

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Diabetes Mellitus**

Diabetes Mellitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya (Soegondo, 2009). Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit yang terjadi karena hiperglikemia dan gangguan metabolisme pada tubuh yang dihubungkan dengan kekurangan secara absolut atau relatif dari kerja dan atau sekresi insulin (Buraerah, 2010 dalam Sigit, J., dkk, 2016). Hiperglikemik kronik pada diabetes berhubungan dengan kerusakan jangka panjang, disfungsi atau kegagalan beberapa organ tubuh, terutama mata, ginjal, syaraf, jantung dan pembuluh darah (ADA, 2005 dalam Nowitasari, 2016). Diabetes Mellitus adalah penyakit dengan kadar gula darah yang melebihi normal dan menunjukkan gejala cepat lapar, cepat haus, sering buang air kecil terutama di malam hari (Depkes, 2007)

Diabetes Mellitus merupakan penyakit *silent killer*. Hal ini karena terkadang penderita tidak menyadari bahwa dirinya terkena DM sampai akhirnya timbul komplikasi. komplikasi yang terjadi disebabkan oleh keadaan hiperglikemia di dalam tubuh. Keadaan hiperglikemia yang terjadi dari waktu ke waktu dapat merusak sistem orang tubuh, seperti pembuluh darah dan sistem saraf. Komplikasi yang sering terjadi pada penderita DM antara lain peningkatan resiko gangguan kardiovaskuler, stroke, neuropati (terutama di bagian kaki), ulkus diabetikum, retinopati diabetikum, gagal ginjal, dan kematian (Pusat Data dan Informasi Kementrian Kesehatan RI, 2014).

#### **B. Prevalensi Diabetes Mellitus**

Badan Kesehatan Dunia (WHO) memprediksi adanya peningkatan jumlah penyandang DM yang menjadi salah satu ancaman kesehatan global. Menurut *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2012 lebih dari 371 juta orang di seluruh dunia mengalami DM, 4,8 juta orang meninggal akibat penyakit metabolik ini dan 471 miliar dolar Amerika dikeluarkan untuk

pengobatan Diabetes Mellitus (Riskesdas, 2013). Berdasarkan data *International Diabetes Federation* (IDF) 2014, saat ini diperkirakan 9,1 juta orang penduduk didiagnosis sebagai penyandang DM. Dengan angka tersebut Indonesia menempati peringkat ke-5 di dunia, atau naik dua peringkat dibandingkan data IDF tahun 2013 yang menempati peringkat ke-7 di dunia dengan 7,6 juta orang penyandang DM (Perkeni, 2015).

### **C. Klasifikasi Diabetes Mellitus**

#### **1. Tipe 1 : *Insulin-Dependent Diabetes Mellitus* (IDDM) atau Diabetes Mellitus Tergantung Insulin**

Pada tipe ini sel  $\beta$  pankreas mengalami kerusakan sehingga menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem imun tubuh, meningkatnya kerentanan sel  $\beta$  terhadap virus atau sel  $\beta$  mengalami degenerasi. Diabetes Mellitus tipe 1 lebih sering ditemukan pada anak dan sesuai dengan penyebabnya tipe ini memerlukan suntikan insulin (Ilyas, 2009). Sebagaimana diketahui, pada pulau Langerhans kelenjar pankreas terdapat beberapa tipe sel, yaitu sel  $\beta$ , sel  $\alpha$  dan sel  $\delta$ . Sel-sel  $\beta$  memproduksi insulin, sel-sel  $\alpha$  memproduksi glukagon, sedangkan sel-sel  $\delta$  memproduksi hormon somatostatin. Namun demikian, nampaknya serangan otoimun secara selektif menghancurkan sel-sel  $\beta$  (Departemen Kesehatan RI, 2005).

