Aktivitas Enzim Laktase Menurun

Laktase adalah enzim yang berfungsi untuk mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa di mukosa usus halus. Menurut Perino, dkk dalam Hegar dan Widodo (2015) menyatakan bahwa aktivitas laktase mulai berkurang setelah masa penyapihan dan hanya sebagian kecil anak yang memiliki enzim laktase yang baik hingga dewasa. Pada penderita intoleransi laktosa dengan penyebab aktivitas enzim laktase

menurun dapat mengonsumsi makanan yang mengandung laktosa namun dalam jumlah yang ditentukan. Heyman (2006) menyatakan bahwa jumlah laktosa dapat menyebabkan gejala bervariasi tiap individu tergantung pada aktivitas laktase dan jumlah laktosa yang dikonsumsi. Menurut Yang, J, dkk (2013) bahwa jumlah pasien yang mengalami gejala intoleransi laktosa lebih rendah signifikan (kontrol 22% dan 68%) setelah mengonsumsi 20 g laktosa dari 40 g laktosa dilakukan HBT (*Hydrogen Breath Test*) pada 88% peserta. Lebih lanjut menurut Bayer, PL dalam Wicaksono, M.A (2014) menyatakan bahwa konsumsi laktosa dalam jumlah lebih dari 12 gram mengakibatkan munculnya gejala yang lebih jelas.

Penderita intoleransi laktosa yang mengonsumsi laktosa dalam jumlah berlebih akan mengalami beberapa gejala. Heyman (2006) menjelaskan gejala intoleransi laktosa dapat berupa sakit perut, kembung, mual, dan diare. Hal ini sejalan dengan National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease (2014) bahwa gejala intoleransi laktosa dapat berupa kembung, *flatulensi*, dan diare. Gejala tersebut muncul sebagai bentuk reaksi atas tidak tercernanya laktosa dalam tubuh.

2. Kerusakan Mukosa Usus Halus

Enzim laktase dibentuk dan terdapat di mukosa usus halus. Apabila tempat produksi enzim laktase mengalami kerusakan maka akan berpengaruh terhadap fungsi enzim laktase tersebut. Menurut Heyman (2006) bahwa kerusakan mukosa usus halus dapat terjadi karena gastroenteritis akut, diare persisten, infeksi akut, dan kemoterapi hingga berakibat pada cedera usus halus dengan hilangnya enzim laktase yang mengandung sel epitel pada vili usus. Enzim laktase yang hilang tersebut mengakibatkan sel epitel pada vili usus mengalami kekurangan enzim laktase sehingga disebut dengan defisiensi laktase sekunder.

C. Penatalaksanaan Intoleransi Laktosa

Penatalaksanaan intoleransi laktosa dimaksudkan untuk mengurangi gejala yang timbul sebagai akibat dari mengonsumsi produk yang

mengandung laktosa. Heyman (2006) menyatakan bahwa dengan membatasi konsumsi makanan yang mengandung laktosa pada anak yang didiagnosis intoleransi laktosa maka dapat meringankan gejala yang ditimbulkan. Hal ini sejalan dengan National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease (2014) bahwa seseorang dapat mengatur gejala yang ditimbulkan oleh intoleransi laktosa dengan mengubah diet yaitu dengan membatasi konsumsi yang mengandung laktosa.

D. Penderita Intoleransi Laktosa 2 – 3 Tahun

Penderita intoleransi laktosa di Indonesia relatif tinggi (72%) terjadi pada anak usia 2 – 6 tahun (Abdoerrachman, dkk, 2005). Usia tersebut dapat digolongkan kedalam masa balita. Masa balita merupakan masa kehidupan yang sangat penting dan perlu mendapatkan perhatian serius. Pada masa ini berlangsung proses tumbuh kembang yang sangat pesat yaitu pertumbuhan fisik dan perkembangan psikomotorik, mental, dan sosial. Pada masa ini diperlukan zat gizi dari makanan sehari-hari dalam jumlah yang tepat dan kualitas yang baik (Andriani, M dan Wirjatmadi, B, 2012). Kecukupan gizi penderita intoleransi laktosa usia 2 – 3 tahun sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecukupan Gizi Penderita Intoleransi Laktosa Usia 2 – 3 Tahun

Berat Badan (Kg)	Tinggi Badan (cm)	Energi dan Zat Gizi	Kandungan Gizi
13	91	Energi (Kal)	1125
		Protein (g)	26
		Lemak (g)	44
		Karbohidrat (g)	155

