

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2

1. Prevalensi Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes Mellitus didefinisikan sebagai suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau kedua-duanya (ADA, 2010). Diabetes Mellitus adalah salah satu jenis penyakit degeneratif yang mengalami peningkatan setiap tahun di negara-negara seluruh dunia dan menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat (IDF, 2012). Salah satu penyebab meningkatnya penyakit tidak menular adalah adanya peningkatan pendapatan yang menimbulkan pergeseran pola konsumsi. Transisi demografi berpengaruh pada terjadinya transisi epidememiologik dalam bidang kesehatan. Kondisi ini ditandai dengan jumlah penyakit menular mulai menurun dan penyakit tidak menular meningkat.

Tahun 2012, diabetes mellitus merupakan penyebab langsung dari 1,5 juta kematian, 80% kematian yang terjadi disebabkan oleh diabetes mellitus terjadi di Negara dengan pendapatan per kapita menengah kebawah atau negara berkembang. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI (2013), melaporkan bahwa prevalensi diabetes mellitus di Indonesia meningkat dari 1,1% (2007) menjadi 2,1% (2013) dan seluruh kejadian diabetes mellitus di Indonesia masih didominasi oleh diabetes mellitus tipe 2. Menurut Internasional of Diabetic Ferderation (2015), tingkat prevalensi global penderita DM pada tahun 2014 sebesar 8,3% dari keseluruhan penduduk di dunia. International Diabetes Federation (IDF) tahun 2017 melaporkan bahwa Indonesia menduduki peringkat ke-7 dunia dengan penderita DM terbanyak, yaitu 10,3 juta jiwa dan diperkirakan pada tahun 2045 menjadi 16,7 juta jiwa. American Diabetes Association yang menyatakan 90-95% dari angka kejadian diabetes merupakan diabetes mellitus tipe 2. Dinas Kesehatan Kota Malang (2017) melaporkan bahwa diabetes mellitus tipe 2 termasuk ke dalam sepuluh besar penyakit Kota Malang sejak tahun 2015 sampai 2017.

2. Penyebab

Menurut Wijayakusuma (2004), penyakit DM dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu:

a. Pola Makan

Pola makan secara berlebihan dan melebihi jumlah kadar kalori yang dibutuhkan oleh tubuh dapat memacu timbulnya diabetes mellitus. Hal ini disebabkan jumlah atau kadar insulin oleh sel β pankreas mempunyai kapasitas maksimum untuk disekresikan.

b. Obesitas

Orang yang gemuk dengan berat badan melebihi 90 kg mempunyai kecenderungan lebih besar untuk terserang DM dibandingkan dengan orang yang tidak gemuk.

c. Faktor genetik

Seorang anak dapat diwarisi gen penyebab DM dari orang tua. Biasanya, seseorang yang menderita DM mempunyai anggota keluarga yang terkena juga.

d. Bahan-bahan kimia dan obat-obatan

Bahan kimiawi tertentu dapat mengiritasi pankreas yang menyebabkan radang pankreas. Peradangan pada pankreas dapat menyebabkan pankreas tidak berfungsi secara optimal dalam mensekresikan hormon yang diperlukan untuk metabolisme dalam tubuh, termasuk hormon insulin.

e. Penyakit dan infeksi pada pankreas

Mikroorganisme seperti bakteri dan virus dapat menginfeksi pankreas sehingga menimbulkan radang pankreas. Hal itu menyebabkan sel β pada pankreas tidak bekerja secara optimal dalam mensekresi insulin.

3. Patogenesis

Menurut Soegondo dkk (2011), pada diabetes didapatkan jumlah insulin yang kurang atau pada keadaan kualitas insulinnya tidak baik (resisten insulin), meskipun insulin ada dan reseptor juga ada, tapi karena ada kelainan di dalam sel itu sendiri pintu masuk sel tetap tidak dapat terbuka tetap tertutup hingga glukosa tidak dapat masuk sel di metabolisme, akibatnya glukosa tetap berada di luar sel, hingga kadar glukosa dalam darah meningkat. Patogenesis DM Tipe 2 ditandai dengan adanya resisten insulin perifer, gangguan Hepatic Glucose Production (HGP), dan penurunan fungsi sel β , yang akhirnya akan menuju kerusakan total sel β . Pada stadium prediabetes (IFG dan IGT) mula-mula timbul resisten insulin yang kemudian disusul peningkatan sekresi insulin untuk mengkompensasi resisten insulin agar kadar glukosa darah tetap normal. Lama-

kelamaan sel beta tidak sanggup mengkompensasi resisten insulin hingga kadar glukosa darah meningkat dan fungsi sel beta semakin menurun. Saat itulah diagnosis diabetes ditegakkan. Penurunan fungsi sel beta tersebut berlangsung secara progresif, sampai akhirnya sama sekali tidak mampu lagi mensekresi insulin, suatu keadaan menyerupai diabetes tipe 1. Kadar glukosa darah semakin meningkat.

B. Terapi Gizi Medis

Terapi Gizi Medis merupakan bagian dari penatalaksanaan diabetes secara total. Kunci keberhasilan terapi gizi medis adalah keterlibatan secara menyeluruh dari anggota tim (dokter, ahli gizi, petugas kesehatan yang lain serta pasien dan keluarganya). Terapi Gizi Medis adalah proses yang mendukung untuk menetapkan prioritas, menetapkan tujuan, dan membuat rencana aksi individual yang mengakui dan menumbuhkan tanggung jawab untuk perawatan diri. Secara umum, terapi gizi medis terdiri dari beberapa sesi, satu-satu sesi antara Ahli gizi dan seorang pasien, di mana Ahli gizi melakukan penilaian gizi, diagnosis, konseling, dan layanan terapi lainnya sesuai dengan "Medical Nutrition Therapy Evidence-Based Guide for Practice/Nutrition Protocol" yang Berbasis Bukti Terapi Gizi Medis untuk Praktik / Protokol Nutrisi " (ADA, 2009). Setiap penyandang diabetes sebaiknya mendapat TNM sesuai dengan kebutuhannya guna mencapai sasaran terapi. Prinsip pengaturan makan pada penyandang diabetes hampir sama dengan anjuran makan untuk masyarakat umum yaitu makanan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi masing-masing individu. Pada penyandang diabetes perlu ditekankan pentingnya keteraturan makan dalam hal jadwal makan, jenis, dan jumlah makanan, terutama pada mereka yang menggunakan obat penurun glukosa darah atau insulin.

Diabetes mellitus tipe 2 dapat dicegah dengan tidak hanya berfokus pada pengobatan, tetapi juga pencegahan melalui upaya preventif dan promosi kesehatan. PERKENI (2015) menyatakan bahwa tatalaksana DM Tipe 2 dapat diawali dengan menerapkan pola hidup sehat (terapi nutrisi medis dan aktivitas fisik) bersamaan dengan intervensi farmakologis dengan obat anti-hiperglikemia secara oral dan/atau suntikan. Pada saat penderita DM terdeteksi dini maka pengendalian kadar glukosa darah dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. American Diabetes Association (ADA) 2009 menyatakan bahwa orang yang memiliki pra-diabetes atau diabetes harus menerima terapi gizi medis individual

sesuai kebutuhan untuk mencapai tujuan pengobatan. Tatalaksana farmakologi diberikan pada penderita DM Tipe 2 setelah pilar penatalaksanaan terapi nutrisi dan aktivitas fisik tidak memberikan dampak terhadap tujuan tatalaksana.

Johnson dan Valera (1995) menyatakan bahwa terjadi penurunan kadar glukosa darah sebesar 33,5% pada pasien yang menerima terapi gizi selama 6 bulan dan penurunan total berat badan rata-rata adalah 2,05 kg, dari 85% pasien yang menggunakan obat oral atau insulin pada awal penelitian, sebesar 44% lebih sedikit atau tidak memerlukan obat atau insulin. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Johnson dan Thomas (2001) menunjukkan bahwa Intervensi terapi gizi medis menurunkan level HbA1c 20%, membawa tingkat rata-rata ke <8% dibandingkan subjek tanpa intervensi MNT, yang mengalami penurunan 2% pada level HbA1c, dengan level rata-rata tersisa >8%. Terapi gizi medis mampu menurunkan HbA1c 1% pada diabetes tipe 1 yang baru didiagnosis, 2% pada diabetes tipe 2 yang baru didiagnosis, dan 1% pada diabetes tipe 2 dengan durasi rata-rata 4 tahun (Pastors et al. 2002).

