

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kejadian Diabetes Mellitus di Indonesia

1) Prevalensi Kejadian Diabetes Mellitus di Indonesia

Diabetes Mellitus merupakan kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang disebabkan oleh kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya (PERKENI, 2015). Penderita DM yang mengalami hiperglikemia ditandai dengan kondisi medik berupa peningkatan kadar glukosa dalam darah melebihi batas standar. Konsentrasi glukosa di dalam darah (hiperglikemia) sebagai berikut kadar glukosa puasa ≥ 126 mg/dl atau postprandial ≥ 200 mg/dl atau glukosa sewaktu ≥ 200 mg/dl. Selain itu juga ditandai dengan adanya poliuri, polidipsi, dan polifagi. Kadar glukosa darah dalam tubuh pada dasarnya dipengaruhi oleh hormon insulin. Penderita Diabetes Mellitus memiliki kondisi pankreas yang tidak dapat memproduksi insulin atau terproduksi namun tidak bekerja secara efektif (Infodatin, 2014).

Terdapat dua kategori utama DM yaitu DM tipe 1 dan DM tipe 2. DM Tipe 1 ditandai dengan kurangnya produksi insulin oleh pankreas, sedangkan DM Tipe 2 ditandai dengan penggunaan insulin yang tidak efektif oleh tubuh. 90% penderita DM merupakan DM tipe 2. Adapun DM gestasional merupakan DM yang terjadi pada masa kehamilan. Di Indonesia, prevalensi DM Tipe 2 tercatat sebanyak 4,6% pada 2007 dan diperkirakan prevalensi akan meningkat mencapai 6,0% pada 2030 (Widyahening dan Santoso, 2013). Adapun hasil survey WHO menyebutkan pada 1995 Indonesia menempati peringkat ketujuh jumlah penyandang DM, yaitu 4.5 juta jiwa. WHO memproyeksikan jumlah tersebut akan naik menjadi 12.4 juta jiwa pada tahun 2025 dan menempatkan Indonesia di peringkat lima global. Kementerian Kesehatan Indonesia (2013) melaporkan sekitar 12 juta penduduk Indonesia yang berusia di atas 15 tahun menderita DM Tipe 2. Akan tetapi hanya 26% yang telah terdiagnosis, sedangkan sisanya tidak menyadari dirinya sebagai penderita DM Tipe 2. Selain itu, Provinsi Jawa Timur mengalami peningkatan prevalensi DM Tipe 2 yaitu menjadi 1,1 juta jiwa bila dibandingkan dengan hasil Riskesdas tahun 2007. Dinas Kesehatan Kota Malang (2014) juga melaporkan bahwa penyakit DM

masuk dalam 5 besar penyakit besar yang diderita Penduduk Kota Malang. Data terbaru dari Perkumpulan Endrokinologi (PERKENI) menyebutkan bahwa tahun 2015 prevalensi penderita DM di Indonesia yang terdeteksi sebanyak 9,1 juta orang sehingga menempatkan Indonesia pada peringkat ke 5 dengan penderita DM terbanyak di dunia.

2) Patofisiologis DM Tipe 2

Patofisiologis diabetes melitus disebabkan oleh adanya kekurangan insulin secara relatif maupun absolut. Defisiensi insulin dapat terjadi melalui 3 jalan, yaitu:

- a. Rusaknya sel-sel B pankreas karena pengaruh dari luar (virus, zat kimia, dll).
- b. Desensitasi atau penurunan reseptor glukosa pada kelenjar pankreas.
- c. Desensitasi atau kerusakan reseptor insulin di jaringan perifer (Burarerah, 2010).

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 standar. 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 Melitus Tipe 1. Kadar glukosa darah semakin meningkat (Sugondo dkk., 2011).

Secara patofisiologi, DM Tipe 2 disebabkan karena dua hal yaitu (1) penurunan respon jaringan perifer terhadap insulin, peristiwa tersebut dinamakan resistensi insulin, dan (2) Penurunan kemampuan sel β pankreas untuk mensekresi insulin sebagai respon terhadap beban glukosa. Sebagian besar DM Tipe 2 diawali dengan kegemukan karena kelebihan makan. Sebagai kompensasi, sel β pankreas merespon dengan mensekresi insulin lebih banyak sehingga kadar insulin meningkat/hiperinsulinemia (Sugondo dkk., 2009). Konsentrasi insulin yang tinggi mengakibatkan reseptor insulin berupaya melakukan pengaturan sendiri (self regulation) dengan menurunkan jumlah reseptor atau down regulation. Hal ini membawa dampak pada penurunan respon reseptornya dan lebih lanjut mengakibatkan terjadinya resistensi insulin. Di lain pihak, kondisi hiperinsulinemia juga dapat mengakibatkan desensitisasi reseptor

insulin pada tahap postreseptor, yaitu penurunan aktivasi kinase reseptor, translokasi glucose transporter dan aktivasi glycogen synthase.

Kejadian ini mengakibatkan terjadinya resistensi insulin. Dua kejadian tersebut terjadi pada permulaan proses terjadinya DM Tipe 2. Secara patologis, pada permulaan DM Tipe 2 terjadi peningkatan kadar glukosa plasma dibanding standar, namun masih diiringi dengan sekresi insulin yang berlebihan (hiperinsulinemia). Hal tersebut mengindikasikan telah terjadi defek pada reseptor maupun postreseptor insulin. Pada resistensi insulin, terjadi peningkatan produksi glukosa dan penurunan penggunaan glukosa sehingga mengakibatkan peningkatan kadar gula darah (hiperglikemiak). Seiring dengan kejadian tersebut, sel β pankreas mengalami adaptasi diri sehingga responnya untuk mensekresi insulin menjadi kurang sensitif, dan pada akhirnya membawa akibat pada defisiensi insulin, sedangkan pada DM Tipe 2 akhir telah terjadi penurunan kadar insulin plasma akibat penurunan kemampuan sel β pankreas untuk mensekresi insulin, dan diiringi dengan peningkatan kadar glukosa plasma dibandingkan standar. Pada penderita DM II, pemberian obat-obat oral antidiabetes sulfonilurea masih dapat merangsang kemampuan sel β Langerhans pankreas untuk mensekresi insulin (Kahn, 1995).

B. Tata Laksana Diabetes Melitus

Prinsip penatalaksanaan diabetes melitus secara umum menurut Konsensus Pengelolaan DM di Indonesia (2015) adalah untuk meningkatkan kualitas hidup pasien DM. Tujuan jangka pendek penatalaksanaan DM adalah hilangnya keluhan dan tanda DM, mempertahankan rasa nyaman dan tercapainya target pengendalian glukosa darah. Adapun tujuan jangka panjang adalah tercegah dan terhambatnya progresivitas penyulit mikroangiopati, makroangiopati dan neuropati, sehingga pada akhir pengelolaan adalah turunya morbiditas dan mortalitas DM (Fatimah, 2015). Pencapaian tujuan tersebut perlu dilakukan pengendalian glukosa darah, tekanan darah, berat badan dan profil lipid, melalui pengelolaan pasien secara holistik dengan mengajarkan perawatan mandiri dan perubahan perilaku.