Sumber : Kementerian Kesehatan RI, 2013

Tabel 2 menunjukkan bahwa untuk mencukupi kebutuhan 10% makanan kudapan pada penderita intoleransi laktosa usia 2 – 3 tahun dengan asumsi berat badan dan tinggi badan masing-masing 13 kg dan 91 cm yang frekuensi pemberian sekali dalam sehari yaitu sebesar 112,5 kalori, protein 2,6 g, lemak 4,4 g, dan karbohidrat 15,5 g. Masa balita merupakan masa pertumbuhan yang sangat cepat sehingga dibutuhkan makanan untuk tumbuh kembang yang seimbang dengan kualitas dan kuantitas yang tepat, terdiri dari :

a. Energi

Zat gizi yang mengandung energi terdiri dari protein, lemak, dan karbohidrat. Pemenuhan energi dianjurkan dapat mencapai 50 – 60% karbohidrat, 25 – 35% lemak, dan 10 – 15% protein (Andriani, M dan Wirjatmadi, B, 2012).

b. Protein

Protein merupakan sumber asam amino esensial yang diperlukan sebagai zat pembangun, yaitu untuk pertumbuhan dan pembentukan protein dalam serum, hemoglobin, enzim, hormon serta antibodi; mengganti sel-sel yang rusak; memelihara keseimbangan asam basa cairan tubuh dan sumber energi (Andriani, M dan Wirjatmadi, B, 2012). Ramayulis, R (2016) menyatakan bahwa bahan makanan sumber protein yang dianjurkan untuk penderita intoleransi laktosa salah satunya berupa kacang-kacangan, kecuali kacang berlemak seperti kacang tanah dan kacang mete.

c. Lemak

Asupan lemak setelah umur 6 bulan sebesar 30 – 35% dari energi. Diet rendah lemak menghilangkan rasa kenyang begitu sebaiknya pemberian lemak berlebihan dapat menyebabkan obesitas (Andriani, M dan Wirjatmadi, B, 2012).

d. Karbohidrat

Laktosa adalah jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh penderita intoleransi laktosa. Pemilihan jenis karbohidrat perlu dilakukan untuk mengurangi gejala intoleransi laktosa yang ditimbulkan. Heyman (2006) menyatakan bahwa anak penderita intoleransi laktosa lebih baik membatasi konsumsi yang mengandung laktosa. Asupan karbohidrat berkisar antara 40 – 60% dari energi (Andriani, M dan Wirjatmadi, B, 2012). Menurut Ramayulis, R (2016) bahwa jenis karbohidrat yang dianjurkan untuk penderita intoleransi laktosa adalah karbohidrat kompleks salah satunya adalah sereal.

B. Kecambah Kedelai (*Glycine max*)

Kedelai (*Glycine max*) merupakan salah satu komoditi pangan dari famili leguminoseae yang memiliki kandungan protein tertinggi diantara familinya. Winarsi (2010) menyatakan bahwa kedelai dikenal karena gizinya, terutama protein yang mencapai 40%. Menurut Depkes RI (1995) bahwa protein kedelai memiliki kandungan asam amino lisin cukup tinggi (56,9 mg/100 g) namun kandungan asam amino sulfur yang rendah seperti metionin (8,3 mg/100 g) dan sistein (8,6 mg/100 g).

Karbohidrat kedelai tersusun atas glukosa, arabinosa, sukrosa, rafinosa, dan stakiosa. Adanya kandungan rafinosa dan stakiosa ini menyebabkan *flatulensi* (rasa sebah) dan tidak nyaman setelah mengonsumsi kedelai (Winarsi, 2010). Lebih lanjut menurut Almatsier, S (2009) menyatakan bahwa rafinosa dan stakiosa merupakan oligosakarida yang terdapat dalam kacang-kacangan dan tidak dapat dipecah oleh enzim pencernaan. Penderita intoleransi laktosa akan mengalami beberapa gejala berupa kembung, *flatulensi*, dan diare apabila mengonsumsi laktosa dalam jumlah yang berlebih (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease, 2014). Oleh karena itu untuk mengurangi *flatulensi* dan rasa tidak nyaman setelah mengonsumsi kedelai diperlukan suatu pengembangan berupa perkecambahan. Perkecambahan kedelai memberikan keuntungan diantaranya dapat menghilangkan oligosakarida penyebab *flatulensi*, menghambat aktivitas senyawa antigizi (*trypsin inhibitor* dan asam fitat), meningkatkan kadar dan daya cerna beberapa zat gizi kedelai (Winarsi, 2010). Hal ini sesuai dengan Astawan, M (2004) bahwa perkecambahan akan meningkatkan daya cerna karena berkecambah merupakan proses katabolis yang memecah karbohidrat, protein dan lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa sederhana tersebut baik digunakan untuk balita yang mengalami gangguan saluran pencernaan, salah satunya adalah intoleransi laktosa.