Penatalaksanaan terapi gizi bisa dilakukan dengan pengendalian kadar glukosa darah dengan cara memperlambat penyerapan glukosa dan meningkatkan kekentalan isi usus yang secara tidak langsung dapat menurunkan kecepatan difusi permukosa usus halus. Akibat kondisi tersebut, kadar glukosa dalam darah mengalami penurunan secara perlahan, sehingga kebutuhan insulin juga berkurang (Nadimin dkk. 2009). Triandita dkk. (2016) menyatakan bahwa diet tinggi serat >38 g/hari dapat membantu mengurangi efek negatif peningkatan kadar glukosa darah pada penderita DM tipe 2. Selain itu, dapat juga melalui peningkatan sensitivitas insulin dan peningkatan produksi insulin dari sel β pankreas. Pratiwi (2015) dalam penelitiannya menyebutkan pemberian antioksidan golongan polisakarida 200 mg/kgBB pada tikus diabetes dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan kadar glukosa darah. Hasil penelitian Hasanah (2018) menunjukkan bahwa Kadar AST, kadar ALT, kadar BUN dan kadar kreatinin plasma subjek cenderung menurun setelah intervensi minuman dan cookies Galohgor namun tidak berbeda signifikan antar kelompok kontrol dan kelompok Galohgor ($p>0.05$). Akan tetapi, pemberian minuman dan cookies yang mengandung ekstrak Galohgor 2 gram/hari mampu mempertahankan fungsi normal hati dan ginjal penderita DM tipe 2.

Penatalaksanaan Diabetes Mellitus menurut PERKENI (2011) terdapat pilar-pilar dalam penatalaksanaan diabetes mellitus selain terapi gizi medis, antara lain :

a. Edukasi

Diabetes tipe 2 umumnya terjadi pada saat pola gaya hidup dan perilaku telah terbentuk dengan mapan. Pemberdayaan penyandang diabetes memerlukan partisipasi aktif pasien, keluarga dan masyarakat. Tim kesehatan mendampingi pasien dalam menuju perubahan perilaku sehat. Untuk mencapai keberhasilan perubahan perilaku, dibutuhkan edukasi yang komprehensif dan upaya peningkatan motivasi. Penyandang Diabetes Melitus perlu mendapatkan informasi minimal yang diberikan setelah diagnosis ditegakkan, mencakup pengetahuan dasar tentang diabetes, pemantauan mandiri, sebab-sebab tingginya kadar glukosa darah, obat hipoglikemia oral, perencanaan makan, perawatan, kegiatan jasmani, tanda - tanda hipoglikemi dan komplikasi. Penyandang diabetes yang mempunyai pengetahuan cukup tentang diabetes, kemudian selanjutnya mengubah perilakunya, sehingga akan dapat mengendalikan kondisi penyakitnya dan penyandang diabetes dapat hidup lebih berkualitas.

Edukasi dan informasi yang tepat dapat meningkatkan kepatuhan penderita dalam menjalani program pengobatan yang komprehensif, sehingga pengendalian kadar glukosa darah dapat tercapai. Dengan kepatuhan yang lebih, maka akan lebih mudah menyerap informasi berkaitan dengan penyakitnya sehingga pasien diabetes Melitus relatif dapat hidup normal bila mengetahui kondisinya dan cara penatalaksanaan penyakitnya tersebut. Hasil penelitian Sutiawati dkk. (2013) menunjukkan edukasi gizi berpengaruh terhadap peningkatan pengetahuan secara berkala pada pasien DM serta dapat mengontrol kadar glukosa darah ($p = 0,000$). Hasil penelitian pada penerapan 4 pilar pengendalian Diabetes Melitus dengan rerata kadar gula darah, yaitu sebagian besar responden dengan penyerapan edukasi baik maka rerata kadar gula darah dalam batas normal (Putri dan Isfandiari, 2013).

b. Latihan jasmani

Kegiatan jasmani sehari-hari dan latihan jasmani secara teratur (3-4 kali seminggu selama kurang lebih 30 menit), merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan DM tipe 2. Kegiatan sehari-hari seperti berjalan kaki ke pasar, menggunakan tangga, berkebun harus tetap dilakukan. Latihan jasmani selain

untuk menjaga kebugaran juga dapat menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik seperti jalan kaki, bersepeda santai, jogging, dan berenang. Latihan jasmani sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kebugaran jasmani. Untuk mereka yang relatif sehat, intensitas latihan jasmani bisa ditingkatkan, sementara yang sudah mendapat komplikasi DM dapat dikurangi.

Hindari kebiasaan hidup yang kurang gerak atau bermalasan. Depkes (2008), latihan fisik pada penderita Diabetes Melitus dapat menyebabkan peningkatan pemakaian glukosa darah oleh otot yang aktif sehingga latihan fisik secara langsung dapat menyebabkan penurunan kadar lemak tubuh, mengontrol kadar glukosa darah, memperbaiki sensitivitas insulin, menurunkan stres. Menurut Rachmawati (2010), dengan adanya latihan jasmani dapat menurunkan atau mengendalikan kadar glukosa darah pada penderita DM tipe 2.

c. Terapi Farmakologi

Terapi farmakologis diberikan bersama dengan pengaturan makan dan latihan jasmani (gaya hidup sehat). Terapi farmakologis terdiri dari obat oral (untuk pemicu sekresi insulin, peningkatan sensitivitas insulin, penghambat glukoneogenesis, penghambat glukosidase alfa, DPP-IV inhibitor) dan bentuk suntikan (insulin dan Agonis GLP-1/*incretin mimetic*). Perilaku keteraturan konsumsi obat anti diabetes responden menjadi salah satu upaya untuk pengontrolan dalam pengendalian glukosa darah ataupun komplikasi yang dapat ditimbulkan. Bila penderita Diabetes Melitus tidak patuh dalam melaksanakan program pengobatan yang telah dianjurkan oleh dokter atau tenaga kesehatan lainnya maka akan dapat memperburuk kondisi penyakitnya.

Keberhasilan dari pengobatan Diabetes Melitus ini selain dengan pengobatan secara medik, dalam bentuk pemberian obat juga dipengaruhi dengan pola diet dan olahraga untuk menjaga kebugaran tubuh. Hasil penelitian yang dilakukan Bulu, dkk. (2019) menyatakan hubungan antara tingkat kepatuhan minum obat dengan kadar gula darah pada pasien diabetes melitus tipe II di Puskesmas Dinoyo Kota Malang. Diketahui bahwa dari 26 (47,3%) responden yang melakukan kepatuhan minum obat sedang menyebabkan gula darah tidak normal pada 17 (30,9%) responden. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat dipahami bahwa tingkat kepatuhan minum obat sedang bisa meningkatkan kadar gula darah menjadi tidak normal pada pasien diabetes

melitus tipe II, sedangkan pasien yang melakukan kepatuhan minum obat tinggi akan mampu menjaga kadar gula darah dalam tubuh tetap normal sehingga mempercepat penyembuhan penyakit diabetes melitus tipe II.

d. Algoritme Pengobatan Diabetes Melitus Tipe 2

Algoritme Pengobatan DM Tipe 2 adalah prosedur sistematis untuk memecahkan masalah DM yang menggunakan terapi kombinasi obat antihiperqlikemi. Pemberian obat antihiperqlikemia oral maupun insulin selalu dimulai dengan dosis rendah, untuk kemudian dinaikkan secara bertahap sesuai dengan respons kadar glukosa darah. Terapi kombinasi obat antihiperqlikemia oral, baik secara terpisah ataupun *fixed dose combination*, harus menggunakan dua macam obat dengan mekanisme kerja yang berbeda. Pada keadaan tertentu apabila sasaran kadar glukosa darah belum tercapai dengan kombinasi dua macam obat, dapat diberikan kombinasi dua obat antihiperqlikemia dengan insulin. Pada pasien yang disertai dengan alasan klinis dimana insulin tidak memungkinkan untuk dipakai, terapi dapat diberikan kombinasi tiga obat antihiperqlikemia oral. Acuan dalam penentuan kombinasi obat bergantung pada algoritme pengobatan DM Tipe 2.

