

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Prevalensi Obesitas

Obesitas merupakan dampak ketidakseimbangan energi yaitu asupan lebih tinggi dari pada keluaran energi dalam jangka waktu tertentu. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi ketidakseimbangan antara asupan berlebih dengan keluaran energi. Namun, dapat disederhanakan menjadi dua hal yaitu, asupan makanan tinggi dan aktivitas fisik yang rendah (Arisman, 2014). Selain itu, pola tidur yang salah juga merupakan faktor penyebab terjadinya obesitas (Haryono, V.H., 2015). Obesitas juga merupakan salah satu penyakit salah gizi, sebagai akibat konsumsi makanan yang lebih tinggi dari kebutuhannya (Soetjningsih, 2012). Menurut Adriani, M dan Wirjatmadi, B (2012) obesitas merupakan kondisi abnormal atau kelebihan lemak dalam jaringan adipose sehingga dapat mengganggu kesehatan.

Obesitas anak balita adalah keadaan menumpuknya lemak berlebihan secara menyeluruh di bawah kulit jaringan lainnya dalam tubuh yang disebabkan karena ketidakseimbangan antara makanan yang masuk kedalam tubuh dan yang digunakan sehingga mengganggu kesehatan (Aindrawati, K dan Dewi, R., 2014). Berat badan berlebih atau obesitas akan berlanjut sampai remaja dan dewasa jika tidak teratasi sejak dini. Kelebihan berat badan anak sama halnya dengan orang dewasa yaitu terjadi karena ketidaksimbangan antara energi yang masuk dan keluar, asupan makanan yang berlebihan, kurangnya aktifitas fisik atau keduanya. Namun, berbeda dengan dewasa, kelebihan berat anak tidak boleh diturunkan, karena penyusutan berat akan menghilangkan zat gizi yang diperlukan untuk pertumbuhan. Laju penambahan berat badan sebaiknya diperlambat sampai proporsi berat badan terhadap tinggi badan kembali normal. Perlambatan ini dapat dicapai dengan cara mengurangi makan dan memperbanyak olahraga (Arisman, 2014).

Obesitas mulai menjadi masalah kesehatan di seluruh dunia, bahkan World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa obesitas sudah merupakan suatu epidemik global sehingga obesitas sudah merupakan suatu problem kesehatan yang harus segera ditangani (Hidayati, S.N., dkk., 2009).

Prevalensi obesitas terus meningkat secara nyata di seluruh dunia, bahkan di beberapa negara industri dan maju, seperti Amerika Serikat, Obesitas dapat dikategorikan sebagai wabah (epidemi) (Wahyu, G.G., 2009). Prevalensi obesitas meningkat tidak hanya di negara-negara maju, tetapi juga di negara-negara berkembang termasuk Indonesia (Wandansari dalam Setiyaningsih, Y.E., dkk., 2015).

Prevalensi obesitas di Indonesia juga menjadi perhatian. Bukan hanya pada usia dewasa melainkan juga pada balita. Prevalensi obesitas pada balita 2007 mengalami peningkatan dari 12,2% (Riskesdas, 2007) menjadi 14,0% (Riskesdas, 2010). Selanjutnya terjadi penurunan prevalensi obesitas pada tahun 2013 yaitu 11,8% (Riskesdas, 2013). Prevalensi berdasarkan kelompok umur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Prevalensi Obesitas di Indonesia

| Kelompok Umur (tahun) | Prevalensi (%) | |
|-----------------------|----------------|------|
| | 2010 | 2013 |
| 0 - 5 | 14,0 | 11,8 |
| 6 - 12 | 9,2 | 8,0 |
| 13 - 15 | 2,5 | 2,5 |
| 16 - 18 | 1,4 | 1,6 |
| > 18 | 11,7 | 14,8 |

Sumber : Riskesdas, 2010 dan Riskesdas, 2013

Tabel 1 menunjukkan bahwa prevalensi obesitas pada balita (0-5 tahun) mengalami penurunan dari tahun 2010 hingga 2013. Namun, prevalensi ini harus tetap ditekan agar tidak mengalami peningkatan lagi. Hal ini sesuai dengan salah satu *Global Nutrition Targets 2025* dalam *World Health Assembly 2025* yaitu tidak ada kenaikan proporsi *overweight* pada balita. *World Health Assembly 2025* merupakan program dalam rangka memperbaiki gizi ibu, bayi dan balita (WHO,2014).

Prevalensi obesitas berdasarkan kelompok umur ini kemudian dikategorikan pada berbagai kelompok umur balita. Prevalensi obesitas pada kelompok umur balita disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Prevalensi Obesitas menurut Kelompok Umur Balita

| Kelompok Umur (bulan) | Prevalensi (%) |
|------------------------------|-----------------------|
| 0 - 5 | 21,8 |
| 6 - 11 | 15,9 |
| 12 - 23 | 10,4 |
| 24 - 35 | 9,7 |
| 36 - 47 | 10,2 |
| 48 - 59 | 10,5 |

Sumber : Riskesdas, 2013.

Tabel 2 menunjukkan bahwa prevalensi obesitas usia 48-59 bulan sebesar 10,5% lebih tinggi dibandingkan dengan usia ≥ 12 bulan. Hal ini disebabkan oleh balita usia ≥ 12 bulan, sudah mengenal beragam jenis makanan seperti *unhealthy food*. Adapun jenis-jenis *unhealthy food* yang sering dikonsumsi balita yaitu susu *full cream*, *western fast food* dan makanan manis. Menurut Setyaningsih, Y.E., dkk (2015) yang menyatakan bahwa konsumsi *unhealthy food* memiliki resiko 4,26 kali menderita obesitas. Selain itu, Pada balita umur 48-59 bulan cenderung lebih bisa menentukan jenis makanan yang mereka ingin makan dibanding kelompok umur dibawahnya (Setyaningsih, Y.E., dkk., 2015).