#### **2. Tipe 2 : *Non Insulin-Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM) atau Diabetes Mellitus Tidak Tergantung Insulin**

Tipe ini ditandai oleh beberapa gangguan metabolik seperti adanya gangguan sekresi insulin, resistensi insulin dan adanya pelepasan glukosa hati yang berlebihan. Diabetes tipe 2 ini merupakan tipe diabetes yang paling umum dijumpai, juga sering disebut diabetes yang dimulai pada masa dewasa (Sustrani, dkk, 2006). Kegemukan merupakan faktor utama penyebab timbulnya diabetes tipe 2. Pada keadaan gemuk respon sel  $\beta$  pankreas terhadap peningkatan glukosa darah sering berkurang. Selain itu reseptor insulin pada target sel diseluruh tubuh termasuk otot berkurang dalam jumlah dalam keaktifannya (kurang sensitif) sehingga keberadaan insulin di dalam

darah kurang atau tidak dapat dimanfaatkan (Ilyas, 2009). Faktor penyebab lain adalah pola makan yang salah, proses penuaan, dan stres yang mengakibatkan terjadinya resistensi insulin.

Menurut Smeltzer dan Bare (2002) dalam Natasia (2017) diabetes mellitus tipe 2 disebabkan kegagalan relatif sel  $\beta$  dan resisten insulin. Resistensi insulin adalah turunnya kemampuan insulin untuk merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan untuk menghambat produksi glukosa oleh hati. Sel  $\beta$  tidak mampu mengimbangi resistensi insulin sepenuhnya, artinya terjadi defisiensi relatif insulin. Ketidakmampuan ini terlihat dari berkurangnya sekresi insulin pada rangsangan glukosa, maupun pada rangsangan glukosa bersama bahan perangsang sekresi insulin lain.

Dalam mengelola diabetes mellitus langkah pertama yang harus dilakukan adalah pengelolaan non farmakologis, berupa perencanaan makanan. Tujuan penatalaksanaan secara jangka pendek yaitu untuk menghilangkan keluhan dan gejala diabetes mellitus. Sedangkan tujuan jangka panjangnya yaitu untuk mencegah penyulit diabetes mellitus baik mikroangiopati, makroangiopati maupun neuropati.

#### **D. Penatalaksanaan Diet**

Penatalaksanaan diabetes mellitus diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup penderitanya. Tujuan pengelolaan diabetes mellitus dapat dibagi atas tujuan jangka panjang dan jangka pendek. Tujuan jangka panjang mencegah berbagai komplikasi baik pada pembuluh darah (mikroangiopati dan makroangiopati) maupun pada susunan saraf (neuropati) sehingga dapat menekan angka morbiditas dan mortalitas. Tujuan jangka pendek adalah hilangnya keluhan/ gejala diabetes mellitus sehingga penderita dapat menikmati kehidupan yang sehat. Tujuan pengelolaan diabetes mellitus tersebut dapat dicapai dengan mempertahankan kontrol metabolik yang baik seperti dengan nilai kadar glukosa darah dan lemak darah yang normal.

Menurut Waspadji (2009) pengelolaan diabetes dikelan 4 pilar utama yaitu penyuluhan (edukasi), perencanaan makan (diet), latihan jasmani dan obat hipoglikemik. Diet adalah penatalaksanaan yang terpenting dari

penyakit diabetes mellitus, makanan yang masuk harus dibagi merata dalam sehari. Diet diabetes mellitus adalah tata laksana diet yang diberikan dengan mengikuti prinsip 3J yaitu tepat jadwal, jumlah dan jenis. Tabel 1. menunjukkan komposisi diet B untuk diabetes mellitus tipe 2 yang tercantum dalam Tjokroprawiro (2012).

**Tabel 1. Komposisi Diet DM tipe B menurut Prof. Askandar**

Komposisi dan Sifat	Diet-B
Karbohidrat	68%. Kompleks karbohidrat bebas gula
Protein	12%
Lemak	20%
Rasio PUFA : SAFA	$\pm 1.0$
SAFA & TUFA	< 5 %
PUFA	< 5 %
MUFA	10 %
Kolesterol per hari	300 mg
Serat	Sayuran Gologan-A dan B. 25 – 35 gram/hari
Frekuensi per hari	6 kali
% Distribusi per hari	20%, 10%, 25%, 10%, 25%, 10%
10% = Snack	(1) (2) (3) (4) (5) (6)

Sumber : Tjokroprawiro, 2012

Tjokroprawiro (2012) menyatakan bahwa diet untuk penderita diabetes mellitus hendaknya dapat memperbaiki kesehatan umum penderita, menyesuaikan berat badan penderita ke berat badan normal, menormalkan pertumbuhan diabetes mellitus anak atau diabetes mellitus dewasa muda (masa pertumbuhan), mempertahankan glukosa darah sekitar normal, menekan atau menunda timbulnya angiopati diabetic, memberikan modifikasi diet sesuai dengan keadaan penderita misalnya diabetisi yang hamil, diabetes mellitus dengan penyakit hati, TBC, dan menarik dan mudah diterima penderita.