1. Perbaikan Pola Konsumsi Penderita DM

Perubahan gaya hidup merupakan salah satu yang dapat menimbulkan tingginya angka kasus diabetes dikarenakan pergeseran gaya hidup masyarakat di era globalisasi, khususnya yang bermukim di kawasan perkotaan karena mudahnya mendapatkan makanan yang siap saji (Sulistijani, 2002). Menurut Waspadji, dkk. (2004) salah satu aspek paling menonjol adalah tingginya konsumsi makanan gaya barat yaitu tinggi karbohidrat, protein dari hewani dan lemak yang kandungan seratnya rendah serta dibarengi dengan minuman ringan yang kadar gulanya tinggi. Kebiasaan dan pola makan yang salah juga meningkatkan risiko terkena diabetes. Kurang gizi (malnutrisi) dapat merusak pankreas, sedangkan obesitas (gemuk berlebihan) mengakibatkan gangguan kerja insulin. Kurang gizi dapat terjadi pada janin lantaran ibunya merokok atau mengonsumsi alkohol dan diet ketat.

Pada penderita DM tipe 2, pengaturan makanan merupakan hal yang sangat penting. Prinsip pengaturan makan pada penyandang diabetes hampir sama dengan anjuran makan untuk masyarakat umum yaitu makanan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi masing-masing

individu. Menurut Tjokroprawiro (2012) dalam melaksanakan diet diabetes sehari-hari hendaknya diikuti pedoman 3J yaitu jumlah, jadwal, jenis artinya

J1: Jumlah: kalori yang diberikan harus habis.

J2: Jadwal: Diet harus diikuti sesuai dengan intervalnya, yaitu tiga jam.

J3: Jenis: makanan manis harus dihindari, termasuk pantang buah golongan A. Jenis inilah yang paling sering mengganggu kadar glukosa darah (regulasi diabetes).

Diabetes Mellitus pada kasus-kasus tertentu yang proses katabolik meningkat, misalnya: diabetisi dengan TBC paru, nefropati diabetik, sirosis hati atau diabetisi, digunakan diet diabetes dengan kalori tinggi agar mempunyai sifat anabolik, yaitu lebih dari 2000 kalori sehari.

2. Prinsip Diet Diabetes Melitus

Prinsip Diet berdasarkan PERKENI (2015) adalah sebagai berikut:

- a. Karbohidrat yang dianjurkan sebesar 45-65% total asupan energi. Terutama karbohidrat yang berserat tinggi.
- b. Sukrosa tidak boleh lebih dari 5% total asupan energi.
- c. Asupan lemak dianjurkan sekitar 20-25% kebutuhan kalori, dan tidak diperkenankan melebihi 30% total asupan energi.
- d. Kebutuhan protein sebesar 10–20% total asupan energi.
- e. Anjuran konsumsi serat adalah 20-35 gram/hari yang berasal dari berbagai sumber bahan makanan.
- f. Pemanis alternatif aman digunakan sepanjang tidak melebihi batas aman (*Accepted Daily Intake/ADI*).

Perhitungan makanan selingan untuk produk ini menggunakan 20% dari pola konsumsi penderita diabetes mellitus pada umumnya sebesar 2100 Kkal sehingga didapatkan 420 Kkal untuk snack sehari dengan pemberian 2 kali.

C. Pengembangan Formula Susu Sereal

1. Susu Sereal

Dalam SNI 01-4270-1996, susu sereal adalah serbuk instan yang terbuat dari susu bubuk dan sereal dengan penambahan bahan makanan lain dan atau tanpa bahan tambahan makanan yang diizinkan. *Flakes* adalah makanan siap saji yang berbentuk lembaran tipis, berwarna kuning kecokelatan serta biasanya dikonsumsi dengan penambahan susu sebagai menu sarapan (Permana, 2015). Menurut Tribelhorn (1991) dalam Hildayanti (2012), produk sereal sarapan dapat

dikelompokan berdasarkan sifat fisik alami dari produk. Sereal sarapan yang ada di pasaran dikategorikan menjadi lima jenis, yaitu:

- a. Sereal tradisional yang memerlukan pemasakan, adalah sereal yang dijual di pasaran dalam bentuk bahan mentah yang telah diproses. Biasanya dalam bentuk sereal yang biasa dikonsumsi panas.
- b. Sereal panas instan tradisional, yaitu sereal yang dijual dalam bentuk biji-bijian atau serbuk yang telah dimasak dan hanya memerlukan air mendidih dalam persiapannya.
- c. Sereal siap santap, yaitu produk yang telah diolah dan direkayasa menurut jenis atau bentuk diantaranya *flaked*, *puffed*, dan *shredded*.
- d. *Ready-to-eat cereal mixes*, yaitu produk sereal yang telah diolah bersama biji-bijian atau kacang-kacangan, serta buah kering.
- e. Berbagai produk sereal sarapan yang tidak dapat dikategorikan dengan keempat jenis di atas karena proses khusus dan atau kegunaan akhirnya. Contoh dari jenis ini adalah *cereal nuggets* dan makanan bayi.
Bahan-bahan yang digunakan untuk pengolahan susu sereal pengembangan antara lain:

a. Tepung Terigu

Tepung terigu adalah salah satu bahan yang mempengaruhi proses pembuatan adonan dan menentukan kualitas akhir produk berbasis tepung terigu. Tepung terigu lunak cenderung membentuk adonan yang lebih lembut dan lengket. Sebaiknya menggunakan tepung terigu protein rendah (8-9%). (Farida et al, 2008).

b. Tepung tapioka

Tapioka merupakan sumber karbohidrat yang cukup tinggi. Tepung tapioka, tepung singkong, tepung kanji, atau aci adalah tepung yang diperoleh dari umbi akar ketela pohon atau dalam bahasa Indonesia disebut singkong. Tapioka memiliki sifat-sifat yang serupa dengan sagu, sehingga kegunaan keduanya dapat dipertukarkan. Tepung ini sering digunakan untuk membuat makanan, bahan perekat, dan banyak makanan tradisional yang menggunakan tapioka sebagai bahan bakunya. Tepung tapioka memiliki kandungan amilopektin yang tinggi yaitu 69,06% (db) yang dapat memberikan kerenyahan pada produk (Supriyadi, 2012).

c. Lemak

Di dalam adonan, lemak memberikan fungsi shortening dan fungsi tesktur sehingga menjadi lebih lembut. Selain itu, lemak juga berfungsi sebagai pemberi flavor. Lemak yang biasanya digunakan adalah mentega (*butter*) dan margarin, bisa ditambahkan dengan santan. Margarin berfungsi untuk menghalangi terbentuknya gluten. Prosentase lemak sebanyak 65 – 75% dari jumlah tepung ini akan menghasilkan kue yang rapuh, kering, gurih dan warna kue kuning mengkilat. Penggunaan lemak berlebih mengakibatkan kue melebar dan mudah hancur, sedangkan jumlah lemak terlalu sedikit akan menghasilkan tekstur keras dengan rasa seret dimulut (Farida et al, 2008).