B. Faktor Penyebab Obesitas

Asupan makanan berlebih, aktivitas fisik yang ringan, pola tidur yang kurang dan keturunan merupakan faktor yang dianggap mengatur perlemakan tubuh dalam proses terjadinya kegemukan (Haryono, V.H., 2015). Ada 3 faktor, yaitu asupan makanan berlebih, aktifitas fisik ringan dan pola tidur yang kurang dianggap sebagai penyebab langsung sedangkan keturunan sebagai penyebab tidak langsung. Penimbunan lemak tersebut terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara jumlah energi yang dikonsumsi dan yang digunakan. Haryono, V.H (2015) serta Adriani, M dan Wirjatmadi, B (2012) menguraikan mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya obesitas, diantaranya yaitu :

1. Asupan makanan berlebih

Asupan energi yang berlebih secara terus menerus dan tidak digunakan oleh tubuh akan mengakibatkan energi akan disimpan dalam bentuk jaringan lemak didalam tubuh. Semakin banyak energi yang tidak digunakan maka akan meningkatkan jaringan lemak dalam tubuh. Asupan energi yang berlebihan juga dapat mengakibatkan resistensi leptin. Leptin berasal dari jaringan adipose. Semakin banyak jaringan adipose maka kadar

leptin juga akan semakin tinggi. Adanya leptin seharusnya dapat menurunkan nafsu dan asupan makan, namun karena adanya resistensi leptin pada penderita obesitas hal tersebut tidak dapat terjadi.

Obesitas pada anak disebabkan oleh asupan makanan yang berlebih. Menurut penelitian Setyaningsih, YE., dkk (2015). Hal ini sejalan dengan Magdalena (2012) yang menyatakan bahwa obesitas pada anak dipengaruhi oleh tingkat konsumsi energi, protein, lemak dan karbohidrat yang termasuk dalam kategori diatas angka kecukupan gizi. Penelitian Anggraini, S (2008) juga menunjukkan bahwa anak yang mengkonsumsi energi lebih dari tingkat kecukupan akan beresiko mengalami obesitas 7,26 kali dibanding dengan anak dengan konsumsi energi \leq tingkat kecukupan.

Salah satu jenis makanan yang dikonsumsi berlebih oleh balita yaitu *unhealthy food*. Konsumsi *unhealthy food* yang berlebihan memiliki resiko 4,26 kali menderita obesitas (Setyaningsih, Y.E, dkk., 2015). Makanan jenis ini mempunyai banyak kandungan garam, lemak dan gula didalamnya, oleh karena itu makanan ini termasuk makanan yang dapat menyebabkan terjadinya obesitas. Jenis-jenis *unhealthy food* yang merupakan faktor resiko diantaranya yaitu susu *full cream*, *western fast food* dan makanan manis. Susu *full cream* menjadi jenis makanan yang paling sering dikonsumsi dibandingkan dengan produk lainnya dan hasil menunjukkan bahwa balita yang mengonsumsi susu *full cream* $\geq 15x$ /minggu beresiko menderita obesitas 3,83 kali dibanding balita yang mengonsumsi susu $< 15x$ /minggu. Barkey C., *et al* (2005) mengemukakan bahwa kandungan *whey* protein dan *estrone* dalam produk susu menyebabkan kegemukan (obesitas). Hal ini sejalan dengan penelitian Remesar X., *et al* (1999) yang menyatakan bahwa kandungan *estrone* dalam makanan menyebabkan kenaikan berat badan pada hewan percobaan 2 kali dibandingkan dengan kontrol. Penelitian Aoyama, T., *et al* (2014) juga mengemukakan bahwa kandungan *whey* protein pada makanan menghasilkan penurunan berat badan pada hewan percobaan yang mengalami obesitas lebih rendah 1,1 kali dari soy protein.

2. Aktivitas fisik kurang

Kurangnya aktivitas fisik merupakan salah satu penyebab utama dari meningkatnya angka kejadian obesitas. Penelitian Mustelin *et al* (2009) menunjukkan bahwa anak yang tidak rutin melakukan aktivitas fisik memiliki

resiko obesitas 1,35 kali dibandingkan dengan anak yang rutin melakukan aktivitas fisik. Kebiasaan aktivitas fisik anak dalam kesehariannya antara lain seperti berjalan kaki dan bersepeda (Sartika, R.A.D., 2011).

Adanya kemajuan teknologi membuat anak semakin pasif dan memiliki gaya hidup yang santai (*sedentary lifestyle*), anak lebih memilih menghabiskan waktu didepan televisi atau bermain *games* yang ada di komputer (Williams and Wilkins, 2005). Penelitian Mushtaq, M., *et al* (2011) menunjukkan anak yang melakukan *sedentary lifestyle* selama lebih dari 1 jam perhari memiliki resiko menjadi obesitas. Anak yang sudah mengalami obesitas, maka akan menyulitkan anak untuk melakukan aktivitas fisik karena badan anak yang berukuran besar (Zabinski, E.F., *et al*, 2003).

3. Pola tidur yang salah

Pola tidur menjadi salah satu faktor penyebab dari obesitas pada balita. Menurut Haryono, V.H (2015). Pola tidur salah yang dimaksud adalah anak yang cenderung kurang tidur, sehingga anak akan memiliki kebiasaan tidak baik seperti makan sebelum tidur dan menghabiskan waktu dengan bermain *games* disertai dengan makan cemilan seperti sosis dan pentol. Haryono, V.H (2015) lebih lanjut menjelaskan bahwa, hal tersebut bisa disebabkan oleh kesibukkan orang tua balita yang menuntut bekerja hingga sore hari sehingga anak tidak terbiasa untuk tidur siang dan memanfaatkan waktunya untuk bermain dan menonton televisi disertai dengan makan cemilan seperti sosis dan pentol. Anak-anak menjadi kurang beraktifitas fisik.