Berikut penatalaksanaan DM Tipe 2 menurut Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan DM di Indonesia (2015):

a. Edukasi

Edukasi dengan tujuan promosi hidup sehat, perlu selalu dilakukan sebagai bagian dari upaya pencegahan dan merupakan bagian yang sangat penting dari pengelolaan DM. Rahayu dkk. (2014) menyatakan bahwa edukasi gizi terhadap penderita DM Tipe 2 berpengaruh terhadap tingkat pengetahuan pasien yaitu semakin baik pemahaman pasien terhadap informasi yang diberikan dan mampu mengubah sikap negatif menjadi positif. Selfi dkk. (2018) menyebutkan bahwa terdapat pengaruh edukasi perihal pola makan dan senam terhadap perubahan glukosa darah penderita DM Tipe 2.

b. Terapi Nutrisi Medis (TNM)

Terapi Nutrisi Medis (TNM) merupakan kunci keberhasilan tatalaksana diet DM dengan melibatkan berbagai tim medis (dokter, ahli gizi, petugas kesehatan yang lain serta pasien dan keluarganya). 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. 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 (PERKENI, 2015).

Penatalaksanaan terapi gizi dapat 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). ADA (2016) menyatakan bahwa diet tinggi serat dilakukan dengan mengonsumsi serat tinggi berkisar 20-35 mg/hari. Hal tersebut sejalan dengan Triandita dkk. (2016) bahwa diet tinggi serat dapat membantu mengurangi efek negatif peningkatan kadar glukosa darah pada penderita DM Tipe 2. ADA (2016) menyatakan bahwa diet tinggi serat dilakukan dengan mengonsumsi serat tinggi berkisar 20-35 mg/hari. Selain itu, terapi gizi juga dapat dilakukan dengan mengonsumsi makanan tinggi antioksidan yang dapat mencegah peningkatan stress oksidatif, sebagaimana dalam Widowati

(2008) yang menyatakan bahwa konsumsi makanan tinggi antioksidan dapat mengontrol gula darah dan mencegah komplikasi. Pratiwi (2015) dalam penelitiannya menyebutkan pemberian antioksidan golongan polisakarida 200 mg/kgBB pada tikus diabetes dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan kadar glukosa darah.

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).

c. Latihan Jasmani

Latihan jasmani merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan DMT2 apabila tidak disertai adanya nefropati. Kegiatan jasmani sehari-hari dan latihan jasmani dilakukan secara teratur sebanyak 3-5 kali perminggu selama sekitar 30-45 menit, dengan total 150 menit perminggu (PERKENI, 2015). Jeda antar latihan tidak lebih dari 2 hari berturut-turut. Dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan glukosa darah sebelum latihan jasmani. Latihan jasmani selain untuk menjaga kebugaran juga dapat menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Sejalan dengan penelitian Zulkarnain dkk. (2015) menyatakan dalam penelitiannya terhadap tikus model diabetes >145 mg/dL yang diberikan latihan jasmani mengalami penurunan gula darah puasa menjadi 93 mg/dL. Ruben dkk. (2016) menyatakan bahwa latihan jasmani berupa senam kaki berdurasi 30-60 menit dengan frekuensi 3-5 kali per minggu menurunkan glukosa darah sewaktu 75% responden dengan rentang 150-199 mg/dl.

d. Terapi Farmakologis

Terapi farmakologis diberikan bersama dengan pengaturan makan dan latihan jasmani (gaya hidup sehat). Terapi farmakologis terdiri dari obat oral dan

bentuk suntikan. PERKENI (2011) menyatakan obat anti hiperglikemik oral yang sering digunakan berdasarkan mekanisme kerjanya terdiri dari golongan pemicu sekresi insulin, golongan peningkatan sensitivitas terhadap insulin, golongan penghambat glukoneogenesis, golongan penghambat alfa glukosidase, dan golongan Dipeptidyl Peptidase-4 (DPP-IV) Inhibitor. Penyandang DM membutuhkan biaya yang cukup besar dalam pengobatan, jumlah biaya akan dikeluarkan semakin besar apabila penyakit DM berkembang menjadi kronis dan mengalami komplikasi. Menurut International Diabetes Federation (IDF) (2017) di Negara maju biaya berobat mencapai 1500-9000 USD/penyandang DM/tahun, di Negara berkembang biaya berobat sekitar 50-2000 USD/penyandang DM/tahun, dan di Indonesia 80,22 USD/penyandang DM/tahun.

e. Algoritme Pengobatan Diabetes Melitus Tipe 2

Algoritme Pengobatan DM Tipe 2 adalah prosedur sistematis untuk memecahkan masalah DM yang menggunakan terapi kombinasi obat antihiperglikemi (PERKENI, 2015). Putri (2013) menyatakan penelitian di Poliklinik Penyakit Dalam RSUD Arifin Achmad didapatkan pemberian tiga macam obat yang terbanyak yaitu dari golongan pemicu sekresi insulin, penghambat glukoneogenesis dan penghambat glukosidase alfa (17,5%). Terapi kombinasi obat antihiperglikemia 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 antihiperglikemia dengan insulin. Pada pasien yang disertai dengan alasan klinis dimana insulin tidak memungkinkan untuk dipakai, terapi dapat diberikan kombinasi tiga obat antihiperglikemia oral.

C. Pengembangan Formula *Snack Bars*

1) Gambaran Umum

Snack bars atau biasa disebut *food bars* merupakan pangan berkalori tinggi yang dibuat dari campuran bahan pangan (blended food), diperkaya dengan nutrisi, kemudian dibentuk menjadi bentuk padat dan kompak (*a food bar form*). Saat ini *snack bars* yang berada dipasaran terbuat dari tepung terigu (gandum) dan tepung kedelai yang merupakan komoditas import Indonesia. Selain itu *snack bars* juga bisa dibuat dengan menggunakan tepung tapioka dan

tepung lainnya dengan tujuan untuk memanfaatkan potensi lokal yang ketersediaannya melimpah, sehingga mudah didapatkan. Penambahan tepung kacang-kacangan perlu dilakukan guna menyuplai kebutuhan protein *snack bars* (Ladamay dkk., 2014).

Snack bars dari segi penampakan merupakan makanan padat yang berbentuk batang dengan campuran dari berbagai bahan kering seperti sereal, kacang-kacangan, buah-buahan kering yang digabungkan menjadi satu dengan bantuan binder dalam Gambar 1. Binder dalam bars dapat berupa sirup, nougat, karamel, coklat, dan lain-lain. Ryland et al. (2010) menyebutkan bahwa produk *snack bars* dapat dikonsumsi sebagai selingan dengan gizi, rasa, dan kemasan yang dapat memenuhi kebutuhan *snack* dalam waktu singkat sampai makanan utama berikutnya dikonsumsi. Ada tiga jenis *snack bars*. Jenis pertama merupakan *cereal bars* atau sarapan dengan sereal sebagai bahan utama dan bahan seperti kacang atau buah-buahan, kemudian madu atau karamel sebagai binder. Contohnya produk komersial yang biasa dijumpai adalah granola bars, yang biasanya dikonsumsi saat sarapan. Jenis kedua adalah *chocolate bars* contohnya permen atau coklat yang berbentuk batang. Produk *chocolate bars* komersial adalah *Snickers* dan *Mars*. Jenis ketiga adalah *energy bars* yang biasanya mengandung sekitar 200-300 kalori per bar. Jenis ini biasanya dimakan oleh pengendara sepeda motor, pelari, dan atlet.