Susu sereal pengembangan ini menggunakan minyak kelapa. Lemak dapat memperlambat pengeluaran asam lambung dan memperlambat pengosongan lambung sehingga bisa memberikan rasa kenyang yang lebih lama. Minyak kelapa kaya akan Asam Lemak Rantai Medium (ALRM), yang memiliki keunggulan dalam proses pencernaan dibanding asam lemak tak jenuh yaitu dalam proses metabolisme lebih cepat diproses dan diserap oleh usus, sehingga lebih cepat menghasilkan energi, dengan komponen utamanya asam laurat mempunyai manfaat untuk membantu mengontrol diabetes (Karouw dan Santoso, 2013). Minyak kelapa kaya akan kandungan asam lemak rantai sedang atau disebut *Medium Chain Triglycerides* (MCT) yang didominasi oleh asam lemak laurat 48,2% (Andi dan Djayeng, 2000).

d. Telur

Telur berpengaruh terhadap tekstur hasil dari fungsi emulsifikasi, pelembut tekstur, dan daya pengikat. Penggunaan kuning telur memberikan tekstur yang lembut. Telur digunakan untuk menambah rasa dan warna. Telur juga membuat produk lebih mengembang karena menangkap udara selama pengocokan. Putih telur bersifat sebagai pengikat/pengeras. Kuning telur bersifat sebagai pengempuk (Farida et al, 2008).

e. Susu

Susu skim berbentuk padatan (serbuk) memiliki aroma khas kuat dan sering digunakan pada pembuatan *flakes*. Susu skim berfungsi memberikan aroma, memperbaiki tesktur dan warna permukaan. Laktosa yang terkandung di dalam susu skim merupakan disakarida pereduksi, yang jika berkombinasi dengan protein melalui reaksi maillard dan adanya proses pemanasan akan

memberikan warna coklat menarik pada permukaan *flakes* setelah dipanggang (Farida et al, 2008).

2. Persyaratan Mutu Susu Sereal

Persyaratan mutu susu sereal yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional terdapat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Syarat mutu susu sereal berdasarkan SNI 01-4270-1996

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. 5
4	Protein (Nx6,25)	% b/b	min. 5
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:		
8.1	Pemanis buatan (sakarín dan siklamát)	-	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	E. Coli	APM/g	maks < 3
11.4	Salmonella/25g	-	Negative
11.5	Staphylococcus aureus 7g	-	Negative
11.6	Kapang	Koloni/g	maks. 10^2
	*dikemas dalam kaleng		

Tabel 2.1. menunjukkan bahwa syarat mutu yang harus dipenuhi untuk pengembangan susu sereal adalah kadar air maksimal 3% b/b. Kadar abu maksimal 5% b/b, kadar protein minimal 5 b/b, kadar lemak minimal 7% b/b, kadar karbohidrat minimal 60% b/b dan keadaan umum susu sereal tidak memiliki bau dan rasa yang menyimpang.

3. Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan hasil samping dalam proses pembuatan tahu yang diperoleh dari hasil penyaringan susu kedelai, sebagaimana disajikan pada

Gambar 2.1. Ampas tahu yang terbentuk besarannya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan (Kaswinarni, 2007). Ampas tahu termasuk pangan yang memiliki kandungan protein hampir sama dengan tahu atau kedelai dan kandungan lainnya dalam ampas tahu adalah karbohidrat, lemak, dan serat kasar (Fardi, 2015). Ampas tahu mempunyai kadar protein yang baik dari segi kualitasnya untuk campuran dalam pembuatan berbagai bahan makanan.



Gambar 2.1. Tepung Ampas Tahu

Kandungan nutrisi yang terdapat dalam ampas tahu bervariasi, hal ini antara lain disebabkan oleh perbedaan varietas dari kedelai yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tahu, peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan tahu maupun proses pembuatan tahu maupun proses pengolahan yang dilakukan (Wahyuni, 2003). Komponen kimia yang terdapat dalam 100 gram tepung ampas tahu disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komponen Kimia Tepung Ampas Tahu 100 Gram (Dalam Satuan %)

No	Komponen Kimia	Tepung Ampas Tahu*)	Tepung Ampas Tahu**)
1	Protein	17,72	21,94
2	Lemak	12,62	15,24
3	Air	9,84	9,87
4	Abu	3,58	3,56
5	Karbohidrat	66,24	49,39
6	Serat Kasar	-	-
7	Serat Pangan	19,44	45,38

Sumber :

**) :Laboratorium Ka Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Penelitian Unika, 2013

***) :Rachmayani dkk. 2017

Tabel 2.2 Menunjukkan bahwa tepung ampas tahu memiliki kandungan protein, lemak dan serat kasar cukup tinggi. Adanya perbedaan komponen kimia pada sumber yang berbeda, tetapi kadar protein tepung ampas tahu sama-sama tinggi. Kandungan serat pangan yang terkandung dalam tepung ampas tahu dapat bermanfaat sebagai pencegahan berbagai penyakit seperti pencegahan

kanker usus besar, penyakit divertikular, penyakit kardiovaskular dan kegemukan/ obesitas (Yustina dan Farid, 2012). Serat tidak larut air merupakan serat pangan yang bermanfaat dalam memperbesar volume feses dan akan mengurangi waktu transitnya makanan dalam GI Tract (bersifat laksatif lemah). Pengendalian kadar glukosa darah menggunakan serat dengan cara memperlambat penyerapan glukosa dan meningkatkan kekentalan isi usus yang secara tidak langsung dapat menurunkan kecepatan difusi permukosa usus halus. Akibat kondisi tersebut, kadar glukosa dalam darah mengalami penurunan secara perlahan, sehingga kebutuhan insulin juga berkurang (Nadimin dkk. 2009).

Komponen kimia tepung ampas tahu jika dibandingkan dengan tepung kedelai dan tepung tempe masih lebih rendah. Komponen kimia tepung kedelai antara lain kadar air 4,9%, kadar abu 3,72%, protein 34,39%, lemak 25,53%, karbohidrat 31,48%, dan serat 3,2% (Widodo, 2001). Sedangkan kandungan tepung tempe antara lain kadar air 7,7%, Kadar abu 2,3, protein 46%, Lemak 24%, karbohidrat 19,3%, dan serat 2,5% (Bastian dkk. 2013).

4. Labu Kuning

Labu kuning (*Cucurbita moshata*) merupakan jenis tanaman menjalar dari famili curcubitacea. Pada bagian tengah labu kuning terdapat biji yang diselimuti lendir dan serat. Biji ini berbentuk pipih dengan kedua ujung yang meruncing. Bentuk buah labu kuning ini bermacam macam tergantung dari jenisnya, ada yang berbentuk bokor (bulat pipih, beralur), oval, panjang dan piala (seperti yang disajikan pada Gambar 2.2). Berat buah labu kuning rata-rata 2-5 kg/buah, dan ada yang mencapai 30 kg/buah untuk labu kuning jenis tertentu. Tekstur daging buah tergantung jenisnya ada yang halus, padat, lunak, dan mumpur (Sudarto, 1993).



Gambar 2.2. Labu Kuning (*Cucurbita moschata*)

Tepung labu kuning mempunyai kualitas tepung yang baik karena mempunyai sifat gelatinisasi sehingga dapat membentuk adonan dengan konsistensi, kekenyalan, viskositas, maupun elastisitas yang baik, sehingga adonan yang dihasilkan akan berkualitas baik. Tepung labu kuning berpotensi sebagai pendamping terigu dalam berbagai produk olahan pangan sehingga produk olahan yang ditambah dengan tepung labu kuning mempunyai warna dan rasa yang menarik (Hendrasty, 2003). Komponen kimia dan nilai gizi yang terdapat dalam 100 gram labu kuning disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Komponen Kimia Tepung Labu Kuning 100 Gram (Dalam Satuan %)

Komponen Kimia	Tepung Labu Kuning *)	Tepung Labu Kuning **)
Air	11,14	11,57
Abu	5,89	4,47
Protein	5,04	6,9
Lemak	0,08	2,1
Karbohidrat	77,65	75,1
Serat kasar	-	5,15

Sumber :

*) :Widowati, dkk. 2003

**): Hendrasty, 2003

Tabel 2.3 Menunjukkan bahwa kandungan yang banyak ditemukan di dalam labu kuning adalah karbohidrat dari berbagai sumber. Labu kuning juga mengandung enzim amilase untuk menghidrolisis pati menjadi maltosa dan dekstrin. Dekstrin mudah larut dan lebih mudah dicerna (Almatsier, 2009). Karbohidrat yang tinggi dan mudah dicerna dalam labu kuning berfungsi untuk mencegah pemecahan energi dari sumber lain. Efek antioksidan polisakarida terhadap regenerasi sel β pankreas dan peningkatan insulin serum (Pratiwi, 2015). *Protein-bound polysaccharides* di labu kuning dinyatakan dapat menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar insulin serum pada tikus wistar dengan induksi aloksan yang merusak sel β pankreas tikus (Simpson et al. 2014). Ekstrak polisakarida dari tepung labu kuning yang diberikan kepada tikus diabetes dengan dosis 200 mg/kgBB menunjukkan adanya peningkatan terhadap insulin serum dan penurunan glukosa darah (Jin et al. 2013). Labu kuning (*Cucurbita moschata*) juga mengandung serat larut dan senyawa bioaktif termasuk protein, peptida, polisakarida, sterol dan asam paraaminobenzoic (Adams et al. 2011).