C. Kebutuhan Balita Usia 4-5 Tahun

Anak balita adalah anak yang telah menginjak usia diatas 1 tahun atau lebih sering disebut dengan pengertian usia anak dibawah lima tahun (Muaris, H., 2006). Menurut Sutomo, B. dan Anggraini, D.Y. (2010), balita adalah istilah umum bagi anak usia 1-3 tahun (batita) dan anak prasekolah (3-5 tahun). Masa balita merupakan usia penting dalam tumbuh kembang anak secara fisik. Pada usia tersebut, pertumbuhan seorang anak sangatlah pesat sehingga memerlukan asupan zat gizi yang sesuai dengan kebutuhannya. Kondisi kecukupan gizi tersebut sangatlah berpengaruh dengan kondisi kesehatannya secara berkesinambungan pada masa mendatang (Muaris, H., 2006). Kebutuhan gizi pada balita berdasarkan angka kecukupan gizi tahun 2013 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Angka Kecukupan Gizi Anak Usia 4-6 Tahun

| Energi dan Zat Gizi | Jumlah |
|----------------------------|---------------|
| Energi (Kal) | 1600 |
| Protein (g) | 35 |
| Lemak (g) | 62 |
| Karbohidrat (g) | 220 |
| Serat (g) | 22 |
| Vitamin D (mcg) | 15 |
| Kalsium (mg) | 1000 |
| Fosfor (mg) | 500 |
| Besi (mg) | 9 |

Sumber : Kementerian Kesehatan RI, 2013

Tabel 3 menunjukkan bahwa untuk mencukupi 10% dari total energi untuk kecukupan *snack* yang frekuensinya dalam 1 kali pemberian yaitu sebesar 160 kalori. Kandungan zat gizi lain seperti protein 3,5 g, lemak 6,2 g, karbohidrat 22 g, kalsium 100 mg dan fosfor 50 mg. Pada masa balita saat pertumbuhan sangat cepat, dibutuhkan makanan untuk tumbuh kembang yang seimbang dengan kualitas dan kuantitas yang tepat, yaitu terdiri dari :

1. Protein

Protein bermanfaat dan sangat esensial untuk pertumbuhan dan menggantikan jaringan tubuh yang rusak. Jika protein cukup maka daya tahan tubuh terhadap infeksi akan meningkat. Protein diambil dari makanan diubah menjadi asam amino dalam tubuh. Protein yang baik untuk penderita obesitas adalah *soy protein*, sejalan dengan Aoyama, T., *et al* (2014) yang mengemukakan bahwa kandungan *soy protein* akan menurunkan berat badan 1,1 kali lebih banyak dibandingkan dengan *whey protein*.

2. Lemak

Konsumsi lemak berpengaruh terhadap kejadian obesitas. Tingkat asupan lemak yang melebihi tingkat kecukupan mempunyai resiko 4,4 kali lebih besar untuk mengalami obesitas dibandingkan dengan yang tingkat asupan lemak yang masih kurang dari tingkat kecukupan (Kharismawati, R., 2010). Asupan lemak yang melebihi kebutuhan dalam jangka waktu yang lama dapat memicu timbulnya obesitas. Kapasitas penyimpanan makronutrien juga menentukan keseimbangan energi. Lemak mempunyai kapasitas penyimpanan yang tidak terbatas. Kelebihan asupan lemak tidak diiringi peningkatan oksidasi lemak sehingga sekitar 96% lemak akan disimpan dalam tubuh (Laquarta, I.,

2004). Oleh sebab itu, lemak yang dibutuhkan oleh balita obesitas yaitu lemak tidak jenuh seperti asam linoleat dan asam linolenat (Astawan, M., 2009).

3. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Kelebihan karbohidrat didalam tubuh akan diubah menjadi lemak dan disimpan dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan kenaikan berat badan. Peranan utama karbohidrat didalam tubuh adalah menyediakan glukosa bagi sel-sel tubuh, yang kemudian diubah menjadi energi. Kelebihan glukosa akan disimpan didalam hati dalam bentuk glikogen. Sel-sel otot juga menyimpan glukosa dalam bentuk glikogen. Glikogen ini hanya digunakan sebagai energi untuk keperluan otot dan tidak dapat dikembalikan sebagai glukosa kedalam aliran darah. Tubuh hanya dapat menyimpan glikogen dalam jumlah terbatas, yaitu untuk keperluan energi beberapa jam. Jika asupan karbohidrat melebihi kapasitas oksidatif tubuh dan penyimpanan, sel dapat mengubah karbohidrat menjadi lemak. Perubahan ini terjadi didalam hati. Lemak ini kemudian dibawa ke sel-sel lemak yang dapat menyimpan lemak dalam jumlah yang tidak terbatas (Bruyne, L.K.D., *et al*, 2008).

4. Serat

Serat adalah karbohidrat kompleks yang terkandung dalam bahan makanan nabati. Akibat kurangnya asupan serat, usus halus akan menyerap seluruh lemak dan gula yang dimakan dalam waktu relatif singkat, sehingga akan cepat menjadi lapar kembali (Kimm, S.Y.S., 1995). Konsumsi serat yang cukup dapat menurunkan resiko obesitas. Makanan tinggi serat umumnya memerlukan waktu lebih banyak untuk mengunyah dan mencerna. Makanan yang mengandung serta tidak larut tidak dicerna dan menambah volume makanan, sehingga mengurangi risiko konsumsi yang berlebihan. Sedangkan serat larut air akan berubah menjadi substansi menyerupai gel selama proses pencernaan dan memperlambat makanan melewati usus sehingga membuat tubuh kenyang lebih lama. Berdasarkan penelitian Kharismawati, R (2010), terdapat hubungan antara tingkat asupan serat dengan status obesitas. Nilai ratio odds sebesar 4,0 artinya subyek yang tingkat asupan seratnya termasuk dalam kategori kurang mempunyai risiko 4 kali lebih besar untuk mengalami obesitas dibandingkan dengan subyek yang tingkat asupan seratnya termasuk dalam kategori baik.

D. Kecambah Kedelai

Kedelai (*Glycine max L. Mer*) merupakan salah satu komoditi pangan dari famili leguminoseae yang dibutuhkan dalam pelengkap gizi makanan. Kedelai memiliki kandungan gizi tinggi yang berperan untuk membentuk sel-sel tubuh dan menjaga kondisi sel-sel tersebut. Kedelai mengandung protein 75-80% dan lemak mencapai 16-20% serta beberapa asam-asam kasein (Suhardi, 2002).