Gambar 2.1 Penampakan *Snack Bars*

Snack bars mengandung kalori seimbang, karbohidrat, protein, dan lemak. Menurut Aigster (2011), *snack bars* dengan nutrisi yang seimbang kalori, lemak, karbohidrat, dan protein, vitamin dan mineralnya sedang dicari untuk dikembangkan. Setiap bar mengandung vitamin dan mineral dalam jumlah

berlebih. Produk ini memiliki umur simpan sekitar lima tahun dan dapat disimpan pada kisaran temperatur yang ekstrem (-54.2°C sampai dengan 134°C). *Snack bars* disukai oleh berbagai kalangan masyarakat karena bentuknya yang praktis sehingga dapat dimakan tanpa kesulitan (Chandra, 2010). Jenis snack tersebut diantaranya adalah *snack bars* yang merupakan makanan nutrisi dengan beberapa bahan, termasuk didalamnya yaitu sereal, buah, kacang-kacangan dan gula. Selain itu, *snack bars* lain yang tersedia termasuk *fruit bar*, *crunchy bar*, *salty bar*, *low calorie bar*, *diet bar* (Lobato et al., 2011).

a) Persyaratan Mutu *Snack Bars*

Persyaratan mutu *snack bars* berdasarkan USDA National Nutrient Database for Standard Reference disajikan dalam Tabel 2.1. Kadar protein, lemak, dan karbohidrat produk *snack bars* sesuai dengan persyaratan konsumsi makanan penderita diabetes mellitus yaitu protein 10-20%, lemak 20-25%, dan karbohidrat 45-65% (PERKENI, 2015). Persentase lemak *snack bars* USDA cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan syarat yang diberikan oleh perkeni, dimana dalam 420 kalori (20% *snack*) mengandung 10.5-21 gram protein, 9.3-11.6 gram lemak, dan 42-68.25 gram karbohidrat. Hal tersebut tentunya harus diminimalisir dengan pembatasan makanan sumber lemak yang dikonsumsi selain *snack bars* tersebut.

Tabel 2.1 Syarat Mutu *Snack Bars* berdasarkan USDA National Nutrient Database for Standard Reference 2018

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Air	g	12.04
2.	Abu	g	3.81
3.	Protein	g	9.09
4.	Lemak	g	15.91
5.	Karbohidrat	g	65.91
6.	Serat Total	g	4
7.	Gula	g	27.27
Mineral			
8.	Kalsium	mg	45
9.	Zat Besi	mg	8.18
10.	Natrium	mg	80
11.	Vitamin C	mg	-
12.	Vitamin A	mg	-

Sumber : USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2018)

1) Bahan Penyusun *Snack Bars*

a) Tepung Maizena

Maizena merupakan salah satu jenis bahan pengikat. Bahan pengikat adalah bahan yang digunakan dalam makanan untuk mengikat air yang terdapat dalam adonan. Fungsi maizena yang digunakan dalam pengolahan *snack bar* adalah membentuk tekstur yang padat dan menarik air dari adonan. Maizena dibuat dari jagung yang telah mengalami tahap-tahap proses pembersihan dalam air 50°C selama 30-36 jam, pemisahan lembaga, pengembangan, penggilingan halus, penyaringan, sentrifugasi, pencucian, dan pengeringan pati (Winarno, 1997). Maizena mempunyai granula-granula yang berbentuk poligonal dan bulat. Diameter maizena berkisar antara 5-25 mikron.

Kandungan zat gizi tepung maizena per 10 gram adalah sebagai berikut: kadar air 14%, kadar abu 0.8%, protein 9.2%, lemak 3.9%, karbohidrat 73.9%, dan serat kasar 0.4%. Maizena mempunyai rasa yang tidak manis dan tidak larut dalam air dingin, tetapi di dalam air panas dapat membentuk sol atau gel yang bersifat kental. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus, sedangkan amilopektin memiliki struktur bercabang (Winarno, 1997). Perbandingan antara amilosa dan amilopektin berbeda untuk setiap jenis pati dan tergantung tumbuhan spesies asalnya. Kandungan amilosa maizena adalah 24%, sedangkan amilopektin maizena sebesar 76%. Perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin berperan dalam pembentukan adonan. Semakin besar kandungan amilopektin atau semakin kecil kandungan amilosa bahan yang digunakan, semakin lekat produk olahannya (Winarno, 1997). Selain itu, tepung maizena juga memiliki keunggulan yang baik sebagai bahan penyusun *snack bars* intervensi DM yaitu memiliki IG sedang, yaitu 68 (Olason and Kilander, 2008).

b) Tepung Ampas Tahu

1. Mutu Kimia Ampas Tahu

Ampas Tahu merupakan limbah padat yang diperoleh dari proses pengolahan tahu dari kedelai. Sedangkan yang dibuat tahu adalah cairan atau susu kedelai yang lolos dari kain saring. Ditinjau dari komposisi kimianya ampas tahu dapat diunggulkan dalam pengolahan produk dengan kandungan proteinnya. Kandungan ampas tahu terdiri atas protein 8,66%; lemak 3,79%; air 51,63% dan abu 1,21%, maka sangat memungkinkan ampas tahu dapat diolah menjadi bahan

makanan ternak (Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, 2011). Namun, pemanfaatan tersebut memiliki kelemahan sebagai bahan pakan yaitu kandungan serat kasar dan air yang tinggi (Wati, 2013). Hal tersebut berbanding terbalik dengan tatalaksana DM yang memerlukan serat tinggi dalam memperlambat pengosongan lambung.

Pengolahan ampas tahu menjadi tepung merupakan salah satu cara dalam memperpanjang waktu simpan dan meningkatkan nilai gizinya sehingga lebih bermanfaat dalam pemanfaatannya sebagai bahan dasar produk. Komposisi kimia tepung ampas tahu disajikan dalam Tabel 2.2 berdasarkan hasil uji Laboratorium ITP, Universitas Brawijaya. Protein tepung ampas tahu dalam kategori yang cukup tinggi yaitu 29.15/100 gram bahan yang dalam penggunaannya sebagai bahan substitusi bermanfaat dalam mencukupi kebutuhan penderita DM Tipe 2 yaitu 10-20% total kebutuhan snack%. Selain itu, kadar serat kasar tepung ampas tahu 7.59/100 gram bahan dapat dijadikan sumber bahan yang mencukupi kebutuhan serat penderita DM tipe 2. yaitu memperlambat pengosongan lambung sehingga penderita DM tidak mudah lapar dan glukosa tidak akan cepat meningkat (Erukainure, 2012).

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Tepung Ampas Tahu 100 gram

No	Mutu Kimia	Kadar (dalam 100% b/b)
1	Lemak	22,23
2	Serat kasar	7,59
3	Abu	3,59
4	Air	4,90
5	Protein	29,15
6	Karbohidrat	40,15

b. Tepung Ampas Tahu sebagai Terapi Diabetes Melitus

Tepung ampas tahu dapat digunakan sebagai terapi gizi diabetes melitus dengan keunggulan kandungan tinggi serat dan antioksidannya. Kandungan serat tepung ampas tahu sebesar 19,44 telah melebihi standart BPOM sebagai pangan dengan sumber serat tinggi. Kandungan serat tinggi di dalam tepung ampas tahu sangat baik untuk mencegah gangguan pencernaan seperti wasir, sembelit hingga kanker kolon, dan diabetes (Nurhamidah dan

Erawati, 2014). Dominasi serat dalam ampas tahu adalah serat kasar dan serat tidak larut air (serat pangan) yang bermanfaat dalam memperbesar volume feses dan akan mengurangi waktu transitnya makanan dalam GI Tract (bersifat laksatif lemah). Weicket et al. (2007) menemukan bahwa peningkatan asupan serat tak larut secara signifikan meningkatkan pembuangan seluruh glukosa tubuh menghasilkan peningkatan sensitivitas insulin 8%.