Mardiyanto, T.R dan Sudarwati, S (2015) menunjukan bahwa lama perkecambahan akan mempengaruhi komposisi kimia yang terdapat dalam kecambah termasuk nilai cerna protein. Nilai cerna protein kecambah kedelai akan meningkat pada jam ke-0 hingga jam ke-48. Peningkatan nilai cerna protein kecambah kedelai hingga jam ke-48 diakibatkan adanya

aktivitas proteolitik dan enzim protease yang mendegradasi dengan berat molekul yang lebih kecil sehingga akan mudah dicerna. Kemudahan pencernaan ini meningkatkan nilai cerna dari protein. Hal ini sejalan dengan Sudarmanto (1992) bahwa semakin lama waktu perkecambahan maka daya cerna protein kecambah akan meningkat.

Perkecambahan kedelai juga mempengaruhi kadar protein semakin lama umur perkecambahan maka kadar proteinnya akan semakin turun. Hal ini disebabkan oleh selama perkecambahan beberapa konstituen biji mengalami degradasi dan beberapa senyawa disintesis (Mardiyanto, T.R dan Sudarwati, S, 2015). Perkecambahan selama 16 - 24 jam mampu meningkatkan asam amino dan pati (Miyake, et al, 2004). Waktu perkecambahan yang sesuai adalah 24 jam karena mengalami peningkatan nilai cerna protein sebesar 55,69% serta penurunan nilai protein tidak terlalu rendah dibandingkan dengan perkecambahan 48 jam dan 72 jam. Kecambah kedelai dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai tepung kecambah kedelai. Kandungan energi dan zat gizi kecambah kedelai meningkat dengan proses penepungan sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Energi dan Zat Gizi Kecambah Kedelai Segar dan Tepung Kecambah Kedelai (per 100 gram)

Komponen Kimia	Kecambah Kedelai Segar	Tepung Kecambah Kedelai
Air (% bk)	92,4	4,59
Abu (% bk)*	-	1,30
Protein (% bk)	13,1	40,5
Lemak (% bk)	6,7	24,1
Karbohidrat (% bk)	9,6	26,6
Serat kasar (% bk)	-	3,20
Energi (Kal/100gram)	122	420

Sumber : Widyaningrum et al, 2005.

Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai energi dan zat gizi kecambah kedelai dengan proses penepungan. Peningkatan nilai energi dan zat gizi tersebut berkaitan dengan kadar air. Hal ini sejalan dengan Adawyah (2007) bahwa penurunan kadar air akan meningkatkan kandungan energi dan zat gizi didalam bahan pangan.

C. Pisang Kepok Merah (*Musa normalis L*)

Ada dua jenis pisang kepok yaitu pisang kepok putih dan pisang kepok merah yang dapat dibedakan dari warna daging buahnya. Menurut Bello *et al* (2000) dalam Musita, N (2009) menyatakan adapun komponen karbohidrat terbesar pada pisang adalah pati pada daging buah dan akan diubah menjadi sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Pisang mentah mengandung pati resisten yaitu jenis karbohidrat yang lolos dari proses pencernaan di usus halus dan masuk kolon (Sajilata *et.al.*, 2006). Hal ini sejalan dengan Asp and Bjorck (1992) dalam Umam (2012) bahwa pati resisten tersebut merupakan pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan di usus halus dan ketika mencapai usus besar dimanfaatkan oleh mikroflora kolon sehingga dapat berpotensi sebagai prebiotik. Hal ini sesuai dengan Sulistiastutik (2009) bahwa pisang kepok merah mengandung pati resisten terbukti substitusi pisang kepok merah mentah sebesar 34,70% dapat meningkatkan jumlah bakteri yang menempel pada kolon mencit sejumlah 55 bakteri. Menurut Firmansyah (2001) bahwa bakteri probiotik bermanfaat dalam pencegahan dan pengobatan beberapa penyakit saluran salah satunya intoleransi laktosa. Kandungan energi dan zat gizi pisang sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Energi dan Zat Gizi Beberapa Jenis Pisang (per 100 gram)