Salah satu pengembangan dari kedelai adalah kecambah kedelai. Kecambah kedelai mampu meningkatkan daya cerna protein (Winarsi, H., 2010). Daya cerna protein yang tinggi dibutuhkan untuk balita obesitas dalam menekan lajunya pertambahan berat badan (Kurniawan, S.K., 2011). Hal ini sesuai dengan Arisman (2014) yang menyatakan bahwa laju pertambahan berat badan balita sebaiknya diperlambat sampai proporsi berat badan terhadap tinggi badan kembali normal. Perkecambahan juga merupakan salah satu upaya menginaktifkan zat anti gizi pada kedelai (Astawan, M., 2004). Adapun komposisi gizi berbagai jenis kecambah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Gizi berbagai Jenis Kecambah Kacang-kacangan (100 gram)

| Zat Gizi | Kecambah Kacang Hijau | Kecambah Kedelai | Kecambah Kacang Tunggak |
|-----------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
| Energi (Kal) | 23 | 122 | 35 |
| Protein (g) | 2,9 | 13,1 | 5,0 |
| Lemak (g) | 0,2 | 6,7 | 0,2 |
| Karbohidrat (g) | 4,1 | 9,6 | 5,8 |
| Kalsium (mg) | 29 | 67 | 57 |
| Fosfor (mg) | 69 | 164 | 88 |
| Besi (mg) | 0,8 | 2,1 | 1,0 |
| Vitamin A (SI) | 10 | 1.0 | 0 |
| Vitamin B (mg) | 0,07 | 0,23 | 0,07 |
| Vitamin C (mg) | 15 | 15 | 15 |
| Air (g) | 92,4 | 81,0 | 88,0 |

Sumber : Depkes RI (1992) dalam Astawan, M. (2004)

Tabel 4 menunjukkan bahwa kecambah kedelai memiliki nilai energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kecambah kacang hijau dan kecambah kacang tunggak yaitu sebesar 122 Kalori. Kandungan protein pada kecambah kedelai juga tinggi yaitu sebesar 13,1 g/ 100 g bahan. Sehingga pemilihan kecambah kedelai sebagai bahan dalam produk sereal pengembangan untuk balita obesitas

perlu dilakukan karena akan menghasilkan produk dengan kepadatan energi cukup tinggi. Selain itu, protein kedelai yang merupakan protein nabati, memiliki mutu protein yang lebih rendah sehingga kegunaan dalam tubuh tidak secara keseluruhan dan hal inilah yang menyebabkan penambahan berat badan relatif lebih lambat dibandingkan dengan protein dengan mutu protein tinggi seperti yang terdapat pada protein hewani. Hal ini juga sejalan dengan Cahyadi, W (2007) menyatakan bahwa setiap gram protein nabati akan menghasilkan penambahan berat badan sebesar 2,3 gram pada hewan percobaan (tikus putih), sedangkan protein hewani menghasilkan penambahan berat badan sebesar 2,5 gram. Hal ini berarti bahwa bahan pangan berbahan dasar kedelai dapat memperlambat laju pertumbuhan berat badan pada balita hingga proporsi berat badan terhadap tinggi badan kembali normal (Arisman, 2014).

Perkecambahan pada kedelai merupakan salah satu upaya menginaktifkan zat-zat antigizi kacang-kacangan diantaranya yaitu antitripsin, hemaglutinin, asam fitat, dan oligosakarida. Kandungan zat gizi pada biji sebelum dikecambahkan berada dalam bentuk tidak aktif (terikat), tetapi setelah proses perkecambahan bentuk tersebut diaktifkan sehingga meningkatkan daya cerna (Winarsi, 2010). Hal ini sejalan dengan Astawan (2009) yang menyatakan bahwa protein kedelai memiliki susunan asam amino esensial yang lengkap serta daya cerna yang sangat baik. Selama proses pekecambahan juga terjadi peningkatan jumlah protein dan vitamin, sedangkan kadar lemaknya mengalami penurunan (Astawan, M., 2004). Peningkatan nilai cerna protein kecambah kedelai diakibatkan adanya aktivitas proteolitik dan enzim protease yang mendegradasi dengan berat molekul yang lebih kecil sehingga akan mudah dicerna (Mardiyanto, T.C., dan Sudarwati, S., 2015). Perkecambahan kedelai juga mempengaruhi kadar protein, dimana semakin lama umur perkecambahan, kadar proteinnya akan semakin turun. Hal ini dapat terjadi karena selama perkecambahan beberapa konstituen biji mengalami degradasi dan beberapa nyawa disintesis (Mardiyanto, T.C., dan Sudarwati, S., 2015).

Kecambah dapat dimanfaatkan dalam bentuk segar maupun olahan seperti ditepungkan. Penelitian Aminah, S dan Hersoelistyorini, W (2012) menunjukkan bahwa karakteristik organoleptik tepung kecambah yang terbuat dari kecambah yang langsung dikeringkan kurang dapat diterima. Perlakuan *blanching* sebelum pengeringan kecambah perlu dilakukan untuk

mendapatkan karakteristik tepung kecambah yang lebih baik. *Blanching* adalah suatu proses pemanasan yang diberikan terhadap suatu bahan yang bertujuan untuk menginaktivasi enzim, melunakkan jaringan dan mengurangi kontaminasi mikroorganisme yang merugikan, sehingga diperoleh mutu produk yang dikeringkan dengan kualitas baik. Proses *blanching* dapat mempengaruhi nilai gizi bahan, kerusakan beberapa zat gizi terjadi selama proses *blanching*. Kandungan gizi kecambah kedelai meningkat dengan proses penepungan baik energi, karbohidrat, protein, dan lemak disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Gizi Kecambah Kedelai segar dan tepung (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 (kkal/100gram) | 122 | 420 |

Sumber : Widyaningrum et al, 2005

Tabel 5 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai energi dan zat gizi kecambah kedelai dengan proses penepungan. Hal ini berarti bahwa kecambah kedelai dengan melalui proses penepungan merupakan pengolahan yang tepat dalam pengolahan sereal balita obesitas, sebab akan mengakibatkan kepadatan energi yang cukup tinggi untuk memenuhi kecukupan gizi sehari balita usia 4-5 tahun yaitu 1600 kalori/hari. Selain itu, kadar air tepung kecambah kedelai lebih rendah dibandingkan dengan kecambah kedelai segar. Sehingga tepung kecambah kedelai akan lebih tahan lama. Hal ini sejalan dengan Winarsi (2010) yang menyatakan bahwa proses penepungan kacang-kacangan dapat mempertahankan mutu produk.