Samra and Anderson (2007) menyebutkan bahwa serat tidak larut dapat menyebabkan berkurangnya nafsu makan dan asupan makanan sehingga menyebabkan asupan kalori yang akan dicerna tubuh berkurang. Asam lemak rantai pendek yang mengalami fermentasi telah terbukti mengurangi respons glukosa postprandial dengan menghambat pemanfaatan glukosa dan asetat oral berfungsi menurunkan asam lemak bebas (FFA) dalam darah sehingga tidak menghambat metabolisme glukosa dengan penurunan kerja GLUT 4 transporter. Serat yang terkandung dalam ampas tahu termasuk dalam golongan pangan tinggi serat yang baik dalam terapi DM. Erukainure et al. (2012) dalam penelitiannya menyebabkan bahwa terapi diet tinggi serat bahan makanan (10 g) pada hewan coba signifikan memiliki efek perlindungan terapeutik terhadap diabetes yang dapat memulihkan sel-sel pankreas sehingga sekresi insulin berjalan lancar.

Selain kandungan serat, antioksidan jenis β -karoten juga berperan dalam tatalaksana DM (Sulaeman dkk., 2007). Mengonsumsi makanan tinggi antioksidan yang dapat mencegah peningkatan stress oksidatif, sebagaimana dalam Widowati (2008) yang menyatakan bahwa konsumsi makanan tinggi antioksidan dapat mengontrol gula darah dan mencegah komplikasi. Sejalan dengan Subulantika dan Ayutaningwarno (2013) yang menyatakan bahwa asupan makanan β -karoten selain sebagai prekursor vitamin A juga sebagai antioksidan sekunder. Antioksidan sekunder merupakan antioksidan yang memiliki fungsi menangkap radikal bebas (radical scavengers) dan mencegah reaksi berantai, sehingga tidak terjadi peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid dapat menyebabkan aterosklerosis dimana dapat menimbulkan komplikasi vaskuler pada penderita diabetes. Selain itu, asupan yang mengandung β -karoten juga dapat memperbaiki metabolisme lipid pada penderita diabetes dengan menurunkan sintesis total kolesterol, LDL (Low Density Lipoprotein) dan VLDL

(Very Low Density Lipoprotein). Tepung ampas tahu juga termasuk dalam pangan rendah indeks glikemik yaitu 51 (Avianty dan Ayustaningwarno, 2014)

c) Tepung Ubi Jalar Ungu

1. Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar Ungu

Kandungan air yang tinggi pada ubi jalar dapat dikurangi dengan mengubahnya menjadi bentuk tepung. Selain mudah dalam proses penyimpanan, bentuk tepung mempunyai umur simpan yang panjang. Tepung ubi jalar diperoleh dengan melakukan pembersihan, pengecilan ukuran, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan. Hal (2000) menerangkan berbagai perlakuan tambahan yang dapat diterapkan dalam pengolahan tepung ubi jalar. Ubi jalar ditimbang, disortir, dicuci, dan dibersihkan kulitnya. Umbi yang telah dikupas tersebut diiris dengan ketebalan tertentu atau disawut, lalu direndam dalam larutan pemutih (bleaching), dan dipres untuk menghilangkan kelebihan air. Perlakuan selanjutnya adalah penataan umbi pada baki dan selanjutnya dikeringkan. Umbi yang telah kering digiling dan diayak. Kandungan air ubi jalar yang tinggi menghasilkan rendemen penepungan yang kecil.

Tepung ubi jalar ungu memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pati ubi jalar, antara lain:

- a) dapat disimpan dalam waktu lama sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengguna ubi jalar sepanjang tahun,
- b) dapat digunakan sebagai bahan baku industri secara langsung,
- c) tepung ubi memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi berbagai macam 7 produk olahan.

Tepung ubi jalar telah digunakan di berbagai negara sebagai suplementasi tepung terigu dalam pengolahan produk bakery, pancake, puding, dan lainnya. Manfaat yang terkandung dalam tepung ubi jalar bergantung pada komposisi kimia umbi, terutama berhubungan dengan waktu panen. Hal (2000) menyatakan waktu pemanenan yang optimum adalah bulan keempat karena tepung yang akan dihasilkan memiliki kandungan nutrisi lebih baik dibandingkan dengan tepung singkong. Pada Tabel 2.3 disajikan komposisi kimia tepung ubi jalar ungu, dengan kandungan dominan pati karbohidrat 88.14/100 gram.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tepung Ubi Jalar Ungu dalam 100 g

Kandungan Gizi	Kadar
Protein (%)	2,65
Lemak (%)	0,71
Karbohidrat (%)	88,14
Serat kasar (g)	2
Kadar air (%)	5.75
Kadar abu (%)	2.75

Sumber: (Rachmayani dkk., 2017)

2. Tepung Ubi Jalar Ungu sebagai Terapi Diabetes Mellitus

Penatalaksanaan DM melalui pengaturan pola makan efektif mengendalikan kadar glukosa darah pada penderita DM tipe 2. Strategi dalam mengendalikan kadar glukosa darah yaitu salah satunya melalui pemberian makanan tinggi serat dan tinggi antioksidan. Salah satu bahan makanan dengan tinggi serat dan antioksidan adalah ubi jalar ungu. Kandungan ubi jalar ungu tersusun atas vitamin (A,B1,B2,C dan E), flavonoid, mineral (kalsium, kalium, magnesium, tembaga dan senga), serat, dan karbohidrat (Rahayu dkk., 2012). Penelitian yang dilakukan Jiang et al. (2011) menyebutkan pemberian ekstrak ubi jalar ungu pada tikus percobaan signifikan menurunkan kadar glukosa puasa. Chen et al. (2011) juga menyebutkan bahwa tikus yang diinduksi hiperglikemia menunjukkan dampak penurunan glukosa darah signifikan setelah diberikan ekstrak ubi jalar ungu.

Penderita DM dianjurkan untuk mengonsumsi diet dengan proporsi protein, lemak, karbohidrat, dan serat yang sesuai (Perkeni, 2015). Selain itu penderita DM juga dapat menggunakan makanan tinggi antioksidan yang dapat menurunkan resistensi insulin (Anjani, 2018). Antarlina (1988) menyatakan uji aktivitas antioksidan tepung ubi jalar ungu dengan metode IC50 adalah 3142 per 100 gram bahan dalam kategori lemah. Hardoko dkk. (2009) menyatakan bahwa penambahan semakin banyak *snack bars* dalam pembuatan produk, menghasilkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi. Aktivitas antioksidan dalam tepung ubi jalar ungu berasal dari antosianin yang diketahui berfungsi sebagai antioksidan dan antihiperglikemik.