Labu kuning merupakan sumber karbohidrat yang mengandung karotenoid yang memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan, sehingga dapat

mencegah penuaan, kanker, diabetes dan katarak (Hendrasty, 2003). Labu kuning mengandung senyawa yang berperan sebagai antioksidan yaitu golongan karotenoid, total karotenoid pada labu kuning berkisar antara 10-160 mg/100 gr, didapat >80% adalah β -karoten (Nawirska et al. 2009). β -karoten merupakan provitamin A yang ketika dikonsumsi dan dicerna dalam tubuh berubah menjadi vitamin A yang aktif (Tuti, 2009). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fathonah dkk. (2014) β -karoten dapat menghambat aktivitas radikal bebas pada keadaan stres oksidatif yang disebabkan karena hiperglikemia. Pemberian ekstrak air labu kuning dengan rentang dosis 56 – 112 mg/200 gBB/hari per oral selama 14 hari signifikan dapat menurunkan kadar glukosa darah puasa. Mengonsumsi makanan tinggi antioksidan yang dapat mencegah peningkatan stress oksidatif, sebagaimana dalam Wahyu (2008) yang menyatakan bahwa konsumsi makanan tinggi antioksidan dapat mengontrol gula darah dan mencegah komplikasi, dan sejalan dengan Zatalia and Sanusi (2013) yaitu β -karoten dapat membantu melawan stress oksidatif dan menurunkan risiko terjadinya komplikasi DM.

Penelitian Trisnawati et al. (2014), tepung labu kuning mengandung serat pangan total sebesar 14,81% bb. Tepung labu kuning dapat dikategorikan ke dalam pangan tinggi serat karena telah memenuhi persyaratan kategori bahan pangan tinggi serat dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) yaitu minimal kandungan serat pangannya sebesar 6 g/100 g bahan pangan (Rismaya dkk. 2017). Pengendalian kadar glukosa darah menggunakan serat dengan cara memperlambat penyerapan glukosa dan meningkatkan kekentalan isi usus yang secara tidak langsung dapat menurunkan kecepatan difusi permukosa usus halus. Akibat kondisi tersebut, kadar glukosa dalam darah mengalami penurunan secara perlahan, sehingga kebutuhan insulin juga berkurang (Nadimin dkk. 2009). Selain tinggi serat dan betakaroten Labu kuning juga mengandung vitamin B6, vitamin K, tiamin, dan riboflavin, mineral seperti kalium, magnesium, selenium dan zat besi (Nawirska et al. 2009).

Komponen kimia tepung labu kuning jika dibandingkan dengan umbi-umbian lain seperti tepung ubi jalar tergolong lebih tinggi. Komponen kimia tepung ubi jalar antara lain kadar air 7%, kadar abu 2,13%, protein 5,12%, lemak 0,5%, karbohidrat 85,26%, dan serat 1,95% (Antarlina, 1998).

D. Mutu Kimia

Mutu kimia suatu produk pangan ditentukan oleh komposisi bahan dan perubahan selama proses pengolahan, termasuk untuk mengetahui kerusakan atau kehilangan zat gizi tertentu yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses pengolahan. Komponen bahan tersebut meliputi :

1. Kadar Air

Berdasarkan SNI 01-4270-1996 tentang makanan ringan ekstrudrat dimana kadar air maksimum untuk susu sereal adalah sebesar 3%b/b. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan citarasa pada bahan pangan (Winarno, 2004). Sebagaimana pernyataan Muchtadi (1988) bahwa kerenyahan dipengaruhi oleh jumlah air yang terikat pada matriks karbohidrat, terutama makanan ringan yang apabila kadar airnya terlalu tinggi akan menyebabkan tekstur menjadi kurang renyah. Proses pemanasan suhu tinggi dapat mengurangi kadar air. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut.

Karakteristik bahan makanan dapat mempengaruhi kadar air suatu produk. Hasil penelitian Cahyaningtyas dkk. (2014) semakin tinggi konsentrasi tepung labu kuning maka kadar air *eggroll* semakin tinggi, dimana karakteristik tepung labu kuning menggumpal, kurang dapat mengembang, dan sifat higroskopis (mudah menyerap air) karena kadar gula tepung labu kuning tinggi. Sesuai dengan Hendrasty (2003) bahwa karbohidrat tepung labu kuning dalam pembuatan adonan akan mampu menahan air dan hanya terjadi gelatinisasi sebagian. Hasil penelitian Wati (2018) menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi tepung labu kuning, maka kadar air *flakes* semakin tinggi yaitu 4,84 g/100 g dengan penambahan tepung labu kuning 67%. Tepung ampas tahu mempunyai kemampuan mengikat air dengan kuat, sejalan dengan hasil penelitian Ayunir dkk. (2017) semakin tinggi substitusi tepung ampas tahu maka kadar air roti manis yang dihasilkan semakin meningkat, dimana serat kasar tepung ampas tahu memiliki kemampuan mengikat air, air yang terikat kuat dalam serat pangan sulit untuk diuapkan kembali. Hasil penelitian Chandra (2010) kadar air formula *snackbar* dipengaruhi oleh persentase tepung ampas tahu. Sejalan dengan hasil penelitian Yuwono dan Zulfiah (2015) semakin meningkatnya proporsi tepung ampas tahu, maka kadar air beras analog akan

meningkat seiring meningkatnya serat kasar, dimana tingginya serat yang terkandung dalam produk maka akan mampu meningkatkan kadar air produk tersebut.

2. Kadar Abu

Berdasarkan SNI 01-4270-1996 tentang makanan ringan ekstrudrat dimana kadar abu maksimum untuk susu sereal adalah 5%b/b. Penentuan Kadar abu berhubungan dengan kandungan mineral yang terdapat dalam, kemurnian dan kebersihan suatu bahan yang dihasilkan suatu bahan. Bahan makanan dibakar dalam suhu tinggi dan menjadi abu. Proses pengeringan mengakibatkan terjadinya penguraian komponen ikatan molekul air (H₂O) dan juga memberikan peningkatan terhadap kandungan gula, lemak, mineral sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar abu (Hadipernata dkk. 2006).

Kadar abu dari suatu bahan menunjukkan kandungan mineral yang terdapat dalam bahan pangan tersebut, kemurnian serta kebersihan bahan yang dihasilkan (Andarwulan dkk. 2011). Kadar abu tepung ampas tahu 3,59 g/100 g sedangkan tepung labu kuning 4,93 g/100 g. Tepung ampas tahu mengandung mineral seperti Fe 0,20-0,50 mg yang tidak hilang selama proses pengolahan, magnesium 0,030-100 mg, Cu 0,005-0,0015 mg dan zinc >0,05 mg (Sumardi dan Patuan, 1983). Tepung labu kuning juga mempengaruhi peningkatan kadar abu susu sereal pengembangan, dimana mengandung mineral fosfor 0,03 g, kalsium 0,5 g, natrium 0,65 g, kalium 1,9 g (Ermakov, 1987). Hasil penelitian Wati (2018) menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi tepung labu kuning, maka kadar abu *flakes* semakin tinggi sebesar 2,45 g/100 g dengan proporsi tepung labu kuning 67%.