E. 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. Pisang kepok merah mempunyai rasa lebih manis dan lebih enak sehingga cenderung lebih disukai.

Pisang kepok termasuk ke dalam jenis *plantain* yaitu pisang yang dapat dikonsumsi setelah diolah terlebih dahulu. Buah pisang kepok memiliki kandungan nutrisi lengkap, antara lain karbohidrat, protein, lemak, dan kaya mineral seperti kalium, fosfor, besi, magnesium, dan kalsium serta kandungan vitamin cukup tinggi sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan Gizi Beberapa Jenis Pisang (per 100 gram)

| Kandungan Energi dan Zat Gizi | Jenis Pisang | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| | Pisang Ambon | Pisang Kepok | Pisang Raja Sereh |
| Air (g) | 73,8 | 70,7 | 69,3 |
| Energi (Kal) | 92 | 115 | 108 |
| Karbohidrat (g) | 24,0 | 26,8 | 28,2 |
| Protein (g) | 1,0 | 1,2 | 1,3 |
| Lemak (g) | 0,3 | 0,4 | 0,3 |
| Kalsium (mg) | 20,00 | 11,00 | 16,00 |
| Fosfor (mg) | 42,00 | 43,00 | 38,00 |
| Besi (mg) | 0,50 | 1,20 | 0,10 |
| Vitamin C (mg) | 3,00 | 2,00 | 2,00 |
| Vitamin B1 (mg) | 0,05 | 0,10 | 0,02 |
| Vitamin A (RE) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Serat kasar(%) | - | 1,14 | - |

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

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai energi pisang kepok lebih tinggi yaitu 115 Kal/100 g bahan dibandingkan dengan pisang yang lain seperti pisang ambon (92 Kal/100 g bahan) dan pisang raja sereh (108 Kal/100 g bahan). Oleh karena itu, penambahan pisang kepok merah akan melengkapi sumber nutrisi pada sereal pengembangan yaitu sumber karbohidrat. Pisang kepok merah (*Musa normalis L*) mengandung karbohidrat pati sebesar 21,02%. Kandungan pati akan meningkat dengan dilakukannya proses penepungan pada pisang. Kadar karbohidrat pati akan meningkat menjadi 73,57% (Triyono, A., 2010). Selain itu, kandungan serat kasar pisang kepok merah lebih tinggi yaitu 1,14% dibandingkan dengan pisang lain yang umumnya hanya sebesar 0,5% (Nugroho, A.E., 2006). Kandungan serat akan berpengaruh pada peningkatan berat badan balita obesitas. Konsumsi serat secara linier akan mengurangi asupan lemak dan garam yang selanjutnya akan menurunkan tekanan darah dan mencegah peningkatan berat badan (Freedman, D.S., *et al*, 2001).

Pisang sangat cocok untuk diproses menjadi tepung karena komponen utama penyusunnya adalah karbohidrat (17,2-38%). Satuhu dan Supriyadi (2000) menyatakan bahwa mutu tepung pisang yang baik sangat ditentukan oleh oleh tingkat umur panen. Sesuai dengan penelitian Radiena, M.S.Y., (2016) yang menunjukkan bahwa tingkat umur pisang 90 hari merupakan umur yang tepat untuk dilakukan penepungan, karena pada tingkat umur pisang 90 hari kandungan gula reduksinya rendah, sehingga dapat menghasilkan tepung pisang yang bermutu baik. Selain itu, pisang yang sudah melalui proses penepungan mengalami peningkatan nilai energi dan zat gizi. Perbandingan kandungan gizi pisang segar dan tepung pisang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Kandungan Gizi Pisang Segar dan Tepung Pisang (per 100 gram)

| Komposisi Kimia | Tepung Pisang | Pisang Segar |
|------------------------|----------------------|---------------------|
| Air (%) | 3,00 | 70,0 |
| Pati (%) | 73,57 | 21,02 |
| Karbohidrat (%) | 88,6 | 27,0 |
| Serat kasar (%) | 2,00 | 0,50 |
| Protein (%) | 4,4 | 1,2 |
| Lemak (%) | 0,8 | 0,3 |
| Abu (%) | 3,20 | 0,90 |
| Kalsium (mg) | 32,00 | 80,00 |
| Fosporus (ppm) | 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 |
| Kalori (Kal) | 340 | 104 |

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1979) dalam Sofiani, S.D (2011)

Tabel 7 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai kadar pati dari pisang segar menjadi tepung pisang yaitu dari 21,02% menjadi 73,57%. Sehingga penggunaan tepung pisang pada produk sereal untuk balita obesitas perlu dilakukan, karena pada dasarnya produk sereal merupakan formulasi dari bahan karbohidrat pati yang tinggi (Roseliana, S.A., 2008). Selain itu kandungan serat kasar pada tepung pisang juga lebih tinggi yaitu 2,00%/bb dibandingkan dengan pisang segar yang hanya mengandung 0,50%/bb serat kasar.

Kandungan serat akan berpengaruh pada peningkatan berat badan balita obesitas. Konsumsi serat secara linier akan mengurangi asupan lemak dan garam yang selanjutnya akan menurunkan tekanan darah dan mencegah peningkatan berat badan (Freedman, D.S., *et al*, 2001).