Mekanisme antioksidan ubi jalar ungu dalam mengatasi DM adalah dengan melindungi sel dari pengaruh buruk radikal bebas. Radikal bebas

adalah senyawa atau atom yang memiliki elektron tidak berpasangan pada orbital luarnya sehingga bersifat sangat reaktif terhadap sel atau komponen sel seperti lipid, protein dan DNA, serta dapat menyebabkan mutasi dan bersifat karsinogenik. Radikal bebas dalam keadaan normal di produksi didalam tubuh akan di netralisir oleh antioksidan endogen, jika kadar radikal bebas terlalu tinggi terjadi keaadaan yang tidak seimbang antara radikal bebas dengan antioksidan disebut stres oksidatif. Salah satu indikator untuk menentukan stres oksidatif pada manusia adalah kadar MDA (malondialdehyde) yang merupakan hasil dari peroksidasi lipid didalam tubuh akibat radikal bebas (Jawi dkk., 2008).

Keunggulan antioksidan jenis antosianin dalam ubi jalar ungu selain dapat menurunkan kadar glukosa darah penderita DM, ubi jalar ungu termasuk dalam golongan pangan dengan indeks glikemik rendah (Low GI) yaitu 44 (Kasim dkk., 2018). Menurut pendapat Franz (2012) dalam penelitiannya menunjukkan makanan IG rendah tidak menimbulkan peningkatan glukosa darah secara cepat sehingga mampu memperbaiki sensitivitas insulin serta bermanfaat dalam mengendalikan glukosa darah penderita DM tipe 2.

d) Telur Ayam

Telur berfungsi sebagai penambah warna, rasa, kelembaban, membentuk struktur, dan menambah gizi. Telur juga berfungsi sebagai pengempuk dan juga sebagai pengeras. Komposisi telur utuh ialah kurang lebih 64% putih (pengeras), 36% kuning telur (pengemulsi dan pengempuk). Adapun kuning telur mengandung lesitin yang berfungsi sebagai emulsifier alami.

Pengolahan *snack bars* menggunakan telur yang ditambahkan dalam adonan memiliki fungsi mambantu pengembangan volume adonan, putih telur sangat berperan dalam membentuk adonan yang lebih kompak. Sedangkan kuning telur mempengaruhi kelembutan dan rasa kue yang dihasilkan (Suryani, 2007). Selain itu telur juga menjadi berperan dalam meningkatkan kadar protein produk yang akan dihasilkan, karena dalam 100 gram telur mengandung 10.8 gram protein.

e) Susu Skim Bubuk

Susu skim adalah bagian susu yang tertinggal sesudah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim yang digunakan sebagai bahan pendukung dalam pengolahan *snack bar*, berkontribusi sebagai pembentuk

tekstur menjadi lebih lunak karena kandungan proteinnya yang cukup tinggi yaitu 33 gram per 100 gram bahan. Sifat protein yang hidrofilik menyebabkan mudahnya mengikat air (Paran, 2008). Susu skim dapat digunakan oleh orang yang menginginkan nilai kalori rendah di dalam makanannya sebagaimana penderita diabetes mellitus, karena susu skim hanya mengandung 55% dari seluruh energi susu (Buckle dkk, 2009). Selain itu, susu skim juga memiliki keunggulan dalam pengolahan *snack bars* yaitu memiliki IG (Indeks Glikemik) yang rendah sehingga baik untuk digunakan sebagai bahan penyusun *snack bars* untuk penderita (Litbang Pertanian Kaltim, 2014).

Fungsi susu dalam pembuatan biscuit *snack bars* selain menambah nilai gizi, juga dapat menambah rasa dan aroma. Susu memiliki aroma harum khas susu, tidak apek, bersih dari kotoran, warna sesuai dengan aslinya dan tidak menggumpal. Susu yang berkualitas baik akan menghasilkan produk *snack bars* yang bergizi tinggi dengan aroma dan rasa yang gurih dan harum (Smith, 1972).

f) Lemak (Margarin)

Lemak merupakan bahan baku yang sangat penting dalam pengolahan *snack bars*. Lemak dapat berasal dari hewan (*butter* dan *lard*) atau dari tumbuhan (margarin). Dalam pengolahan *snack bars* ini menggunakan lemak nabati berupa margarin. Margarin adalah produk makanan berbentuk emulsi padat atau semi padat yang dibuat dari lemak nabati dan air, dengan atau penambahan bahan lain yang diizinkan (BSN, 2014). Ciri-ciri margarin yang baik yaitu bersifat plastis, padat pada suhu ruang, agak keras pada suhu rendah, teksturnya mudah dioleskan, dan segera dapat mencair didalam mulut (Astawan, 2004). Margarin berperan untuk meningkatkan penerimaan, terutama flavor.

Pengolahan *snack bars* pada penelitian ini tidak menggunakan lemak sebagaimana resep standart, dikarenakan menyesuaikan proporsi penggunaan lemak berdasarkan PERKENI (2015) yaitu 20-25% total energi. Hal tersebut menyebabkan dilakukan pembatasan penggunaan lemak dalam pengolahan *snack bars*, yaitu menggunakan 35 g margarin yang menyumbangkan 25% lemak total

g) Gula

Gula adalah suatu karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi dan komoditi perdagangan utama. Gula paling banyak diperdagangkan dalam

bentuk kristal sukrosa padat. Gula digunakan untuk mengubah rasa menjadi manis pada makanan atau minuman. Gula sederhana, seperti glukosa (yang diproduksi dari sukrosa dengan enzim atau hidrolisis asam), menyimpan energi yang akan digunakan oleh sel. Gula sebagai sukrosa diperoleh dari nira tebu, bit gula, atau aren. Penderita diabetes mellitus tidak dianjurkan mengonsumsi gula sederhana sebagaimana gula sukrosa karena cepat dimetabolisme tubuh, sehingga menimbulkan tubuh cepat mengalami hiperglikemia (PERKENI, 2015).

Tidak dianjurkannya konsumsi gula pada penderita diabetes mellitus tidak serta secara total tidak mengonsumsi gula, karena jika penderita diabetes mellitus kekurangan gula (hipoglikemia) juga akan memperburuk kondisinya. ADA (2018) menyatakan bahwa batas maksimal konsumsi gula penderita diabetes mellitus adalah 5%.

h) Santan

Santan atau santen adalah cairan putih kental yang dihasilkan dari kelapa yang diparut dan kemudian diperas bersama air. Santan mempunyai rasa lemak dan digunakan sebagai perasa yang menyedapkan masakan menjadi gurih. Santan yang berasal dari perasan kelapa sebenarnya memiliki kandungan yang berbeda dengan santan yang sudah berbentuk makanan. Sebab pada santan yang berbentuk makanan telah terjadi proses pemanasan.