#### **E. Kedelai**

Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati tertinggi dengan harga yang relatif murah, selain itu juga mengandung senyawa isoflavon yang baik bagi kesehatan tulang (Persagi, 2009). Kacang kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati yang bermutu tinggi setelah diolah. Kandungan proteinnya sekitar 40% (berat kering). Protein kedelai juga telah diketahui memperbaiki resistensi insulin dan meningkatkan sensitivitas

insulin pada model binatang diabetik (Kanetro, 2008). Adanya kemampuan tersebut disebabkan protein kedelai merupakan protein yang berkualitas dan mengandung asam amino yang lengkap dan dalam jumlah yang cukup untuk dapat menstimulasi sekresi insulin, misalnya arginin. Dibandingkan asam amino yang lain, arginin dan leusin memiliki potensi yang besar dalam menstimulasi sekresi insulin (Kanetro, 2008). Selain itu protein kedelai juga mengandung trypsin inhibitor (TI). TI telah diketahui mampu memperbaiki fungsi pankreas dan meningkatkan sekresi insulin pada tikus diabetes (Suzuki,1984 dalam Kanetro, 2008).

Komponen kedelai terdiri dari protein, lemak, serat dan phitochemical termasuk isoflavone. Beberapa penelitian meneliti isoflavone sebagai komponen bioaktif yang penting dari kedelai. Isoflavone terdiri dari 3 komponen yaitu genistein, daidzein dan glycitein. Penelitian Mezei et al (2003) mengatakan bahwa konsumsi kedelai akan mengurangi beberapa gejala diabetes mellitus tipe 2 seperti insulin resistance dan glycemic control, efek ini kemungkinan adalah hasil dari profil lipid darah yang membaik. Kedelai mungkin mempunyai efek positif dan secara langsung dalam manajemen diabetes melalui beberapa mekanisme yang belum diketahui, salah satunya melalui peroxisome proliferasi aktivasi reseptor (PPAR). PPAR adalah reseptor nuklear yang berperan dalam sel untuk menjaga keseimbangan lemak dan aksi insulin. Pada hasil penelitian Mezei et al (2003) menunjukkan bahwa isoflavone memperbaiki metabolisme lemak dan glukosa melalui aktivasi reseptor PPAR. Kandungan gizi kedelai per 100 gram dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kandungan gizi kedelai per 100 gram**

Komponen Gizi	Kedelai
Energi (Kal)	381
Protein (g)	40,0
Lemak (g)	16,7
HA (g)	24,9
Serat (g)	3,2
Abu	5,3
Kalsium (mg)	222
Besi (mg)	10
Air	12,7

*Sumber : Daftar Komposisi Bahan Makanan*

## F. Tepung Kecambah Kedelai

Disamping bernilai gizi tinggi, kacang kedelai juga mengandung zat anti gizi berupa anti-tripsin dan asam fitat (Muchtadi, 2009). Kadar asam fitat pada kedelai adalah 1,4% (Astawan, 2009). Senyawa asam fitat dapat melarutkan beberapa mineral dalam tubuh seperti Zn, Fe, Mg dan Ca serta protein dapat larut sehingga penyerapan rendah. Proses pengolahan termasuk perkecambahan dapat mengaktifasikan zat anti gizi tersebut (Winarno, 2010). Perkecambahan pada kedelai dapat menyebabkan aktivitas lipoksigenase lebih rendah dibandingkan dalam bentuk bijinya, sehingga dapat mengurangi *beany flavor*. Selama proses perkecambahan terjadi degradasi protein yang menghasilkan peptida sederhana dan asam amino bebas serta masih adanya aktivitas TI dalam kecambah kedelai kemungkinan akan mendukung peran protein kedelai dalam menstimulasi sekresi insulin. Menurut Kanetro, dkk (2006), pengujian karaktersitik kimia protein kecambah kedelai telah menunjukkan bahwa protein kecambah mengandung asam amino bebas pemacu sekresi insulin yang lebih tinggi dibandingkan protein kedelai, dan masih mengandung aktivitas TI khususnya pada protein yang diperoleh melalui pengendapan pH 3.