Kandungan Energi dan Zat Gizi	Jenis Pisang				
	Pisang Ambon	Pisang Nangka	Pisang Kepok	Pisang Raja Sereh	Pisang Siam
Air (g)	73,8	68,9	70,7	69,3	62,0
Energi (Kal)	92,0	121	115	108	268
Karbohidrat (g)	24,0	28,9	26,8	28,2	58,1
Protein (g)	1,0	1,0	1,2	1,3	4,3
Lemak (g)	0,3	0,1	0,4	0,3	12,6
Kalsium (mg)	20,00	9,00	11,00	16,00	20,40
Fosfor (mg)	42,00	37,00	43,00	38,00	44,20
Besi (mg)	0,50	0,90	1,20	0,10	1,60
Vitamin C (mg)	3,00	13,40	2,00	2,00	0,01
Vitamin B1 (mg)	0,05	0,13	0,10	0,02	20,40
Vitamin A (RE)	0,00	0,00	0,00	0,00	17,00

Sumber : Depkes RI (1990) dalam Mudjajanto dan Kustinyah (2006)

Tabel 4 menunjukkan kandungan karbohidrat pisang kepok merah cukup tinggi yaitu sebesar 26,8 g/ 100 g bahan dibanding pisang ambon (24

g/100 g bahan) sehingga pisang kepok merah akan melengkapi dari pengembangan sereal kecambah kedelai yaitu dari segi karbohidrat. Indeks prebiotik tepung pisang cukup tinggi yaitu 4,6 (Moongngarm, 2013). Menurut Vrese dan Marteau (2007) dalam Setiarto, dkk (2015) bahwa bahan pangan dinyatakan sebagai sumber prebiotik yang baik apabila memiliki nilai indeks prebiotik di atas 2,0. Hal ini menunjukkan bahwa tepung pisang kepok merah merupakan sumber prebiotik yang baik.

Pisang sangat cocok untuk diproses menjadi tepung karena komponen utama penyusunnya adalah karbohidrat (17,2 - 38%) dan yang dijadikan tepung adalah pisang yang masih mentah dengan tingkat kematangan mencapai 70 - 80% (Wibisana, 2013). Tepung pisang memiliki keunggulan dibandingkan dengan pisang segar diantaranya kandungan energi dan zat gizi lebih tinggi serta dapat dijadikan sebagai bahan tambahan atau pengganti suatu produk, salah satunya sereal. Perbandingan kandungan energi dan zat gizi pisang segar dan tepung pisang sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Kandungan Energi dan Zat Gizi Tepung Pisang dan Pisang Segar (per 100 gram)

Kandungan Energi dan Zat Gizi	Tepung Pisang	Pisang Segar
Air (%)	3,00	70,0
Karbohidrat (%)	88,60	27,00
Serat kasar (%)	2,00	0,50
Protein (%)	4,40	1,20
Lemak (%)	0,80	0,30
Abu (%)	3,20	0,90
Kalsium (mg)	32,00	80,00
Fosporus (mg)	104,00	290,00
Sodium (mg)	4,00	-
B-karoten (ppm)	760,00	2,40
Thiamine (ppm)	0,18	0,50
Riboflavin (ppm)	0,24	0,50
Asam Askorbat (ppm)	7,00	120,00
Energi (Kal/100 g)	340,00	104,00

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1979

Tabel 5 menunjukkan bahwa tepung pisang mengandung karbohidrat yang cukup tinggi, yaitu sebesar 88,6 g/100 g dibandingkan dengan pisang segar sebesar 27 g/ 100 g. Hal ini menunjukkan kandungan gizi pisang segar meningkat dengan proses penepungan, kecuali kandungan gizi mikro

seperti kalsium, fosfor, thiamine, riboflavin, dan asam askorbat mengalami penurunan.

D. Pengolahan Sereal

Sereal merupakan salah satu jenis olahan makanan yang dibuat dari tepung biji-bijian diolah menjadi serpihan, strip (*shredded*), ekstrudat (*extruded*), dan siap santap untuk sarapan pagi (Ratna, *et al.*, 2008). Sereal pengembangan yang dikembangkan berupa *flakes* dari tepung kecambah kedelai dan tepung pisang kepok merah dan termasuk sereal siap santap. Menurut Tribelhorn, R.E (1991) bahwa salah satu jenis sereal yang ada di pasaran adalah sereal siap santap yaitu sereal yang diolah menurut jenis atau bentuknya diantaranya *flakes*. Lebih lanjut menurut Nurjanah, E (2000) yang menyatakan bahwa jenis sereal sarapan yang paling banyak dikonsumsi atau disukai oleh konsumen adalah produk berupa minuman sarapan, produk ekstrusi, dan *flakes*.