Santan mengandung zat bernama lauric acid. Lauric acid ini mempunyai fungsi antibakteri, antijamur dan antivirus. Selain itu santan, juga mengandung antioksidan yang berfungsi untuk menangkal radikal bebas yang dapat merusak sel dalam tubuh. Menurut Alyaqoubi dkk. (2015), aktivitas antioksidan pada santan kelapa yang tinggi sehubungan dengan kandungan fenol pada minyak kelapa yang merupakan zat utama pada santan yang bersifat antioksidan. Namun fungsi tersebut akan menghilang bersamaan dengan pemanasan pada santan saat memasaknya dengan bumbu dan rempah-rempah.

i) Dark Chocolate

Coklat merupakan salah satu makanan yang digemari masyarakat dunia dan dianggap memberi efek menenangkan setelah dikonsumsi. Efek tersebut didapat baik dari wangi maupun kandungan dalam coklat tersebut. *Dark chocolate* merupakan coklat hitam bubuk yang mengandung 70% atau lebih cocoa tanpa ada penambahan gula ataupun susu. Dalam pengolahan *snack bars*, *dark chocolate* difungsikan sebagai binder atau pengikat bagian luar. *Dark*

chocolate memiliki keunggulan berupa IG yang rendah yaitu 30, sehingga tepat digunakan sebagai bahan penyusun *snack bars* DM (Montignac, 2019). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Cordero et al. (2015) menyatakan bahwa bubuk coklat dengan aktivitas antioksidan yang tinggi jenis bermanfaat dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan mencegah kerusakan oksidatif.

Dark chocolate selain memberikan dampak positif dengan kandungan antioksidannya juga mengandung serat yang cukup tinggi, yaitu 17.4 gram/100 gram bahan. Pengolahan *snack bars* dalam satu resep menggunakan 30 gram *dark chocolate* yang berkontribusi dalam menghasilkan 5.2 gram serat dalam produk. Menurut Alyaqoubi dkk. (2015), aktivitas antioksidan pada santan kelapa yang tinggi sehubungan dengan kandungan fenol pada minyak kelapa yang merupakan zat utama pada santan yang bersifat antioksidan.

2) Analisis Mutu Kimia *Snack Bars*

1. Kadar Air

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. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Sandjaja et al., 2010). Kadar air maksimum dalam pengolahan *snack bars* menurut *USDA National Nutrient Database for Standard Reference* (2018) adalah 12.04%, hal tersebut disebabkan karena *snack bars* termasuk dalam golongan makanan kering dan padat dimana produk dengan kadar air rendah akan cenderung lebih keras dan kering jika dibandingkan dengan produk yang memiliki kadar air yang tinggi (Kurniawan, 2014).

Kadar air dalam produk juga erat kaitannya dengan mutu gizi protein, lemak, dan karbohidrat di dalamnya. Adawiyah (2007) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa ketika terjadi penurunan kadar air dalam produk maka kandungan protein di dalam produk mengalami peningkatan. Proses pengolahan juga turut mempengaruhi, misalnya dengan pemanasan dimana

semakin panas suhu pengolahan maka kadar air semakin turun sehingga menyebabkan kadar protein semakin meningkat.

2. Kadar Abu

Kadar abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. 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 et al., 2010). Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat berupa dua macam garam yaitu garam organik dan anorganik. Garam organik misalnya garam-garam asam mallat, oksalat, asetat, pektat. Sedangkan garam anorganik antara lain dalam bentuk garam fosfat, karbonat, khlorida, sulfat dan nitrat (Sudarmadji, 1984). Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui kandungan komponen yang tidak mudah menguap (komponen anorganik atau garam mineral) yang tetap tinggal pada pembakaran dan pemijaran senyawa organik (Nurilmala, 2006). Semakin rendah kadar abu suatu bahan, maka semakin tinggi kemurniannya. Tinggi rendahnya kadar abu suatu bahan antara lain disebabkan oleh kandungan mineral yang berbeda pada sumber bahan baku dan juga dapat dipengaruhi oleh proses demineralisasi pada saat pembuatan (Sudarmaji, 1989).

Snack bars berdasarkan *USDA National Nutrient Database for Standard Reference* (2018) maksimal mengandung 3.81 gram/100 gram produk dimana hal tersebut dapat semakin banyak didapatkan dengan penggunaan berbagai bahan dasar pengolahan *snack bars* seperti buah-buahan. Selain itu, Sitoresmi (2012) menyatakan bahwa pemanasan bahan pangan yang mengandung mineral pada suhu tinggi akan lebih banyak menghasilkan abu, sebab abu tersusun oleh mineral. Sejalan dengan pendapat Murray dkk. (2003), tingginya kandungan abu berarti tinggi pula kandungan unsur-unsur mineral dalam bahan atau produk pangan.

3. Kadar Protein

Pengolahan *snack bars* disyaratkan *USDA National Nutrient Database for Standard Reference* (2018) mengandung protein minimal 9.09 g/100 g produk yang dapat bersumber dari bahan dasar berupa telur, susu skim, dan tepung maizena. Selain penggunaan bahan tersebut, penambahan bahan lain yang bersumber protein seperti ampas tahu juga dapat meningkatkan proporsi protein

snack bars, dimana dalam 100 g bahan tepung ampas tahu mengandung 29.15 gram protein. Pengolahan *snack bars* dengan kandungan protein di dalamnya berfungsi dalam mencukupi kebutuhan penderita DM sesuai diet perkeni yaitu 10-15%.

Adapun pengolahan *snack bars* dalam penelitian ini menggunakan tepung ampas tahu berkisar 20-25%, atau menyumbangkan 15-20% protein total. Sejumlah penelitian pada orang sehat dan pada penyandang diabetes tipe 2 menunjukkan bahwa glukosa yang berasal dari protein yang dicerna tidak meningkatkan konsentrasi plasma glukosa tetapi menyebabkan peningkatan respon insulin serum (Bantle et. al., 2008).

4. Lemak

Lemak merupakan komponen organik yang memiliki sifat hidrofobik dan dapat berfungsi sebagai shortening. Lemak juga berperan dalam memperbaiki tekstur dan pembentukan tekstur *snack bar* yang lembut. Lemak juga merupakan salah satu penyumbang kalori terbesar dengan nilai 9 kkal per gram. Nilai lemak dalam pengolahan *snack bars* berdasarkan *USDA National Nutrient Database for Standard Reference* (2018) adalah 15.91 g/100 g produk yang bersumber dari telur dan mentega. Menurut Figoni (2008), lemak juga dapat berfungsi sebagai tenderizer dan leavening agent pada saat proses pemanggangan berlangsung. Pada saat pemanggangan air dan udara akan keluar dari lemak. Air akan menguap ke udara dan uapnya akan mendorong dinding sel dan mengembangkan volume adonan. Selain itu, lemak yang meleleh akan melapisi protein telur dan pati dan menghambatnya dalam membentuk struktur.

PERKENI (2015) mensyaratkan dalam konsumsi lemak penderita DM harus dibatasi 20-25% total energi dan tidak boleh melebihi 30%. Hal tersebut menyebabkan dalam penelitian ini dilakukan pembatasan penggunaan lemak $\pm 50\%$ dari standart resep. Sindrom diabetes yang ditandai dengan berkurangnya jumlah insulin atau menurunnya sensitivitas insulin atau kombinasi keduanya, dilain sisi mendorong terjadinya pembentukan lemak, penumpukan lemak secara berkelanjutan atau dikenal sebagai hyperlipidemia akan mengaktivasi system inflamasi (Nugroho dkk, 2015).