F. 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 dibuat dari bahan dasar serealia karena mengandung karbohidrat dalam bentuk pati, serat, vitamin dan mineral serta berbagai antioksidan (Supartono, W., 2006). Dalam hal ini, endosperma dihaluskan terlebih dahulu dan dibentuk menjadi lempengan (*flakes*) dengan menyelipkan dengan adonan yang telah tercampur ke sebuah roller. Adonan juga dapat dibentuk langsung menjadi aneka bentuk atau dapat juga dibiarkan utuh sebagai biji kemudian dibuat mengembang, misalnya pada sereal harus dikeringkan terlebih dahulu sehingga terbentuk flavour yang khas dan kerenyahan serta sifat kaku yang mudah pecah. Kerenyahan yang didapatkan pada ready-to-eat breakfast dari sereal yang dikeringkan hingga mencapai kadar air 3-6% (Potter and Joseph, 2005).

Menurut Suarni (2009), pengolahan sereal melalui beberapa tahap, diantaranya yaitu :

1. Menimbang bahan yaitu tepung kecambah kedelai dan tepung pisang kepok merah sesuai dengan formulasi (dengan perbandingan 30:70, 35:65, 40:60).
2. Menambahkan bahan tambahan seperti tepung beras sebanyak 20%, gula pasir 25% dan margarine 10% untuk semua taraf perlakuan. Penambahan gula pasir digunakan untuk menambahkan rasa manis dalam sereal pengembangan, sedangkan penambahan margarin selain menyumbangkan kandungan lemak, juga meningkatkan cita rasa sereal pengembangan. Hal ini sesuai dengan Tejasari (2005) yang menyatakan bahwa kandungan lemak dalam pangan memberi kepuasan citarasa, menimbulkan rasa dan keharuman pada makanan.
3. Mencampur semua bahan hingga homegen, dan menambahkan air sebesar 250% dari total bahan.
4. Pembentukan keping sereal dengan menggunakan alat pengolahan sereal.

Saat ini sereal sarapan yang paling digemari masyarakat adalah jenis ready-to-eat karena berkaitan dengan kepraktisan dan waktu penyajian yang cepat. Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian Nurjanah (2000) yang menyatakan bahwa jenis sereal sarapan yang paling banyak dikonsumsi atau disukai oleh konsumen adalah produk yang berupa minuman sarapan, produk ekstrusi dan *flakes*. Mutu produk sereal sudah ditetapkan secara nasional dalam Standar Nasional Indonesia yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. 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 | Pemanis buatan (sakarín dan siklamat) | - | tidak boleh ada |
| 8.2 | Pewarna tambahan | - | sesuai dengan SNI 01-0222-1995 |
| 9. | Cemaran logam : | | |
| 9.1 | Timbal (Pb) | mg/kg | maks. 2,0 |
| 9.2 | Tembaga (Cu) | mg/kg | maks. 30,0 |
| 9.3 | Seng (Zn) | mg/kg | maks. 40,0 |
| 9.4 | Timah (Sn) | mg/kg | maks. 40,0/250,0* |
| 9.5 | Raksa (Hg) | mg/kg | maks. 0,03 |
| 10. | Cemaran Arsen (As) | mg/kg | maks. 1,0 |
| 11. | Cemaran mikroba : | | |
| 11.1 | Angka lempeng total | koloni/g | maks. 5×10^5 |
| 11.2 | Coliform | APM/g | maks 10^2 |
| 11.3 | <i>E. coli</i> | APM/g | maks. < 3 |
| 11.4 | <i>Salmonella</i> /25 g | - | negatif |
| 11.5 | <i>Staphylococcus aureus</i> /g | - | negatif |
| 11.6 | Kapang | Koloni/g | maks. 10^2 |

Sumber : SNI 01-4270-1996

Tabel 8 menunjukkan bahwa susu sereal yang memiliki mutu yang baik harus mengandung protein minimal 5 g/100 g bahan, lemak minimal 7 g/100 g bahan, karbohidrat 60 g/100 g bahan serta serat kasar 0,7 g/ 100 g bahan. Kandungan gizi tersebut merupakan kandungan gizi yang terdiri dari sereal dan susu. Oleh sebab itu, sereal pengembangan tepung kecambah kedelai dan

tepung pisang kepek merah juga harus menghitung energi dan zat gizi dari susu yang digunakan. Susu yang disarankan adalah susu kedelai karena susu kedelai cocok untuk balita yang mengalami obesitas untuk memperlambat kenaikan berat badan (Cahyadi, W., 2007). Adapun kandungan energi dan zat gizi susu kedelai dibandingkan dengan susu sapi disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan Gizi Susu Kedelai dan Susu Sapi (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, N.K (2007)

Tabel 9 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). Hal ini dapat dikatakan bahwa susu kedelai dapat dijadikan sebagai susu alternatif untuk balita obesitas. Sejalan dengan penelitian Melnik, B.C (2012) yang menyatakan bahwa anak yang mengonsumsi susu sapi

akan mengalami penambahan berat badan yang lebih cepat sehingga mengakibatkan kenaikan berat badan yang berlebihan pada anak usia dini.

G. 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 tidak boleh lebih dari 3 gram per seratus gram. Kontribusi yang berpengaruh terhadap kadar air yaitu tepung pisang kepok merah. Kadar air tepung pisang kepok lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kecambah kedelai yaitu masing-masing sebesar 6,08g/100 g (Murtiningsih dan Muhajir, 1988) dan 4,59 g/100 g (Widyaningrum, *et al.*, 2005). Hal ini menunjukkan bahwa tepung pisang kepok merah merupakan penyumbang kadar air paling besar pada sereal pengembangan, sehingga jika proporsi tepung pisang kepok merah turun maka kadar air juga akan menurun.

Kadar air merupakan parameter utama yang terlibat dalam kebanyakan reaksi perusakan bahan pangan. Beberapa kerusakan yang disebabkan oleh kadar air yang tinggi pada bahan pangan adalah pertumbuhan mikroba, reaksi pencoklatan, hidrolisis, dan oksidasi lemak. deMan, J.M (1997) menyatakan bahwa bahan makanan yang dikeringkan atau dikeringbekukan akan mempunyai kestabilan tinggi pada penyimpanan apabila kandungan air berkisar antara 5-15%. Hal ini sejalan dengan Winarno (2004) bahwa kadar air pada bahan berkisar 3-7% akan mencapai kestabilan minimum, sehingga pertumbuhan mikroba dan reaksi-reaksi kimia yang merusak bahan seperti *browning*, hidrolisis atau oksidasi lemak dapat berkurang.