Dengan pengecambahan yang dilakukan dapat mengurangi senyawa-senyawa antigizi seperti tannin dan asam fitat selain itu juga terjadi peningkatan vitamin dan bioavailabilitas mineral (Rusydi dan Azrina, 2012). Menurut Winarno (2010) kacang-kacangan yang dikecambahakan, kandungan vitamin A, B dan C nya mengalami peningkatan. Dalam proses perkecambahan terjadi perubahan biologis yakni pecahnya berbagai komponen dari biji menjadi berbagai bentuk senyawa yang lebih sederhana yang telah siap cerna bagi embrio atau kecambah lebih lanjut. Kandungan gizi pada perkecambahan berada dalam bentuk menjadi aktif, sehingga dapat meningkatkan daya cerna. Pada saat perkecambahan terjadi hidrolisis komponen karbohidrat, protein, dan lemak menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Senyawa sederhana tersebut baik digunakan untuk penderita diabetes mellitus tipe 2. Kandungan gizi tepung kecambah kedelai per 100 gram dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Kandungan gizi tepung kedelai dan kecambah kedelai per 100 gram**

Komponen Gizi	Tepung Kedelai	Tepung Kecambah Kedelai
Protein (g)	28,04	33,2
Lemak (g)	16,72	20,8
Karbohidrat (g)	51,01	40,8
Air	7,5	8,55
Abu	5,92	5,15

Sumber : Hartoyo.A (2006) dalam Fauziyah (2017)

Pada perkecambahan kacang-kacangan yang kemudian di tepungkan dapat menghilangkan berbagai senyawa anti gizi di dalamnya, dapat mempertahankan mutu protein dan mengandung vitamin C yang lebih tinggi (Fauziyah, 2017). Menurut Tejasari (2005) pengeringan kedelai dengan menggunakan panas dapat menonaktifkan tripsin inhibitor, yang dapat menghambat pemecahan protein.

#### **G. Brokoli**

Brokoli (*Brassica oleracea L*) adalah bunga dari sayuran tanaman sejenis kubis-kubisan. Brokoli merupakan sayuran yang biasa dikonsumsi dan mudah diperoleh. Brokoli dapat diklasifikasikan secara ilmiah sebagai berikut:



Gambar 1. Brokoli

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Famili : Cruciferae

Genus : Brassica

Spesies : Brassica oleracea L (Lutfiyati, H., dkk, 2017)

Brokoli (*Brassica oleracea L*) merupakan jenis sayuran hijau yang banyak digunakan sebagai terapi anti kanker dan antioksidan. Brokoli merupakan salah satu sumber vitamin penting antara lain vitamin A, C, E, K, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, folat, dan asam folat. Kandungan mineral yang terkandung dalam brokoli adalah kalsium, kalium, kromium, besi, magnesium, dan seng. Brokoli memiliki potensi untuk mencegah beberapa penyakit seperti kanker, kardiovaskular, dan diabetes mellitus karena mengandung senyawa antioksidan, antikarsiogenik, sulforafan dan serat.

Hasil penelitian dari Setyoadi (2014) menunjukkan bahwa brokoli mengandung serat, asam lemak, flavonoid, omega-3, beta karoten, vitamin E, vitamin C, dan kromium. Antioksidan yang ada pada brokoli yaitu vitamin C, E, dan beta karoten mampu mencegah terjadinya stres oksidatif dengan menurunkan kadar glukosa dalam darah. Selain itu diduga antioksidan yang ada juga dapat memperbaiki kerusakan yang terdapat pada sel beta pankreas sehingga dapat memproduksi kembali insulin yang diperlukan tubuh.