5. Karbohidrat

Pengolahan *snack bars* penelitian ini menggunakan bahan makanan yang mengandung karbohidrat seperti tepung maizena, tepung ampas tahu, dan tepung ubi jalar ungu. Hal tersebut sesuai syarat *USDA National Nutrient Database for Standard Reference* (2018) yaitu maksimal penggunaan karbohidrat 65.9 g/100 g produk. Karbohidrat sendiri merupakan sumber kalori utama bagi tubuh manusia. Setiap 1 gram karbohidrat mengandung 4 kalori (kkal). Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Perhitungan kadar karbohidrat juga didasarkan pada metode *by difference* dengan cara menjumlahkan seluruh hasil analisa proksimat yang meliputi kadar air, abu, lemak dan protein dan dicari selisihnya dengan 100 gram. Perhitungan kadar karbohidrat tersebut bergantung pada kandungan aspek proksimat yang lain yang terutama adalah kadar protein dan lemak (Kurniawan, 2014).

Sumber karbohidrat dalam pengolahan *snack bars* ini menggunakan jenis karbohidrat yang memiliki indeks glikemik sedang dan rendah yaitu tepung maizena (66), tepung ampas tahu (51), dan tepung ubi jalar ungu (44) sehingga tidak menyebabkan peningkatan glukosa darah secara cepat. Penelitian yang dilakukan oleh Hidayatulloh dkk. (2017) menyebutkan bahwa pengolahan produk mie dengan prosentase sumber karbohidrat jenis tepung terigu (90%) dan tepung ampas tahu (10%) menghasilkan nilai IG rendah yaitu 51. Sejalan dengan penelitian Kustanti (2017) yang menyebutkan bahwa produk dengan proporsi karbohidrat yang tersusun atas tepung terigu (45%), tepung pisang (13%), tepung tempe kedelai (4%), dan tepung maizena (38%) menghasilkan nilai indeks glikemiks yang rendah yaitu 36.1. Berdasarkan hal tersebut produk *snack bars* ini akan dibuat dengan proporsi sumber karbohidrat berikut yaitu perbandingan Tepung Maizena : Tepung Ampas Tahu : Tepung Ubi Jalar Ungu (55 : 25 : 20), (65 : 20 : 15), dan (65 : 15 : 25). dengan perkiraan IG yang dihasilkan juga rendah.

C. Mutu Fungsional

1. Kadar Serat

Serat makanan merupakan salah satu zat gizi yang belakangan ini dianggap penting. Selama ini, pembahasan mengenai serat makanan sering

terabaikan dibandingkan dengan bahasan tentang protein, lemak dan karbohidrat. Alasannya, sifat fisik serat termasuk bagian dari makanan yang tidak dapat dicerna (indigestible) dan sumbangan gizinya tidak diperhitungkan (negligible nutrientvalue) (Ruslihanti dan Kuharto, 2007). Serat makanan adalah komponen karbohidrat kompleks tidak dapat dicerna oleh mikro bakteri pencernaan.

Perkeni (2015) menyarankan penggunaan serat sehari untuk penderita DM adalah 20-35 g/hari. Serat dalam pengolahan *snack bars* penelitian ini berasal dari ampas tahu dan ubi jalar ungu. Kandungan serat tepung ampas tahu sebesar 19,44 telah melebihi standart BPOM sebagai pangan dengan sumber serat tinggi. Kandungan serat tinggi di dalam tepung ampas tahu sangat baik untuk mencegah gangguan pencernaan seperti wasir, sembelit hingga kanker kolon, dan diabetes (Nurhamidah dan Erawati, 2014). Dominasi serat dalam ampas tahu adalah serat kasar atau serat tidak larut air yang merupakan golongan serat pangan yang bermanfaat dalam memperbesar volume feses dan akan mengurangi waktu transitnya makanan dalam GI Tract (bersifat laksatif lemah). Weicket et al. (2007) menemukan bahwa peningkatan asupan serat tak larut secara signifikan meningkatkan pembuangan seluruh tubuh glukosa menghasilkan peningkatan sensitivitas insulin 8%.

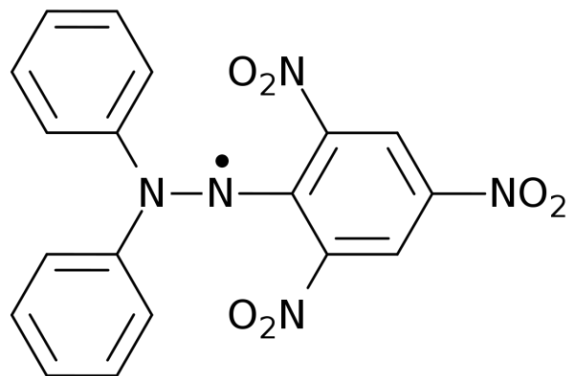
2. Aktivitas Antioksidan

Radikal bebas bersifat tidak stabil dan sangat reaktif yakni cenderung bereaksi dengan molekul lainnya untuk mencapai kestabilan. Radikal dengan kereaktifan yang tinggi ini dapat memulai sebuah reaksi berantai dalam sekali pembentukannya sehingga menimbulkan senyawa yang tidak normal dan memulai reaksi berantai yang dapat merusak sel-sel penting dalam tubuh (Badarinath et al., 2010). Radikal bebas dapat diatasi dengan penggunaan antioksidan (Mandal et al., 2009).

Berdasarkan sumbernya, antioksidan dapat dibagi menjadi 2 yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik. Antioksidan alami merupakan senyawa antioksidan yang terdapat secara alami dalam tubuh sebagai mekanisme pertahanan tubuh normal maupun berasal dari asupan luar tubuh. Sedangkan antioksidan sintetik merupakan senyawa yang disintesis secara kimia. Salah satu sumber senyawa antioksidan adalah tanaman dengan kandungan senyawa polifenol yang tinggi. Senyawa polifenol memiliki fungsi sebagai zat astringen, zat tonik, antibakteri, antifungal, antidiuretik, antidot, dan antitoxin (Ali

dkk., 2008). Pengolahan *snack bars* penelitian ini mengunggulkan penambahan tepung ampas tahu dan tepung ubi jalar yang mengandung antioksidan tinggi yaitu betakaroten, vitamin C, dan antosianin.

Aktivitas antioksidan dari suatu bahan alam dapat diuji dengan berbagai metode di antaranya xantin oksidase, tiosianat, kemampuan mereduksi ion feri (FRAP), kapasitas mereduksi kupri (CUPRAC), dan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Metode DPPH banyak digunakan dalam penentuan aktivitas antioksidan ekstrak tanaman karena sederhana, cepat, dan tidak membutuhkan banyak reagen.



Gambar 2.2 Rumus Bangun DPPH

Metode DPPH adalah sebuah metode yang sederhana yang dapat digunakan untuk menguji kemampuan antioksidan yang terkandung dalam makanan. Metode DPPH dapat digunakan untuk sampel yang padat dan juga dalam bentuk larutan. Prinsipnya dimana elektron ganjil pada molekul DPPH memberikan serapan maksimum pada panjang gelombang 517 nm yang berwarna ungu. Warna ini akan berubah dari ungu menjadi kuning lemah apabila elektron ganjil tersebut berpasangan dengan atom hidrogen yang disumbangkan senyawa antioksidan. Perubahan warna ini berdasarkan reaksi kesetimbangan kimia (Prakash, 2001).