2. Protein

Protein yang dibutuhkan oleh balita yang mengalami obesitas merupakan protein yang mengandung soy protein. Hal ini disebabkan karena kandungan soy protein dapat menurunkan berat badan lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan whey protein. Hal ini sesuai dengan penelitian Aoyama, T., *et al* (2014) yang mengemukakan bahwa kandungan whey protein pada susu menghasilkan penurunan berat badan pada hewan

percobaan yang mengalami obesitas lebih rendah 1,1 kali dari soy protein. Selain itu, protein dalam sereal yang dikhususkan untuk balita yang mengalami obesitas sangat diperhatikan. Kandungan protein sereal berdasarkan persyaratan Standar Nasional Indonesia susu sereal yaitu minimal 5 g/100 g bahan.

Protein dapat mengalami kerusakan pada saat proses pengolahan sereal dengan menggunakan pemanasan suhu tinggi. Hal ini sesuai dengan Sundari, dkk (2015) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka kadar protein pada bahan pangan semakin menurun. Pemanasan tersebut menyebabkan terjadinya denaturasi protein. Menurut Almatsier, S (2003) denaturasi protein merupakan hidrolisis asam amino yang menyebabkan terjadinya perubahan rantai polipeptida yang panjang menjadi lebih pendek, sehingga meningkatkan daya cerna protein namun menurunkan kadar protein. Lebih lanjut Sayuki *et al* (1988), Muchtadi (1989), dan Suhardi (1989) dalam Mardiyanto, T.C., dan Sudarwati, S (2015) mengemukakan bahwa protein yang terdenaturasi, ikatan peptidanya akan lebih mudah diserang oleh enzim proteolitik.

3. Lemak

Lemak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia (Winarno, 2004). Peranan lemak dalam makanan, yang pertama-tama adalah sebagai sumber energi. Lemak, baik dari tanaman maupun hewan, baik dalam bentuk cair maupun padat, memeberikan lebih dari dua kali lebih banyak energi dibandingkan dengan karbohidrat dan protein (Muchtadi, D., dkk, 1993). Lemak dalam pangan berfungsi untuk memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan, seperti pada kembang gula, penambahan *shortening* pada pembuatan kue-kue, dan lain-lain (Winarno, 2004).

Sumber lemak sereal pengembangan berasal dari tepung kecambah kedelai yang merupakan sumber lemak nabati. Sebagian besar lemak yang ada pada tepung kecambah kedelai merupakan lemak tidak jenuh. Astawan, M (2009) menyatakan bahwa kedelai mengandung lemak 18-20%, 85% diantaranya merupakan asam lemak tidak jenuh. Lemak kedelai mengandung asam lemak esensial yang cukup, yaitu asam linoleat (omega-6) serta asam linolenat (omega-3). Kadar lemak yang terkandung dalam susu sereal sudah

distandartkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yaitu minimal 7 gram per seratus gram.

4. Karbohidrat

Konsumsi karbohidrat pada balita obesitas harus diperhatikan agar tidak sampai melebihi kebutuhan. Konsumsi karbohidrat yang berlebih akan menyebabkan penimbunan lemak dan terjadilah kegemukan atau obesitas. Hal ini sesuai dengan Yusrani dan Kesumasari (2005) yang menyatakan bahwa masalah gizi lebih merupakan dampak dari konsumsi energi yang berlebihan dimana energi yang berlebihan tersebut disimpan di dalam tubuh dalam bentuk glikogen dan lemak. Glikogen dibuat dari molekul glukosa yang diserap dari karbohidrat dan tidak segera dibutuhkan untuk menghasilkan energi, yang disimpan dalam hati dan otot. Kelebihan glukosa yang tidak disimpan sebagai glikogen akan disimpan sebagai lemak tubuh. Apabila cadangan lemak tersebut terlalu berlebihan akan mengakibatkan seseorang menjadi gemuk. Mengacu pada persyaratan susu sereal SNI 01-4270-1996, kandungan karbohidrat pada susu sereal minimal 60 gram per seratus gram.

5. Kadar Abu

Bahan makanan terdiri dari bahan organik dan air sekitar 96%, sisanya terdiri unsur-unsur mineral yaitu zat anorganik atau disebut juga kadar abu (Murray, dkk, 2003 dalam Sitoresmi, M.A., 2012). Abu adalah zat organik dari sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Penentuan kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Kandungan dan komposisi abu atau mineral pada bahan tergantung dari jenis bahan dan cara pengabuannya (Sudarmadji, S., 2006).

Besarnya kadar abu dalam suatu bahan pangan menunjukkan tingginya kandungan mineral dalam bahan pangan. Mineral yang terkandung dalam sereal pengembangan merupakan mineral yang terdapat pada bahan penyusun yaitu tepung kecambah kedelai dan tepung pisang kepok merah. Kandungan mineral yang tinggi pada tepung kecambah kedelai seperti kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Fospor (P) dapat mempengaruhi penurunan berat badan (Ozcan, M.M., dan Juhaimi, F.A., 2014). Hal ini sesuai dengan penelitian Widodo, dkk (2006) yang menyatakan bahwa

semakin tinggi asupan kalsium semakin rendah terjadinya kenaikan berat badan. Namun, kadar mineral dapat mengalami penurunan akibat metode dalam proses pengujian kadar abu yaitu pengabunan kering. Metode pengabunan kering ini memiliki kelemahan yaitu hilangnya beberapa kandungan mineral akibat pemanasan suhu tinggi (Apriyantono, A., dkk, 1989). Kadar abu sereal yang sesuai dengan persyaratan susu sereal SNI 01-4270-1996 yaitu tidak boleh lebih dari 4 gram per seratus gram.