Komponen penting dalam brokoli yaitu serat. Kandungan serat terutama serat larut air yang terdapat pada brokoli dapat membantu mengontrol kadar glukosa dalam darah. Serat pangan mampu menyerap air dan mengikat glukosa, sehingga mengurangi ketersediaan glukosa. Diet cukup serat juga mengakibatkan daya cerna karbohidrat berkurang. Keadaan tersebut mampu meredam kenaikan glukosa darah dan menjadikannya tetap terkontrol dapat membantu menurunkan kadar kolesterol darah dan memperlambat penyerapan glukosa di usus halus sehingga akan dapat mengontrol kadar glukosa darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa brokoli mempunyai aktivitas antihiperqlikemik. Selain itu, brokoli termasuk sayuran dengan indeks glikemik yang rendah, yaitu 15.

**Tabel 4. Kandungan gizi brokoli per 100 gram**

Komponen Gizi	Brokoli
Energi (kkal)	23,2
Protein (g)	3,2
Lemak (g)	0,2
Karbohidrat (g)	1,9
Serat (g)	3
Vit. A (µg)	137
Vit. E (mg)	0,7
Vit. B <sub>1</sub> (mg)	0,1
Vit. B <sub>2</sub> (mg)	0,1
Vit. B <sub>3</sub> (mg)	0,1
Asam folat (µg)	48
Vit. C (mg)	61,1
Kalsium (mg)	112
Magnesium (mg)	23
Fosfor (mg)	79
Fe (mg)	1,2
Air	90

Sumber: Erhard, J. 2007 dalam Qurni, 2016

Hasil skrining fitokimia ekstrak brokoli (*Brassica oleracea L var italica*) mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, saponin dan steroid. Alkaloid dalam bidang kesehatan memiliki aktivitas farmakologi sebagai antidiabetes dan antihipertensi (Lutfiyati, H., dkk, 2017). Kandungan sulforafan yang terdapat di dalamnya merupakan senyawa antioksidan dan antidiabetik yang mempunyai pengaruh dalam menurunkan kadar glukosa darah. Antioksidan yang terdapat dalam brokoli mampu menstabilkan radikal bebas yang menyebabkan kerusakan pada sel  $\beta$  pankreas dan menghambat kerja insulin. Stres oksidatif pada penderita diabetes akan menghambat pengambilan glukosa di sel otot dan sel lemak serta penurunan sekresi insulin oleh sel- $\beta$  di pankreas. Penurunan hormon insulin mengakibatkan glukosa darah di dalam tubuh akan meningkat. Selain itu, senyawa sulforafan merupakan aktivator Nrf2 (*Nuclear factor E2-related factor-2*) yang dapat menurunkan resistensi insulin dan mampu melindungi kerusakan sel  $\beta$  pankreas pada penderita diabetes melalui penurunan pembentukan molekul ROS (Reactive Oxygen Species) sebesar 73% akibat kondisi hiperglikemi (Wulandari, 2014).

**Tabel 5. Kandungan kromium dalam berbagai makanan**

Makanan	Porsi	Kromium (mkg)
Brokoli	½ cangkir dimasak	11
Jus anggur	1 cangkir	8
Muffin, gandum utuh	1 buah	4
Kentang, ditumbuk	1 cangkir dimasak	3
Bawang putih, dikeringkan	1 sendok teh	3
Daun kemangi, dikeringkan	1 sendok makan	2
Jus jeruk	1 cangkir	2
Roti gandum utuh	2 lembar	2
Anggur merah	5 ons	1-13
Apel dengan kulitnya	1 ukuran sedang	1
Pisang	1 ukuran sedang	1
Buncis	½ cangkir dimasak	1

*Sumber: National Institute of Health 2005 dalam Qurni, 2016*

Kromium adalah kofaktor insulin atau unsur yang membantu insulin untuk bekerja lebih baik, yang dapat membantu hormon tersebut membawa gula dari dalam aliran darah ke dalam sel. Mineral ini dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah dengan cara membantu meningkatkan reseptor insulin sehingga meningkatkan sensitifitas insulin. Sehingga kromium merupakan salah satu mineral yang bermanfaat bagi penderita diabetes mellitus yang mengalami gangguan pada sensitivitas insulin. Kromium terdapat pada bahan makanan seperti sayuran, buah, susu dan produk turunannya.