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 IC50 (ppm)	Tingkat Aktivitas Antioksidan
>100-250	Lemah
50-100	Sedang
10-50	Kuat
<10	Sangat kuat

Sumber: Phongpaichit et al. (2009)

Raya dkk. (2016) menyebutkan bahwa intervensi ekstrak bahan makanan yang mengandung antioksidan golongan flavonoid 90 mg/kgbb Tikus selama 21 hari dengan nilai IC50 sebesar 6,56 – 10,07 mg/ml dapat menurunkan glukosa darah tikus yang diinduksi DM sebesar 33.34%. Sejalan dengan penelitian Nasution dkk. (2018) menyebutkan bahwa pemberian ekstrak makanan yang mengandung antioksidan golongan flavonoid terhadap tikus coba sebanyak 100 mg/kgbb selama 14 hari dengan nilai IC50 3.4 mg/ml dapat menurunkan glukosa darah sebesar 53.02%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak pemberian antioksidan dengan nilai yang besar untuk intervensi akan memberikan dampak yang lebih banyak terhadap penurunan glukosa darah.

D. Analisa Mutu Organoleptik

Pengujian organoleptik merupakan suatu cara untuk mengamati tekstur, warna, bentuk, aroma, rasa suatu produk makanan, minuman ataupun obat (Ayustaningwarno, 2014). Pengujian organoleptik disebut juga penilaian indera atau penilaian sensorik. Pengujian organoleptik berperan penting dalam pengembangan produk. Evaluasi sensorik dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan atau bahan-bahan formulasi, mengidentifikasi area untuk pengembangan, mengevaluasi produk pesaing, mengamati perubahan yang terjadi selama proses atau penyimpanan dan memberikan data yang diperlukan untuk promosi produk (Nasiru, 2011). Pengujian organoleptik pengolahan *snack bars* adalah sebagai berikut:

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. Faktor warna lebih berpengaruh dan kadang-kadang sangat menentukan suatu bahan pangan yang dinilai enak, bergizi, dan teksturnya sangat baik, tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya (Winarno,1995).

Produk *snack bars* cenderung memiliki warna kecoklatan, jika diberikan penambahan bahan seperti buah kering maka akan meningkatkan mutu warna *snack bars* sehingga dapat menarik seseorang untuk mengonsumsinya. Penelitian yang dilakukan oleh Chandra (2017) menyebutkan bahwa produk *snack bar* substitusi ampas tahu dan ubi jalar ungu dalam penelitiannya ketika ditambahkan ampas tahu dengan proporsi yang lebih banyak (25%) pada produk menyebabkan tingkat kesukaan terkait warna cenderung tetap. Penampakan dalam produk *snack bars* juga cenderung. Sejalan dengan Carella (2016) juga menyebutkan bahwa perbedaan substitusi tepung ubi jalar ungu dan kedelai terhadap produk *snack bars* tidak mempengaruhi tingkat kesukaan panelis. Adapun dalam penelitian ini penggunaan ampas tahu pada tiga perlakuan menggunakan maksimal 25% dan tepung ubi jalar ungu maksimal 25%.

2. Aroma

Aroma dapat didefinisikan sebagai suatu yang dapat diamati dengan indera pembau. Senyawa dalam makanan tercium sampai ke jaringan pembau dalam hidung bersama-sama dengan udara. Penginderaan degan cara tersebut menunjukkan bahwa senyawa memiliki bau bersifat mutlak. Aroma dalam pengolahan produk *snack bars* cenderung tajam dengan penggunaan bahan dasar berupa buah kering. Penelitian yang dilakukan oleh Chandra (2017) menyebutkan bahwa produk *snack bar* substitusi ampas tahu (25%) dan ubi jalar ungu (11.5%) dalam penelitiannya ketika ditambahkan ampas tahu atau ubi jalar ungu yang lebih banyak tidak mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terkait aroma. Carella (2016) juga menyebutkan bahwa substitusi tepung ubi jalar ungu dan kedelai terhadap produk *snack bars* dimana ketika dilakukan penambahan proporsi kedelai mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terkait aroma. Adapun dalam penelitian ini penggunaan ampas tahu pada tiga perlakuan menggunakan maksimal 25% dan tepung ubi jalar ungu maksimal 25%.

3. Rasa

Menurut Chandra (2010) rasa merupakan faktor yang menentukan tingkat kesukaan konsumen pada produk pangan. Atribut rasa meliputi asin, asam, manis, pahit, dan umami. Rasa makanan sangat ditentukan oleh formulasi produk tersebut. Rasa dinilai dengan adanya tanggapan rangsangan kimiawi oleh lidah. Kebanyakan *snack bars* dengan bahan dasar buah kering memiliki rasa cenderung asam. Akan tetapi, proses pengolahan juga sangat mempengaruhi rasa *snack bars* karena terkadang terdapat perbedaan suhu dan waktu pemanggangan pada masing-masing produk, selain itu perbedaan persepsi terhadap rasa masing-masing orang berbeda, yang disebabkan oleh: usia, jenis kelamin, dan perokok berat (lebih dari 20 batang perhari) maka akan memberikan respon yang buruk. Penelitian yang dilakukan oleh Chandra (2017) menyebutkan bahwa produk *snack bar* substitusi ampas tahu dan ubi jalar ungu dalam penelitiannya ketika ditambahkan ampas tahu dengan proporsi yang lebih banyak menyebabkan tingkat kesukaan terkait rasa semakin menurun. Carella (2016) juga menyebutkan bahwa *snack bars* substitusi tepung ubi jalar ungu dan kedelai ketika dilakukan penambahan proporsi kedelai mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terkait rasa. Adapun dalam penelitian ini penggunaan ampas tahu pada tiga perlakuan menggunakan maksimal 25% dan tepung ubi jalar ungu maksimal 25%.

4. Tekstur atau Kekerasan

Tekstur adalah faktor kualitas makanan yang paling penting, sehingga memberikan kepuasan terhadap kebutuhan konsumen. Oleh karena itu, konsumen selalu menghendaki makanan yang mempunyai rasa dan tekstur yang sesuai dengan selera yang diharapkan, sehingga hal tersebut selalu diutamakan dalam membeli makanan. Hal tersebut menyebabkan pentingnya nilai gizi ditempatkan pada mutu setelah harga, tekstur, dan rasa. Nilai tekstur gigit bagelen, kue stick, dan snack bar yang semakin rendah menunjukkan mutu tekstur gigit yang sangat lunak, sedangkan nilai yang semakin tinggi menunjukkan mutu tekstur gigit sangat renyah. Nilai tekstur tekan *snack bar* semakin rendah menunjukkan mutu tekstur tekan yang sangat lunak dan basah, sedangkan nilai yang semakin tinggi menunjukkan mutu tekstur tekan keras dan kering.

Penelitian yang dilakukan oleh Chandra (2010) menyebutkan bahwa produk *snack bars* substitusi ampas tahu dan ubi jalar ungu dalam penelitiannya ketika ditambahkan ampas tahu dengan proporsi yang lebih banyak menyebabkan tingkat kesukaan terkait tekstur semakin menurun. Carella (2016) juga menyebutkan bahwa *snack bars* substitusi tepung ubi jalar ungu dan kedelai ketika dilakukan penambahan proporsi pada ubi jalar ungu atau kedelai tidak mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terkait tekstur. Adapun dalam penelitian ini penggunaan ampas tahu pada tiga perlakuan menggunakan maksimal 25% dan tepung ubi jalar ungu maksimal 25%.