6. Serat Kasar

Kandungan serat kasar sereal pengembangan berasal dari tepung pisang kepok merah. Berdasarkan persyaratan Standar Nasional Indonesia susu sereal SNI 01-4270-1996, kadar serat kasar minimal 0,7 g/100 g. Kandungan serat akan berpengaruh pada peningkatan berat badan balita obesitas. Konsumsi serat secara linier akan mengurangi asupan lemak dan garam yang selanjutnya akan menurunkan tekanan darah dan mencegah peningkatan berat badan (Freedman, D.S., *et al*, 2001). Kurangnya asupan serat, usus halus akan menyerap seluruh lemak dan gula yang dimakan dalam waktu relatif singkat, sehingga akan cepat menjadi lapar kembali (Kimm, S.Y.S., 1995). Hal ini sesuai dengan Kharismawati, R (2010) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara tingkat asupan serat dengan status obesitas, namun hubungan tersebut secara statistik tidak bermakna. Nilai ratio odds sebesar 4,0 artinya subyek yang tingkat asupan seratnya termasuk dalam kategori kurang mempunyai risiko 4 kali lebih besar untuk mengalami obesitas dibandingkan dengan subyek yang tingkat asupan seratnya termasuk dalam kategori baik.

H. Mutu Organoleptik

Mutu organoleptik mempunyai peran dan makna yang sangat besar dalam penilaian mutu produk pangan, baik sebagai bahan pangan hasil pertanian, bahan mentah industri maupun produk pangan olahan, serta sebagai makanan hidangan. Salah satu metode penilaian mutu organoleptik yang tepat menggunakan uji kesukaan atau uji hedonik. Dalam uji hedonik panelis dimintakan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau sebaliknya ketidaksukaan dengan menggunakan tingkat kesukaan yang disebut skala hedonik, seperti : sangat suka, suka, tidak suka, dan sangat tidak suka (Soekarto, 1985). Atribut yang paling penting sering digunakan dalam makanan

adalah sensori seperti warna, rasa, aroma dan tekstur. Hal itulah yang menentukan tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk makanan dan berpengaruh terhadap permintaan konsumen terhadap makanan.

1. Warna

Produk olahan yang proses pengolahannya menggunakan suhu tinggi akan menghasilkan warna kecoklatan. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses reaksi *maillard*. Reaksi *maillard* terjadi antara gula pereduksi (fruktosa yang terdapat pada tepung pisang kepok merah) dalam adonan sereal pengembangan dengan asam amino pada kedelai selama proses pemanggangan sereal pengembangan (Avianty, S., 2013). Hal ini sesuai dengan Astawan, M (2009) 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. Hal ini sesuai dengan Winarno (2008) menyebutkan ada lima hal yang menyebabkan suatu bahan makanan berwarna coklat, salah satu diantaranya yaitu adanya reaksi *maillard* jika terjadi reaksi antara gugus amino protein dengan gugus gula pereduksi.

2. Aroma

Produk olahan kedelai biasanya akan menimbulkan aroma langu. Aroma langu diduga berasal dari enzim lipoksigenase. Enzim lipoksigenase akan bereaksi dengan lemak pada waktu penggilingan atau penghancuran kedelai (Prमितasari, D., 2010). 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). Aroma langu tersebut dapat dihilangkan dengan menonaktifkan enzim lipoksigenase dengan beberapa cara seperti perendaman dan proses *blanching* saat proses pembuatan tepung kecambah kedelai (Zulfa, N.I. dan Rustanti, N., 2013). Cara tersebut dapat mencegah pembentukan senyawa volatile (mudah menguap) terutama etil-fenil-keton yang menimbulkan aroma langu sangat kuat (Wolf, 1975). Walaupun dalam proses pengolahan tepung kecambah kedelai telah mengalami proses perendaman dan pemanasan, namun aroma langu kedelai tidak hilang secara keseluruhan. Semakin tinggi tepung kecambah

kedelai maka semakin banyak enzim lipoksigenase yang bereaksi dengan lemak pada sereal pengembangan, sehingga menyebabkan aroma langu akan semakin kuat.

3. Rasa

Produk olahan kedelai biasanya akan menimbulkan rasa *after taste* pahit. Rasa pahit disebabkan oleh tepung kecambah kedelai dimana terjadi proses hidrolisis asam amino pada reaksi *maillard*, baik saat proses pembuatan tepung kecambah kedelai maupun saat pemanggangan serta pencetakan sereal (Pratama, S.H., 2015). Reaksi *maillard* pada tepung kecambah kedelai mengalami proses hidrolisis asam-asam amino, diantaranya yaitu lisin, valin, arginin, prolin dan fenilalanin yang menimbulkan rasa pahit. Asam amino lisin merupakan asam amino yang memiliki rasa paling pahit dibandingkan asam amino lainnya (Kurniawati, 2012). Hasil hidrolisis asam amino lisin pada reaksi *maillard* yaitu senyawa amadori, dimana pada saat proses pemanggangan dan pencetakan sereal pengembangan senyawa ini akan membentuk senyawa akrilamid. Pedreschi *et al* (2005) menyatakan bahwa reaksi pembentukan akrilamid mengakibatkan terjadinya perubahan warna kuning sampai coklat dan memberikan rasa pahit. Proporsi tepung kecambah kedelai yang tinggi, maka kandungan asam-asam amino lisin juga tinggi.

4. Tekstur

Tekstur yang diharapkan dalam produk sereal adalah renyah. Kerenyahan suatu produk dipengaruhi oleh kandungan amilosa dan amilopektin. Bahan yang mengandung amilosa dan amilopektin adalah bahan yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi, salah satunya adalah pisang kepok merah dimana mengandung karbohidrat 26,8 g/100 g (Mudjajanto, E.S dan Kustinyah, L., 2006). Kandungan amilopektin dalam yang tinggi akan meningkatkan kerenyahan sereal pengembangan. Amilopektin akan mampu membentuk ikatan hidrogen dengan air dalam jumlah banyak sehingga meningkatkan ruang kosong dalam bahan dan menjadikan renyah. Hal ini sejalan dengan Winarno (1997) yang menyatakan bahwa kerenyahan timbul sebagai akibat dari terbentuknya rongga – rongga udara pada proses pengembangan.