Brokoli merupakan salah satu sayuran yang mengandung mineral kromium. Dalam 100 g brokoli segar mengandung sebanyak 16 mcg kromium. Kromium ini diketahui mempengaruhi homeostasis glukosa pada intoleransi glukosa dan kasus resistensi insulin (Masharani et al. 2012). Kromium berpotensi untuk membantu kerja insulin. Selama beberapa dekade kromium telah diketahui dapat membentuk senyawa kompleks dengan asam nikotinat dan asam amino menjadi senyawa organik yang memiliki fungsi sebagai glucose tolerance factor (GTF) (Gropper & Smith 2009).

#### **H. Sereal**

Sereal adalah serbuk instan yang terbuat dari susu bubuk dan sereal dengan penambahan bahan makanan lain dan atau tanpa bahan tambahan

makanan yang diizinkan (SNI, 1996). Sereal merupakan salah satu jenis olahan makanan yang dibuat dari tepung biji-bijian diolah menjadi bentuk serpihan, setrip, ataupun ekstrudat melalui proses ekstrusi (Ratna, et al., 2008).

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

1. Menimbang bahan yaitu tepung beras, tepung tapioka, tepung kecambah kedelai dan tepung brokoli sesuai dengan formulasi tiap taraf perlakuan P1(49 : 20 : 10 : 21), P2 (54 : 17 : 6 : 23) dan P3 (63 : 11 : 7 : 19).
2. Menambahkan bahan tambahan seperti gula halus, mentega, telur dan susu skim, kemudian mencampurkan seluruh bahan pada masing-masing unit penelitian. Penambahan margarine selain menyumbang kandungan lemak, juga meningkatkan cita rasa sereal pengembangan. Hal ini sesuai dengan Tejasari (2005) yang menyatakan bahwa kandungan lemak dalam pangan memberi kepuasan cita rasa, menimbulkan rasa dan keharuman pada makanan.
3. Mencampur semua bahan hingga homogen, dan menambahkan air sebanyak 30% dari total bahan.
4. Pembentukan kepingan 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. Mutu produk sereal sudah ditetapkan secara nasional dalam Standar Nasional Indonesia yang 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.	Serat kasar	%/b/b	Maks 0,7
8.	Bahan tambahan makanan :		

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
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
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
11	Cemaran mikroba:		
11.1	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks 5x10
11.2	Coliform	APM/g	Maks 10
11.3	E.coli	APM/g	Maks <3
11.4	<i>Salmonella</i> /25g	-	Negatif
11.5	<i>Staphylococu aureus</i> /g	-	Negatif
11.6	Kapang	Koloni/g	Maks 10

Sumber : SNI 01-4270-1996

Tabel 6. 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 dengan substitusi tepung kecambah kedelai dan tepung brokoli juga harus menghitung energi dan zat gizi dari susu yang digunakan. Susu yang di sarankan adalah susu skim karena susu skim memiliki kandungan lemak yang lebih rendah daripada susu sapi. Adapun kandungan energi dan zat gizi susu skim dibandingkan dengan susu sapi disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Kandungan gizi susu skim dan susu sapi (100 ml)**

Jenis Nutrisi	Susu Skim	Susu Sapi
Energi (Kkal)	36	61
Protein (g)	3,5	3,2
Lemak (g)	0,1	3,5
Karbohidrat (g)	5,1	4,3
Kasium (mg)	123	143
Fosfor (mg)	97	60
Besi (mg)	0,1	1,7

Sumber : Daftar Komposisi Bahan Makanan, 2005

Tabel 7 menunjukkan kandungan gizi susu skim hampir setara dengan susu sapi. Kandungan protein susu skim lebih tinggi (3,5 g/100 ml) daripada susu sapi (3,2 g/100 ml). Selain itu, kandungan lemak pada susu skim lebih rendah (0,1 g/100 ml) daripada susu sapi (3,5 g/ 100 ml). Sehingga susu skim dapat dijadikan sebagai susu alternatif untuk penderita diabetes mellitus.