Menurut Roseliana (2008) bahwa produk sereal sarapan didasarkan pada formulasi dari bahan tinggi karbohidrat. Pemilihan jenis karbohidrat yang digunakan dalam pengolahan sereal tidak mengandung laktosa sehingga sesuai untuk penderita intoleransi laktosa. Pisang kepok merah adalah salah satu bahan penyusun sereal pengembangan yang mengandung karbohidrat cukup tinggi yaitu 26,8 g/100 g (Mudjajanto dan Kustinyah, 2006). Pengolahan sereal pengembangan dengan melibatkan protein kedelai akan meningkatkan nilai gizi dari sereal. Lebih lanjut Winarsi (2010) menyatakan bahwa protein kedelai dapat berpotensi sebagai pangan fungsional suatu produk salah satunya adalah sereal.

Pengolahan sereal pengembangan dilakukan secara sederhana dengan menggunakan alat cetakan *egg roll*. Proses pengolahan sereal pengembangan sesuai dengan prosedur Sunarni (2009) yaitu pertama menimbang bahan utama yang dibutuhkan (tepung kecambah kedelai dan tepung pisang kepok merah) sesuai dengan formulasi, kedua menambahkan bahan tambahan (tepung beras, gula pasir halus, dan margarin) sesuai dengan formulasi kemudian mencampurkan semua bahan hingga merata, ketiga menambahkan air kedalam adonan sereal pengembangan, keempat pengolahan sereal dengan cetakan *egg roll*, dan terakhir terbentuknya sereal

pengembangan. Produk sereal pengembangan diharapkan sesuai dengan syarat mutu susu sereal yang telah ditetapkan. Mutu produk sereal sudah ditetapkan secara nasional dalam Standar Nasional Indonesia sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Syarat Mutu Susu Sereal

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan :	-	
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2.	Air	%b/b	Maks. 3,0
3.	Abu	%b/b	Maks. 4,0
4.	Protein (Nx6,25)	%b/b	Min 5,0
5.	Lemak	%b/b	Min 7,0
6.	Karbohidrat	%b/b	Min 60,0
7.	Serta kasar	%b/b	Maks. 0,7
8.	Bahan tambahan makanan		
8.1	:	-	Tidak boleh ada
8.2	Pemanis buatan (sakarín dan siklamat)	-	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995
9.	Pewarna tambahan		
9.1	Cemaran logam :	mg/kg	Maks. 2,0
9.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 30,0
9.3	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 40,0
9.4	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0/250,0*
9.5	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 0,03
10.	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 1,0
11.	Cemaran Arsen (As)		
11.1	Cemaran mikroba :	Koloni/g	Maks. 5×10^5
11.2	Angka lempeng total	APM/g	Maks 10^2
11.3	Coliform	APM/g	Maks. < 3
11.4	<i>E. coli</i>	-	Negatif
11.5	<i>Salmonella</i> /25 g	-	Negatif
11.6	<i>Staphylococcus aureus</i> /g Kapang	Koloni/g	Maks. 10^2

Sumber : SNI 01-4270-1996

Tabel 6 menunjukkan bahwa susu sereal memiliki mutu yang baik harus mengandung protein minimal 5 g/100 g bahan, lemak minimal 7 g/100 g bahan, dan karbohidrat 60 g/100 g bahan, dan nilai energi minimal 323 Kal/100 g. Kandungan gizi tersebut merupakan kandungan gizi yang terdiri dari sereal dan susu. Oleh sebab itu, sereal pengembangan tepung kecambah kedelai dan tepung pisang kepok merah juga harus memenuhi energi dan zat gizi susu sereal. Susu yang disarankan adalah susu kedelai karena susu kedelai sesuai untuk penderita intoleransi laktosa. Hal ini

sesuai dengan Susianto (2010) bahwa tidak adanya kandungan laktosa pada kedelai digantikan dengan kandungan protein dan serat tinggi serta lemak yang lebih rendah dibandingkan dengan susu sapi. Kandungan energi dan zat gizi susu kedelai dibandingkan dengan susu sapi sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan Energi dan Zat Gizi Susu Kedelai dan Susu Sapi (per 100 ml)