3. Protein

Perhitungan protein yang dianjurkan yaitu 10 - 20% dari kebutuhan energi total (PERKENI, 2015). Berdasarkan SNI 01-4270-1996 tentang makanan ringan ekstrudrat dimana kadar protein untuk susu sereal adalah minimal 5% b/b. Pemenuhan konsumsi protein bagi penderita diabetes mellitus lebih ditekankan pada penggantian sel-sel tubuh yang rusak atau regenerasi sel dengan proporsi 10-20% (ADA, 2006). Menurut Sinaga (2012) protein dimetabolisme menjadi sumber energi menggantikan karbohidrat dalam proses glukoneogenesis serta memiliki beberapa jenis asam-asam amino yang baik dalam intervensi penderita DM. Asupan asam amino jenis arginin dan lisin bermanfaat dalam sekresi insulin dari pankreas, dimana ketika terjadi peningkatan kadar glukosa darah, terjadi

sekresi insulin yang kemudian akan meningkatkan transpor glukosa ke dalam sel hati, otot, dan sel-sel lain sehingga kadar glukosa kembali normal.

Kadar protein tepung ampas tahu cukup tinggi, akan tetapi lebih rendah jika dibanding tepung kedelai dan tepung tempe. Hasil penelitian Chandra (2010) semakin tinggi persentase penambahan tepung ampas tahu, semakin tinggi pula kadar protein *snackbar* sebesar 11,03 g/100 g dengan proporsi tepung ampas tahu 20%. Sejalan dengan hasil penelitian Manurung, dkk. (2016) semakin tinggi persentase penambahan tepung ampas tahu, semakin tinggi pula kadar protein *snackbar* sebesar 13,17 g/100 g dengan proporsi tepung ampas tahu 80%. Hasil penelitian Ayunir dkk. (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ampas tahu semakin tinggi pula kadar protein roti manis.

4. Lemak

Perhitungan lemak yang dianjurkan untuk penderita DM yaitu 20 - 25% kebutuhan energi total (PERKENI, 2015). Berdasarkan SNI 01-4270-1996 tentang makanan ringan ekstrudrat dimana kadar lemak untuk susu sereal adalah minimal 7%*b/b*. Sumber lemak pada sereal berasal dari tepung ampas tahu, minyak kelapa, telur ayam dan susu full cream. Tepung ampas tahu selain sebagai sumber protein juga sebagai sumber lemak. Tepung ampas tahu mengandung lemak sebesar 22,23 g/100 g, maka semakin tinggi proporsi tepung ampas tahu akan semakin meningkat. Kadar lemak tepung ampas tahu masih lebih rendah dibanding dengan tepung kedelai 25,53 g/100 g dan tepung tempe 24 g/100 g. Hasil penelitian Chandra (2010) semakin tinggi persentase tepung ampas tahu, semakin tinggi pula kadar lemaknya. Hal tersebut karena kedelai banyak mengandung asam lemak tak jenuh, selain itu pada proses pengepresan ampas tahu komponen lemak tidak ikut larut dan umumnya masih tertinggal di ampas tahu. Hal ini sejalan dengan penelitian Ayunir dkk. (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ampas tahu semakin tinggi pula kadar lemak roti manis.

Pengaturan diet lemak makanan pada penderita diabetes adalah dengan membatasi konsumsi asam lemak jenuh, asam lemak trans, dan asupan kolesterol sehingga mengurangi risiko penyakit kardiovaskuler sebab ketiganya merupakan komponen diet yang merupakan penentu kadar kolesterol LDL plasma (Bantle et al. 2008). Penderita DM tipe 2 dengan berat badan yang normal, pergantian sebagian karbohidrat dengan lemak tak jenuh tunggal (MUFA) akan mengurangi kenaikan gula darah setelah makan dan kadar

trigliserida dalam darah, tingginya risiko menderita penyakit kardiovaskuler pada pasien diabetes dan kenyataan bahwa asupan lemak-lemak jenuh memberikan efek terhadap metabolisme lemak (meningkatkan kolesterol LDL), resistensi insulin dan tekanan darah (Azrimaidaliza, 2011).

5. Karbohidrat

Perhitungan karbohidrat yang dianjurkan untuk penderita DM yaitu 45-65% dari kebutuhan energi total (PERKENI, 2015). Berdasarkan SNI 01-4270-1996 tentang makanan ringan ekstrudat dimana kadar karbohidrat untuk susu sereal adalah minimal 60% b/b. Karbohidrat merupakan zat gizi yang berupa senyawa organik yang terdiri dari atom karbon, hidrogen dan oksigen yang digunakan sebagai bahan pembentuk energi. Karbohidrat ada dalam bentuk sederhana maupun kompleks. Sumber karbohidrat yang digunakan dalam produk susu sereal pengembangan ini antara lain tepung tapioka, tepung terigu, tepung labu kuning dan tepung ampas tahu. Labu kuning merupakan karbohidrat yang terdiri dari pati, serat, serta maltosa dan dekstrin. Pati dan serat termasuk dalam golongan polisakarida yang merupakan karbohidrat kompleks. Karbohidrat kompleks akan diserap lebih lambat dibandingkan karbohidrat sederhana, sehingga tidak menyebabkan peningkatan glukosa darah secara cepat (Avianty dan Ayustaningwarno, 2013).

Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 harus mengatur jumlah karbohidrat, berupa total kalori, jenis karbohidrat yang menjadi strategi utama dalam mencapai kontrol glikemik (Bantle et al. 2008). Dianjurkan untuk mengonsumsi karbohidrat kompleks bersama serat makanan yang akan menekan glukosa darah sedemikian rupa sehingga jauh lebih rendah dari biasanya dan itu sangat membantu untuk terapi dietnya (Almatsier, 2001). Penderita diabetes mellitus juga harus menghindari makanan yang cepat diserap menjadi gula darah yang disebut karbohidrat sederhana yang menyebabkan kadar glukosa darah meningkat dan turun dengan cepat (Maulana, 2010).

E. Nilai Energi

Nilai energi ditetapkan menggunakan faktor *atwater*. Menurut Almatsier (2009) nilai energi ditentukan oleh kandungan karbohidrat, protein, lemak makanan. Lemak merupakan sumber energi paling padat dibanding karbohidrat dan protein yaitu menyumbangkan energi sebesar 9 Kkal/gram, sedangkan karbohidrat dan protein menyumbang energi 4 Kkal/gram. Sehingga penurunan

kadar rata-rata pada karbohidrat, protein, dan lemak dapat menyebabkan penurunan nilai energi susu sereal pengembangan. Pemilihan dan konsumsi makanan yang baik akan berpengaruh pada terpenuhinya kebutuhan gizi sehari-hari dan menjaga fungsi normal tubuh. sebaliknya jika makanan yang dipilih dan dikonsumsi tidak sesuai kualitas dan kuantitasnya, maka tubuh akan kekurangan zat-zat gizi esensial tertentu. Secara garis besar, fungsi makanan bagi tubuh terbagi menjadi tiga fungsi, yaitu untuk memberi energi, pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh, serta mengatur proses tubuh. Makanan merupakan sumber energi untuk menunjang semua aktifitas manusia, sehingga agar tercukupinya energi, dibutuhkan makanan yang masuk ke dalam tubuh secara adekuat.

Konsumsi energi harus sesuai dengan kebutuhan, energi yang melebihi kebutuhan tubuh menyebabkan lebih banyak glukosa yang ada dalam tubuh. Pada penderita Diabetes Melitus tipe II, jaringan tubuhnya tidak mampu untuk menyimpan dan menggunakan glukosa, sehingga kadar glukosa darah akan naik dan akan menjadi racun bagi tubuh. Tingginya kadar glukosa darah dipengaruhi oleh tingginya asupan energi dari makanan (Hartono, 2002).

F. Mutu Fungsional

Pangan fungsional adalah pangan yang mengandung bahan-bahan yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu, tidak membahayakan, dan bermanfaat bagi kesehatan diluar manfaat yang diberikan oleh zat-zat gizi yang terkandung di dalamnya (Wildman, 2001). Pangan fungsional adalah pangan yang secara alamiah maupun telah melalui proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan. Serta dikonsumsi sebagai mana layaknya makanan atau minuman, mempunyai karakteristik sensori berupa penampakan, warna dan tekstur dan cita rasa yang dapat diterima oleh konsumen, tidak memberikan kontraindikasi dan tidak memberikan efek samping pada jumlah penggunaan yang dianjurkan terhadap metabolisme zat gizi lainnya. Jadi pangan fungsional dikonsumsi bukan berupa obat (serbuk) tetapi dikonsumsi berbentuk makanan. Contoh makanan fungsional yaitu makanan yang mengandung bakteri yang berguna untuk tubuh: yoghurt, yakult, makanan yang mengandung serat, misalkan bekatul, tempe, gandum utuh, makanan yang mengandung senyawa bioaktif seperti teh (polifenol) untuk mencegah kanker, komponen sulfur

(bawang) untuk menurunkan kolesterol, daidzein pada tempe untuk mencegah kanker, serat pangan (sayuran, buah, kacang-kacangan) untuk mencegah penyakit yang berkaitan dengan pencernaan (Badan POM, 2001).