## **I. Mutu Kimia**

### **1. Kadar Air**

Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan karena dapat mempengaruhi acceptability, kenampakan, kesegaran, tekstur, dan cita rasa pangan. Semua pangan bahan pangan mengandung air yang dapat berasal dari energi zat gizi pangan selama metabolisme, atom karbon dan atom H bergabung dengan oksigen menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Tejasari, 2005).

Pendapat lain dari Hidayati (2015) bahwa dalam reaksi di dalam sel, air berperan sebagai katalisator yang dapat memecah atau menghidrolisis zat gizi kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana. Adanya kenaikan kadar air bahan pangan kering dapat mengakibatkan kerusakan baik akibat reaksi kimiawi maupun pertumbuhan pertumbuhan mikroba pembusuk (Legowo dan Narwanto, 2004 dalam Fauziyah, 2017). Dalam SNI 01-4270-1996 telah ditentukan bahwa kadar air maksimal dalam susu sereal adalah 3g/100g.

### **2. Kadar Abu**

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan. Penentuan kadar abu berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan. Pengukuran kadar abu bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan mineral yang terdapat dalam makanan/pangan (Sandjaja dkk, 2010). Dalam SNI 01-4270-1996 telah ditentukan bahwa kadar abu maksimal dalam susu sereal adalah 4g/100g.

## **J. Mutu Gizi**

### **1. Protein**

Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima bagian tubuh adalah protein, separuhnya ada di otot, seperlima ada di tulang dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Sumber protein yang baik didapat dari daging tanpa lemak, ikan, *seafood* tanpa kulit, susu *low fat*, dan produk susu rendah lemak. Diet protein yang tinggi (lebih dari 20% total kalori) tidak direkomendasikan karena membahayakan fungsi ginjal yang justru beresiko tinggi terkena penyakit ginjal (nefropati diabetik).

### **2. Lemak**

Lemak berfungsi sebagai penyedia energi kedua setelah karbohidrat. Oksidasi lemak akan berlangsung jika ketersediaan karbohidrat telah menipis akibat asupan karbohidrat yang rendah. Askandar (2012) menganjurkan konsumsi lemak pada diet DM B yaitu 20% dari kebutuhan kalori. Bahan makanan yang perlu dibatasi adalah yang banyak mengandung lemak jenuh dan lemak trans antara lain daging dan susu full cream.

### **3. Karbohidrat**

Karbohidrat adalah kelompok nutrisi yang paling penting dalam susunan makanan sebagai sumber energi (Wiarso, 2013). Menurut Perkeni (2011), karbohidrat yang dianjurkan bagi penderita diabetes mellitus di Indonesia sebesar 45 – 65% total asupan energi. Jenis karbohidrat yang dianjurkan untuk dikonsumsi penderita diabetes mellitus adalah karbohidrat yang berserat tinggi dan tidak dianjurkan membatasi konsumsi karbohidrat <130 g/hari. Gula dalam bumbu diperbolehkan sehingga penderita diabetes dapat makan sama dengan makanan keluarga yang lain, sukrosa tidak boleh lebih dari 5% total asupan energi, pemanis alternatif dapat digunakan sebagai pengganti gula, asal tidak melebihi batas aman konsumsi harian (Accepted Daily Intake).

Menurut Adrian dan Dalimartha (2014) jenis karbohidrat kompleks lebih dianjurkan karena memiliki unsur-unsur yang lebih kompleks. Jenis karbohidrat ini diserap lebih lambat dari saluran pencernaan karena membutuhkan proses metabolisme yang lebih panjang untuk menjadi glukosa sehingga cocok untuk penderita diabetes. Sedangkan karbohidrat sederhana mempunyai komposisi kimia yang sederhana. Penyerapan dari saluran pencernaan terjadi dengan cepat sehingga kadar glukosa darah akan melonjak naik begitu selesai dikonsumsi.