Jenis Nutrisi	Satuan	Susu Kedelai	Susu Sapi
Kadar air	g	88,72	87,99
Energi	Kal	50	61
Protein	g	3,6	3,29
Lemak	g	1,84	3,34
Karbohidrat total	g	5,76	4,66
Mineral			
Kalsium (Ca)	mg	3	119
Fosfor (P)	mg	56	93
Zat Besi (Fe)	mg	0,8	0,1
Magnesium (Mg)	mg	28	13
Kalium (K)	mg	191	152
Natrium (Na)	mg	3	49
Seng (Zn)	mg	0,39	0,38
Tembaga (Cu)	mg	0,1	-
	mg	0,2	-
Vitamin			
Tiamin	mg	0,122	0,038
Riboflavin	mg	0,042	0,162
Niasin	mg	0,22	0,084
Vitamin B6	mg	0,062	0,042
Asam pentatonat	mg	0,076	0,314
Folasin	µg	1	5
Asam lemak jenuh	%	40 - 48	60 – 70
Asam lemak tak jenuh	%	52 - 60	30 – 40
Kolesterol	%	-	9,24 - 9,9
Kadar abu	g	0,48	0,72

Sumber : Haytowitz dan Matthews (1989) dan Chen diacu oleh Liu (1997) dalam Sari (2007)

Tabel 7 menunjukkan kandungan gizi susu kedelai hampir setara dengan susu sapi. Kandungan protein susu kedelai lebih tinggi (3,6 g/100 ml) daripada susu sapi (3,29 g/100 ml). Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan RI (2008) bahwa salah satu penanganan intoleransi laktosa dengan

konsumsi produk kedelai karena produk kedelai merupakan bebas laktosa dan sumber kalsium yang baik untuk menggantikan susu dan produk susu lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa susu kedelai dapat dijadikan sebagai susu alternatif untuk penderita intoleransi laktosa.

E. Mutu Kimia

1. Kadar Air

Kadar air merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam proses pengolahan suatu produk makanan. Kadar air susu sereal harus sesuai dengan SNI 01-4270-1996 yaitu maksimal 3 g/100g.

Kontribusi yang berpengaruh terhadap kadar air dalam sereal pengembangan berasal dari tepung kecambah kedelai. Hal ini sesuai dengan Bayu, B (2016) bahwa sereal dengan proporsi bahan tepung kecambah kedelai 100% memiliki kadar air yang lebih tinggi (4,36 g/100g) dibandingkan sereal dengan proporsi bahan substitusi tepung kecambah kedelai (2,84 g/100g). Oleh karena itu untuk memenuhi kadar air sesuai dengan syarat mutu SNI susu sereal, diperlukan bahan lain sebagai substitusi tepung kecambah kedelai. Kadar air dalam produk sangat berpengaruh terhadap daya tahan produk. Kadar air yang tinggi dalam produk dapat memacu aktivitas mikroba, semakin tinggi kadar air suatu produk maka semakin rendah daya simpan produk tersebut (Suprpti, 2005).

2. Kadar Abu

Kadar abu dalam produk pangan menunjukkan tingginya kandungan mineral dalam produk pangan tersebut. Hal ini sesuai dengan Murray, R.K, dkk (2003) bahwa semakin tinggi kandungan abu maka semakin tinggi pula kandungan unsur-unsur mineral dalam bahan atau produk pangan. Kadar abu sereal yang sesuai dengan persyaratan susu sereal SNI 01-4270-1996 yaitu maksimal 4 g/100g. Menurut Bayu, B (2016) bahwa kadar abu sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai meningkat seiring dengan peningkatan proporsi tepung kecambah kedelai yaitu 3,09 g/100g dengan substitusi 50% tepung kecambah kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai masih memenuhi kadar abu yang telah ditetapkan oleh SNI susu sereal.

3. Protein

Produk dengan olahan tepung kecambah kedelai cenderung mengandung protein yang cukup tinggi dibandingkan dengan produk yang tidak menggunakan tepung kecambah kedelai. Begitu pula dengan produk sereal pengembagan diharapkan juga mengandung protein yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan Bayu, B (2016) bahwa sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai mengandung kadar protein yang tinggi yaitu 22,92 g/100g dengan substitusi 50% tepung kecambah kedelai. Sementara menurut Pengestuti (2005) bahwa produk sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai dapat menyumbang proten terbesar, yaitu 40,49%. Namun setelah dilakukan proses pengolahan kadar protein sereal menurun dari formulasi bahan. Penurunan kadar protein disebabkan oleh kemungkinan terjadinya kehilangan protein selama proses pengolahan atau kurang homogenya bahan saat analisis.