1. Serat

Serat pangan merupakan salah satu komponen penting makanan yang sebaiknya ada dalam susunan diet sehari-hari. Definisi terbaru serat makanan yang disampaikan oleh *The American Assosiation of Cereal Chemist* adalah merupakan bagian yang dapat dimakan dari tanaman atau karbohidrat analog yang resisten terhadap pencernaan dan absorpsi pada usus halus dengan fermentasi lengkap atau partial pada usus besar (Joseph, 2002). Serat pangan berbeda dengan serat kasar. Serat pangan terdiri dari karbohidrat kompleks yang banyak terdapat pada dinding sel tanaman yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan dan tidak dapat diserap oleh sistem pencernaan manusia. Sedangkan serat kasar adalah bagian dari serat yang tidak dapat terhidrolisis oleh bahan kimia seperti H₂SO₄ dan NaOH. Meski tidak dapat dicerna dan diserap oleh manusia, serat pangan memiliki fungsi bagi kesehatan sebagai pencegah berbagai penyakit degeneratif (Winarno, 2010). Serat pangan total terdiri dari serat pangan larut (SDF) seperti pektin, gum, dan karagenan dan serat pangan tidak larut (IDF) seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Serat pangan mencakup semua karbohidrat dan sejenisnya yang tidak dapat dicerna seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, pentosa, dan pektin (Muchtadi, 2001).

Asupan serat yang dianjurkan untuk penderita DM tipe 2 sebesar 20 - 35 gram/ hari. Sumber serat pada produk susu sereal pengembangan ini dari ampas tahu dan labu kuning. Labu kuning merupakan karbohidrat yang terdiri dari pati, serat, serta maltosa dan dekstrin. Serat pangan pada tepung ampas tahu sebesar 19,44 g/100g (Sulaeman dkk. 2004) dan untuk serat kasar sebesar 7,59% sedangkan tepung labu kuning mengandung serat pangan total sebesar 15,22% (Trisna, 2016) dan untuk serat kasar sebesar 8,67%. Hasil penelitian Manurung dkk. (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi proporsi tepung ampas tahu maka kandungan serat kasar *cookies* semakin tinggi yaitu 12,13 g dengan proporsi tepung ampas tahu 80%. Hasil penelitian Dhiyas dan Rustanti (2016) semakin tinggi tepung labu kuning, maka semakin tinggi pula kandungan serat *flakes* KUMO sebesar 8,35 g/100 g dengan proporsi tepung labu kuning 50%. Dengan mengonsumsi serat dalam jumlah yang cukup dapat memberikan

manfaat metabolik berupa pengendalian gula darah, hiperinsulinemia dan kadar lipid plasma atau faktor risiko kardiovaskuler.

Kadar serat sangat penting ada dalam susu sereal pengembangan karena serat akan memberi rasa kenyang lebih lama pada penderita diabetes mellitus sehingga dapat mengontrol kadar glukosa darah. Sebagaimana dijelaskan E. Mary (1993) bahwa makanan berserat merupakan makanan yang sukar dicerna dan memberikan isi sehingga untuk dicerna memerlukan waktu lebih lama dalam lambung. Kemudian secara tidak langsung dapat menurunkan kecepatan difusi pada permukaan mukosa usus halus sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan kadar glukosa darah (Budiyanto, 2002). Hartanti (2004) menemukan asupan serat sebagian besar penderita diabetes mellitus tipe 2 masih kurang dari angka kecukupan serat 25 gram/hari dan asupan serat makanan berkontribusi terhadap kadar glukosa darah penderita diabetes mellitus.

2. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menetralkan atau menangkap radikal bebas dan melindungi jaringan biologis dari kerusakan akibat radikal bebas. Antioksidan berperan untuk memperbaiki sel hepar yang rusak akibat radikal bebas, memperbaiki sel β pankreas yang rusak sehingga dapat meningkatkan sekresi insulin pada penderita diabetes mellitus, dan mencegah terjadinya komplikasi diabetes mellitus (Algameta, 2009). Aktivitas antioksidan dalam penelitian ini menggunakan metode DPPH atau 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. Sumber antioksidan pada produk susu sereal ini dari ampas tahu dan labu kuning. Kedua bahan mengandung β -karoten, labu kuning merupakan sumber karbohidrat yang mengandung karotenoid yang memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan. tepung labu kuning mengandung karotenoid sebagai antioksidan dan antihiperqlikemia dengan kadar yang cukup tinggi, yaitu total karotenoid berkisar 100 - 160 mg/100 g, didapat >80% adalah β -karoten (Nawirska et al. 2009). Sejalan dengan hasil penelitian Ramadhani (2012) yang menyatakan bahwa semakin banyak tepung labu kuning maka kandungan β -karoten semakin besar pada sereal makanan yaitu 27,7% dengan penambahan 66% tepung labu kuning. Hasil penelitian Dhiyas dan Rustanti (2016) semakin tinggi tepung labu kuning, maka semakin tinggi aktivitas antioksidan *flakes* KUMO sebesar 26,63% dengan proporsi tepung labu kuning 50%. Karoten mempunyai sifat fungsional sebagai antioksidan yang melindungi

sel dan jaringan dari kerusakan akibat adanya radikal bebas dalam tubuh (Russell, 2006).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fathonah dkk. (2014) β -karoten dapat menghambat aktivitas radikal bebas pada keadaan stres oksidatif yang disebabkan karena hiperglikemia. Konsumsi makanan tinggi antioksidan dapat mengontrol gula darah dan mencegah komplikasi (Wahyu, 2008). Parameter yang dipakai untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah harga konsentrasi efisien atau *efficient concentration* (EC50) atau *Inhibitory Concentration* (IC50) yaitu konsentrasi suatu zat antioksidan yang dapat menyebabkan 50% DPPH kehilangan karakter radikal atau konsentrasi suatu zat antioksidan yang memberikan persen peredaman sebesar 50%. Zat yang mempunyai aktivitas antioksidan tinggi, akan mempunyai harga EC50 atau IC50 yang rendah (Molyneux, 2004). Nilai penggolongan nilai antioksidan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Penggolongan tingkat aktivitas antioksidan

Nilai IC ₅₀ (μ g/mL)	Tingkat Aktivitas Antioksidan
151-200	Lemah
100-150	Sedang
50-100	Kuat
50	Sangat Kuat

Sumber : Blois (1958).

Antioksidan jenis karotenoid merupakan senyawa alami yang tingkat ketidakestabilannya sangat tinggi sehingga sangat mudah terdegradasi akibat oksidasi dan proses pemanasan. Pemanasan yang lama pada suhu 180°C (pada kondisi tanpa oksigen) hanya menyebabkan sedikit kerusakan pada molekul ini, namun pada bahan pangan (dengan adanya komponen penyusun berupa pati, lemak, dan lain-lain) serta dikombinasikan dengan pencampuran secara mekanis akan memberi kesempatan masuknya O₂ dan menyebabkan kerusakan molekul karoten all trans ini lebih besar hingga jauh lebih besar lagi (Kurniawan, 2012). Pada penelitian Cahyaningtyas dkk. (2014) pemanasan yang terjadi pada saat proses pemanggangan *eggroll* dapat mempengaruhi penurunan β -Karoten, dan lama pemanasan juga dapat mempengaruhi berkurangnya kadar β Karoten hingga sebesar 70 – 85%.