#### **K. Nilai Energi**

Energi yang diperoleh dari makanan digunakan manusia untuk melakukan aktifitas. Tidak seluruh energi yang tersedia dalam makanan dapat dimanfaatkan tubuh. Berdasarkan penelitian Atwater, hanya 99% karbohidrat, 95% lemak, dan 92% protein yang dimakan dapat diabsorpsi. Nilai energi dapat ditetapkan melalui perhitungan menurut komposisi karbohidrat, lemak, dan protein. Sumber energi dengan konsentrasi tinggi didapat dari bahan makanan sumber lemak seperti minyak: kacang-kacangan dan biji-bijian. Selain itu juga terdapat pada bahan makanan sumber karbohidrat, seperti: padi-padian, umbi-umbian dan gula murni (Almatsier, 2001).

#### **L. Mutu Fungsional**

##### **1. Serat**

Serat makanan (*Dietary fiber*) adalah komponen dalam makanan yang tidak tercerna secara enzimatik menjadi bagian-bagian yang dapat diserap oleh saluran pencernaan. Penderita diabetes dianjurkan mengkonsumsi cukup serat dan kacang – kacang, buah dan sayuran serta sumber karbohidrat yang tinggi serat, karena mengandung vitamin, mineral, serat dan bahan lain yang baik untuk kesehatan. Anjuran konsumsi serat adalah  $\pm 25\text{gr}/1000 \text{ kkal/hari}$  (Perkeni, 2011).

#### **M. Mutu Organoleptik**

Menurut Saleh (2004) pengujian organoleptik merupakan suatu cara untuk mengamati tekstur, warna, bentuk, aroma, rasa suatu produk

makanan, minuman ataupun obat. Pengujian organoleptik disebut juga penilaian indera atau kemampuan alat indera memberikan kesan atau tanggapan dapat dianalisis atau dibedakan berdasarkan jenis kesan (Negara, 2016).

Dalam menyikapi persaingan produk sejenis, perlu juga diperhatikan daya terima suatu produk tersebut oleh konsumen. Salah satu cara untuk mengetahui kualitas produk yang dapat memenuhi harapan konsumen terutama dalam hal cita rasa produk adalah dengan cara melakukan studi komparasi atribut sensori (Tarwendah, 2017).

### **1. Warna**

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu organoleptik suatu bahan makanan antara lain tekstur, warna, rasa, dan kekentalan. Sebelum faktor-faktor yang lain dipertimbangkan secara visual. Warna merupakan sensori pertama yang dapat dilihat langsung oleh panelis. Penentuan mutu bahan makanan umumnya bergantung pada warna yang dimilikinya, warna yang tidak menyimpang dari warna yang seharusnya akan memberi kesan penilaian tersendiri oleh panelis (Negara, 2016).

### **2. Aroma**

Aroma adalah senyawa yang dikeluarkan oleh bahan makanan yang dapat dikenali dengan indra penciuman (Sediaoetama, 2004 dalam Fauziyah, 2017). Aroma makanan dapat menentukan kelezatan makanan tersebut. Senyawa berbau sampai ke jaringan pembau dalam hidung bersama-sama dengan udara. Penginderaan cara ini memasyarakatkan bahwa senyawa berbau bersifat mutlak (Negara, 2016).

### **3. Rasa**

Rasa merupakan tanggapan atas adanya rangsangan kimiawi yang sampai di indera pengecap lidah, khususnya jenis rasa dasar yaitu manis, asin, asam dan pahit. Pada konsumsi tinggi indera pengecap akan mudah mengenal rasa-rasa dasar tersebut. Beberapa komponen yang berperan dalam penentuan rasa makanan adalah aroma makanan, bumbu masakan dan bahan makanan, keempukan atau kekenyalan

makanan, kerenyahan makanan, tingkat kematangan dan temperatur makanan (Negara, 2016).

#### **4. *Mouthfeel***

Tekstur adalah faktor kualitas makanan yang paling penting, sehingga memberikan kepuasan terhadap kebutuhan kita. Oleh karena itu, kita menghendaki makanan yang mempunyai rasa dan tekstur yang sesuai dengan selera yang kita harapkan, sehingga bila kita membeli makanan, maka pentingnya nilai gizi biasanya ditempatkan pada mutu setelah harga, tekstur, dan rasa (Negara, 2016).