4. Lemak

Tepung kecambah kedelai selain sebagai sumber protein juga sebagai sumber lemak. Hal ini sesuai dengan Pangestuti (2005) bahwa sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai mengandung kadar lemak yang tinggi seiring dengan meningkatnya proporsi tepung kecambah kedelai. Lebih lanjut Bayu, B (2016) bahwa sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai sebesar 50% mengandung kadar lemak yang cukup tinggi yaitu 14,49 g/100g. Peningkatan kadar lemak sereal dengan bahan tepung kecambah kedelai berkaitan dengan tepung kecambah kedelai sebagai sumber lemak dimana dalam 100 gram tepung kecambah kedelai mengandung lemak sebesar 24,1 gram (Widyaningrum, et al, 2005). Kedelai mengandung lemak tertinggi diantara kelompok kacang-kacangan yang sebagian besar terdiri dari asam lemak tak jenuh yaitu asam linoleat (omega-6), asam linolenat (omega-3), dan asam oleat (omega-9). Asam lemak tak jenuh yang utama adalah asam linoleat sebesar 53% dari total kandungan asam lemak tak jenuh, tetapi sedikit kandungan asam lemak omega-3 (asam lemak yang baik, misal asam linolenat). Kedelai dapat dijadikan sebagai sumber asam lemak yang baik untuk meningkatkan asupan asam linolenat (Winarsi, 2010). Mengacu pada

persyaratan susu sereal SNI 01-4270-1996, kandungan lemak pada susu sereal minimal 7 g/100g.

5. Karbohidrat

Olahan kedelai cenderung menghasilkan produk dengan kadar karbohidrat yang rendah. Hal ini sesuai dengan Pangestuti (2005) bahwa sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai mengandung kadar karbohidrat yang rendah seiring dengan menurunnya proporsi tepung kecambah kedelai. Lebih lanjut Bayu, B (2016) bahwa sereal dengan substitusi tepung kecambah kedelai mengandung karbohidrat yang rendah yaitu 56,66 g/100g dengan substitusi 50% tepung kecambah kedelai. Rendahnya kandungan kadar karbohidrat dalam olahan produk sereal kedelai maka diperlukan substitusi bahan makanan tinggi karbohidrat. Hal ini sesuai dengan Pangestuti (2005) dan Bima, B (2016) bahwa masing-masing produk sereal kecambah kedelai disubstitusi dengan bahan makanan tinggi karbohidrat, yaitu tepung ubi jalar merah dan tepung kecambah jagung. Oleh karena itu, sereal pengembangan ini terbuat dari tepung kecambah kedelai dengan substitusi tepung pisdang kepok merah diharapkan dapat memenuhi persyaratan susu sereal SNI 01-4270-1996, kandungan karbohidrat pada susu sereal minimal 60 g/100g.

F. Mutu Organoleptik

Hal utama yang dinilai dalam uji daya terima (organoleptik) dalam sereal pengembangan ini adalah warna, aroma, rasa, dan tekstur. Salah satu metode penilaian mutu organoleptik yang sesuai menggunakan uji kesukaan atau uji hedonik. Dalam uji hedonik panelis diminta tanggapan pribadi mengenai kesukaan atau ketidaksukaan dengan menggunakan tingkat kesukaan yang disebut skala hedonik, yaitu : sangat suka, suka, tidak suka, dan sangat tidak suka (Soekarto, 1985).

1. Warna

Warna sereal pengembangan yang diharapkan berwarna kuning kecoklatan. Hal ini sesuai dengan Bayu, B (2016) bahwa produk ekstrudat (sereal) dengan substitusi tepung kecambah kedelai akan menghasilkan warna kuning hingga kecoklatan. Lebih lanjut Rundini, B dan

Ayustaningwarno, F (2013) menyatakan bahwa kudapan ekstruksi (sereal) dengan substitusi tepung kecambah kedelai akan menghasilkan warna ekstruksi (sereal) kuning kecoklatan. Hal ini diduga oleh reaksi *mailard* yang terjadi selama pengolahan sereal. Reaksi *maillard* pada sereal pengembangan terjadi antara gula pereduksi (fruktosa dan glukosa yang terdapat pada tepung pisang kepok merah) dengan asam amino pada kedelai selama proses pengolahan sereal pengembangan. Lebih lanjut Avianty, S (2013) menyatakan bahwa reaksi *mailard* terjadi antara asam amino lisin yang tinggi dalam kedelai dengan gugus gula pereduksi. Hal ini sesuai dengan Depkes RI (1995) bahwa kedelai mengandung asam amino lisin cukup tinggi yaitu 56,9 mg/100 g. Lisin tersusun dari dua gugus amin bersifat lebih reaktif terhadap gula pereduksi yang mengakibatkan terjadinya perubahan warna kecoklatan yang lebih pekat. Winarno (2008) menyatakan bahwa salah satu hal yang menentukan suatu bahan makanan berwarna coklat yaitu warna gelap yang timbul karena adanya reaksi *mailard*.