Proses pengolahan produk pangan fungsional mempengaruhi aktivitas antioksidan, proses pengolahan seperti penggorengan/ pemanggangan dalam

oven/ perebusan merusak antioksidan dan mengurangi aktivitasnya sebesar 20% (Harnowo, 2008). Penelitian yang dilakukan oleh Wardani dkk. (2010) menyatakan bahwa retensi karoten dalam pembuatan biskuit dipengaruhi oleh suhu pemanggangan sehingga pada suhu 160°C dihasilkan biskuit dengan retensi karoten sebesar 63,22%. Sedangkan hasil penelitian Ranonto dkk. (2015) bahwa retensi karoten produk olahan labu kuning untuk kerupuk (suhu 190°C, penggorengan beberapa detik) sebesar 79,44%, tetapi ada tambahan dari minyak bimoli, kemudian biskuit sebesar 71,27% (suhu 190°C, pemanggangan 6 menit) dan mie (suhu 100°C, perebusan 20 menit) sebesar 64,46 % dalam 100% bahan.

G. Mutu Organoleptik

1. Warna

Warna merupakan faktor mutu yang sangat mempengaruhi daya terima suatu produk. Warna dapat menentukan tingkat kematangan, kesegaran, cara pencampuran serta pengolahan suatu bahan. Apabila warna yang dihasilkan merata, maka menunjukkan cara pencampuran atau pengolahan yang baik. Warna paling cepat dan mudah memberi kesan tetapi paling sulit memberi deskripsi dan sulit cara pengukurannya, maka penilaian secara subjektif dengan penglihatan masih sangat menentukan dalam penilaian (Winarno, 2004). Reaksi maillard terjadi antara gula pereduksi (maltosa yang terdapat pada tepung labu kuning) dalam adonan sereal pengembangan dengan asam amino pada ampas tahu selama proses pemanggangan sereal pengembangan (Avianty dan Ayustaningwarno, 2013).

Flakes adalah makanan siap saji yang berbentuk lembaran tipis, bewarna kuning kecokelatan serta biasanya dikonsumsi dengan penambahan susu sebagai menu sarapan (Permana, 2015). Warna flakes dipengaruhi oleh warna bahannya yaitu tepung labu kuning. Hasil penelitian Rohmawati (2015) warna kuning *snack bar* karena semakin bertambahnya tepung labu kuning. Akan tetapi proporsi tepung labu kuning yang semakin besar akan membuat *flakes* semakin coklat karena kandungan pati pada tepung labu kuning menyebabkan permukaan *flakes* lebih cepat coklat pada proses pemanggangan suhu tinggi. Warna coklat yang ditimbulkan pada susu sereal pengembangan disebabkan karena proses pemanggangan adonan terjadi reaksi Maillard dan karamelisasi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kurniawan (2012) tingginya konsentrasi β -karoten dan karbohidrat yang dimiliki labu kuning menyebabkan terjadinya

browning non enzimatis atau reaksi maillard pada *flakes* saat dilakukan pemanggangan. Menurut Igfar (2012) warna gelap yang dihasilkan karena substitusi tepung labu kuning dapat terjadi karena tepung labu kuning yang berwarna kuning serta pengaruh protein yang bergabung dengan gula dalam suasana panas akan menyebabkan warna menjadi gelap. Hasil penelitian Wati (2018) menunjukkan bahwa proporsi tepung labu kuning dan jamur tiram menghasilkan *flakes* berwarna coklat kekuningan hingga coklat gelap.

2. Aroma

Aroma merupakan kriteria penting dalam penilaian organoleptik. Aroma makanan dapat menentukan kelezatan makanan. Penilaian aroma sangat penting karena dapat memberikan hasil yang cepat berkaitan dengan kesukaan terhadap suatu produk. Kepekaan indera pembau diperkirakan berkurang 1% setiap bertambahnya usia. Pemilihan panelis untuk menguji aroma sebaiknya pada usia yang sama, memiliki latar belakang yang sama dan tidak dalam keadaan pilek (Winarno, 2004). Produk olahan kedelai biasanya akan menimbulkan aroma langu. Menurut Pramitasari (2010) Aroma langu diduga berasal dari enzim lipoksigenase. Enzim lipoksigenase akan bereaksi dengan lemak pada waktu 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.

Aroma khas labu kuning juga dapat mempengaruhi susu sereal yang dapat mempengaruhi tingkat kesukaan panelis, hal tersebut sesuai dengan pendapat hendrasty (2003) tepung labu kuning mempunyai sifat spesifik dengan aroma khas. Penambahan tepung labu kuning juga mempengaruhi aroma susu sereal pengembangan seperti hasil penelitian dari Kurniawan (2012) yaitu penambahan tepung labu yang lebih banyak menimbulkan aroma yang langu, aroma langu yang dihasilkan pada labu kuning karena adanya senyawa kimia pada labu kuning yaitu flavanoid. Senyawa aromatik pada labu kuning menurut Berger (2007) terdapat komponen aliphatic alkohol dan senyawa karbonil, hexenal, 2-hexenal. 3-hexen dan 2,3 butanodiene teridentifikasi pada aroma labu kuning. Hasil penelitian Wati (2018) proporsi penambahan labu kuning pada *flakes* menjadikan aroma *flakes* khas labu kuning tetapi ada aroma langu.

3. Mouthfeel

Mouthfeel adalah parameter dari tekstur yaitu kesan kinestetik pengunyahan makanan didalam mulut yang mencakup kelompok kesan yang dinyatakan dengan istilah fibrousness (serabut), grittiness (butiran halus), mealiness (kesan tepung), oiliness (berminyak), dan lain-lain (Hidayati, 2014). Pada produk sereal identik dengan sesuatu yang renyah pada flakenya (Malinda dkk. 2013). Menurut Supriyadi (2012) tepung tapioka memiliki kandungan amilopektin yang tinggi yaitu 69,06% (db) yang dapat memberikan kerenyahan pada produk.

Kerenyahan dipengaruhi oleh jumlah air yang terikat pada matriks karbohidrat, terutama makanan ringan yang apabila kadar airnya terlalu tinggi akan menyebabkan tekstur menjadi kurang renyah (Muchtadi, 1988). Sereal *flakes* berbahan dasar tepung labu kuning dan tepung jamur tiram memiliki tekstur renyah (Wati, 2018).

4. Rasa

Kemampuan menilai rasa melibatkan indera pengecap dalam rongga mulut yaitu permukaan lidah dan langit-langit mulut. Indera pengecap memberikan informasi yang tidak jelas. Hasil penilaian rasa harus ditunjang dari penciuman, penglihatan, dan sentuhan untuk mengetahui apa yang sedang dirasakan oleh lidah. Pemilihan panelis sebaiknya yang tidak memiliki masalah pada fungsi kelima alat indera dan uji dilakukan pada pagi hari karena kepekaan indera perasa paling baik saat pagi yaitu sekitar pukul 09.00 – 10.00 (Winarno, 2004).

Rasa bisa dipengaruhi oleh kadar lemak dan kadar protein yang menyebabkan rasa gurih pada produk. Hasil penelitian Nadia, dkk. (2004) kandungan lemak sangat berpengaruh pada pembentukan rasa gurih baik pada model pangan gurih maupun umami. Sejalan dengan hasil penelitian Sari (2009) menyatakan bahwa kandungan asam-asam amino pada protein dan kandungan lemak dapat memberi rasa gurih pada abon. Penambahan tepung labu kuning memberi rasa manis pada produk.

Penambahan tepung labu kuning memberi rasa manis pada susu sereal pengembangan. Hasil penelitian Thenir, dkk (2017) semakin banyak penambahan tepung labu kuning terhadap pembuatan kue bolu mangkuk, makarasa khas labu kuning semakin nyata (manis). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wati (2018) yang menyatakan peningkatan proporsi tepung labu kuning cenderung menyebabkan rasa manis pada *flakes* semakin meningkat.

Akan tetapi peningkatan proporsi labu kuning cenderung menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa, hal tersebut erat kaitannya dengan reaksi Maillard yang menyebabkan *flakes* menjadi agak gosong sehingga mempengaruhi rasa susu sereal pengembangan menjadi pahit. Hal ini didukung oleh pernyataan Prarudiyanto dkk. (2009) bahwa reaksi Maillard selain menghasilkan senyawa berwarna coklat terkadang juga berpengaruh pada nilai gizi dan penyimpangan cita rasa (*off-flavour*).