2. Aroma

Produk olahan kedelai biasanya akan menimbulkan aroma langu. Rundini, B dan Ayustaningwarno, F (2013) bahwa produk ekstruksi (sereal) dengan substitusi tepung kecambah kedelai cenderung tidak disukai oleh panelis. Lebih lanjut Bayu, B (2016) bahwa sereal tanpa tepung kecambah kedelai lebih disukai panelis dibandingkan sereal dengan tepung kecambah kedelai.

Aroma langu diduga berasal dari enzim lipoksigenase. Hal ini sesuai dengan Rundini, B dan Ayustaningwarno, F (2013) bahwa produk ekstruksi (sereal) dengan substitusi tepung kecambah kedelai beraroma agak langu yang disebabkan oleh enzim lipoksigenase dalam tepung kecambah kedelai. Pramita (2010) menyatakan bahwa enzim lipoksigenase akan bereaksi dengan lemak sewaktu penggilingan atau penghancuran kedelai. Pada saat penghancuran kedelai, enzim lipoksigenase akan mengkatalisis reaksi asam lemak tak jenuh terutama asam lemak linoleat dan linolenat yang mengakibatkan pembentukan asam dan aroma langu (Shurtleff dan Aoyagi, 1984). Hal ini sesuai dengan Winarsi (2010) bahwa kedelai mengandung asam lemak tak jenuh diantaranya asam linoleat sebesar 53% dari total

kandungan asam lemak tak jenuh. Lebih lanjut Zulfa dan Rustianti (2013) bahwa aroma langu dapat dihilangkan dengan menonaktifkan enzim lipoksigenase dengan beberapa cara seperti perendaman dan pemanasan saat proses pembuatan tepung kecambah kedelai. Hal ini sesuai dengan Aminah, S dan Hersoelistyorini, W (2012) bahwa *blancing* adalah suatu proses pemanasan yang diberikan terhadap suatu bahan yang salah satunya bertujuan untuk menonaktifkan enzim. Proses pengolahan tepung kecambah kedelai telah melalui proses *blancing* air dan uap namun aroma langu kedelai tidak hilang secara keseluruhan.

3. Rasa

Produk olahan kedelai biasanya akan menimbulkan rasa *after taste* pahit. Rasa pahit disebabkan oleh tepung kecambah kedelai dimana terjadi proses hidrolisis protein menjadi asam amino pada reaksi *maillard* baik saat proses pembuatan tepung kecambah kedelai maupun saat pemanggangan produk makanan (Pratama, 2015). Lebih lanjut Kam Huey Wong (2008) menyatakan bahwa hidrolisis protein menjadi asam amino dapat terjadi pada asam amino lisin, valin, arginin, prolin, dan fenilalanin yang menimbulkan rasa pahit, terutama lisin. Hal ini sesuai dengan Depkes RI (1995) menyatakan bahwa protein kedelai mengandung lisin yang cukup tinggi yaitu 56,9 mg/100g.

4. Tekstur

Tekstur yang diharapkan oleh produk sereal adalah renyah. Menurut Bayu, B (2016) bahwa produk ekstrudat (sereal) yang disubstitusi dengan kedelai menunjukkan hasil yang sebaliknya. Dengan substitusi kedelai menghasilkan produk ekstrudat (sereal) yang memiliki tekstur (kerenyahan) menjadi kurang renyah. Hal ini berkaitan dengan kandungan lemak dalam tepung kecambah kedelai. Menurut Widyaningrum, *et al* (2005) bahwa tepung kecambah kedelai mengandung lemak yang cukup tinggi yaitu 24,1 g/100 g. Hal ini sesuai dengan Rudini, B dan Ayustaningwarno, F (2013) bahwa kandungan lemak yang tinggi pada kedelai akan menghambat pengembangan produk ekstruksi (sereal) karena dapat membentuk suatu

lapisan pada bagian granula pati sehingga panas tidak bisa maksimal yang menyebabkan produk tidak mampu mengembang dengan baik.