

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

Diabetes mellitus (DM) merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menjadi masalah kesehatan masyarakat dunia dengan prevalensi yang meningkat setiap tahunnya. Berbagai penelitian epidemiologi menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan angka insidensi dan prevalensi DM tipe 2 di berbagai penjuru dunia. Data yang didapatkan dari American Diabetes Association, 90-95% dari angka kejadian diabetes merupakan DM tipe 2 yaitu DM yang tidak tergantung insulin (Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus / NIDDM).

Diabetes Mellitus didefinisikan sebagai suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau kedua-duanya (ADA, 2010). Saat ini penelitian epidemiologi menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan angka insidensi dan prevalensi DM tipe-2 di berbagai penjuru dunia (PERKENI, 2015). Badan Kesehatan Dunia (WHO) memprediksi adanya peningkatan jumlah penyandang DM yang menjadi salah satu ancaman kesehatan global dengan memproyeksikan jumlah penyandang akan naik menjadi 12,4 juta jiwa pada tahun 2025 dan menempatkan indonesia sebagai peringkat lima global.

Diabetes mellitus, diketahui oleh suatu penyakit yang di sebabkan oleh adanya gangguan menahun terutama pada sistem metabolisme karbohidrat lemak, dan juga protein dalam tubuh. Gangguan metabolisme tersebut disebabkan kurangnya produksi hormon *insulin*, yang diperlukan dalam proses pengubahan gula menjadi tenaga serta sintesis lemak (Endang (2001). Kondisi yang demikian itu, mengakibatkan terjadinya hiperglikemia, yaitu meningkatkan kadar gula dalam darah atau terdapat kandungan gula dalam air kencing dan zat-zat keton dan asam yang berlebihan.

## 1. Patofisiologi Diabetes Mellitus Tipe 2

Secara patofisiologi, DM tipe II disebabkan karena dua hal yaitu (1) penurunan respon jaringan perifer terhadap insulin, peristiwa tersebut dinamakan resistensi insulin, dan (2) Penurunan kemampuan sel  $\beta$  pankreas untuk mensekresi insulin sebagai respon terhadap beban glukosa. Sebagian besar DM tipe II diawali dengan kegemukan karena kelebihan makan. Sebagai kompensasi, sel  $\beta$  pankreas merespon dengan mensekresi insulin lebih banyak sehingga kadar insulin meningkat (hiperinsulinemia). 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 II. Secara patologis, pada permulaan DM tipe II terjadi peningkatan kadar glukosa plasma dibanding normal, 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 (hiperglikemik). Seiring dengan kejadian tersebut, sel  $\beta$  pankreas mengalami adaptasi diri sehingga responnya untuk mensekresi insulin menjadi kurang sensitif, dan pada akhirnya membawa akibat pada defisiensi insulin. Sedangkan pada DM tipe II akhir telah terjadi penurunan kadar insulin plasma akibat penurunan kemampuan sel  $\beta$  pankreas untuk mensekresi insulin, dan diiringi dengan peningkatan kadar glukosa plasma dibandingkan normal. Pada penderita DM II, pemberian obat-obat oral antidiabetes sulfonilurea masih dapat merangsang kemampuan sel  $\beta$  Langerhans pankreas untuk mensekresi insulin (Unger dan Foster, 1992; Lawrence, 1994; Kahn, 1995)

## 2. Diagnosa

Diagnosis DM harus didasarkan atas pemeriksaan glukosa darah. Dalam menentukan diagnosis DM harus diperhatikan asal bahan darah yang diambil dan cara pemeriksaan yang dipakai. Untuk diagnosis, pemeriksaan yang dianjurkan adalah pemeriksaan glukosa dengan cara enzimatik dengan bahan darah plasma vena, namun dapat juga dipakai bahan darah kapiler (Purnamasari, 2009).

Cara pelaksanaan TTGO (WHO 1994) :

- Tiga hari sebelum pemeriksaan tetap makan seperti kebiasaan sehari-hari (dengan karbohidrat yang cukup) dan tetap melakukan kegiatan jasmani seperti biasa.
- Berpuasa paling sedikit 8 jam (mulai malam hari) sebelum pemeriksaan, minum air putih tanpa gula diperbolehkan.
- Diperiksa konsentrasi glukosa darah puasa.
- Diberikan glukosa 75 gram (orang dewasa) atau 1,75 gram/KgBB (anak-anak), dilarutkan dalam air 250 mL dan diminum dalam waktu 5 menit.
- Berpuasa kembali sampai pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan darah 2 jam setelah minum larutan glukosa selesai.
- Diperiksa glukosa darah 2 jam sesudah beban glukosa. Selama proses pemeriksaan subjek yang diperiksa tetap istirahat dan tidak merokok (Purnamasari, 2009).

Kadar tes laboratorium darah untuk diagnosis diabetes dan pre diabetes berada pada tabel 1 sedangkan kadar glukosa darah sewaktu dan puasa dapat dilihat pada tabel 2

**Tabel 1. Kadar Tes Laboratorium Darah Diabetes dan Prediabetes**

	<b>HbA1c (%)</b>	<b>Glukosa darah puasa (mg/dL)</b>	<b>Glukosa plasma 2 jam setelah TTGO (mg/dL)</b>
<b>Diabetes</b>	≥ 6,5	≥ 126	≥ 200
<b>Prediabetes</b>	5,7-6,4	100-125	140-199
<b>Normal</b>	< 5,7	< 100	< 140

Sumber : Konsensus Pengolahan dan Pencegahan Diabetes Mellitus tipe 2 di Indonesia 2015

**Tabel 2. Kadar Glukosa Darah Sewaktu dan Puasa**

			<b>Bukan DM</b>	<b>Belum pasti DM</b>	<b>DM</b>
<b>Kadar darah (mg/dl)</b>	<b>Glukosa sewaktu</b>	Plasma vena	<100	100-199	≥200
		Darah kapiler	<90	90-100	≥200
<b>Kadar darah (mg/dl)</b>	<b>glukosa puasa</b>	Plasma vena	<100	100-125	≥126
		Darah kapiler	<90	90-99	≥100

Sumber : Konsensus Pengolahan dan Pencegahan Diabetes Mellitus tipe 2 di Indonesia 2015

## **B. Penatalaksanaan Diabetes Melitus Tipe 2**

Banyaknya komplikasi kronik yang dapat terjadi pada DM tipe-2, dan sebagian besar mengenai organ vital yang dapat fatal, maka tatalaksana DM tipe-2 memerlukan terapi agresif untuk mencapai kendali glikemik dan kendali faktor risiko kardiovaskular. Dalam Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan DM tipe 2 di Indonesia PERKENI (2011), penatalaksanaan dan pengelolaan DM dititik beratkan pada 4 pilar penatalaksanaan DM, yaitu: edukasi, terapi gizi medis, latihan jasmani dan intervensi farmakologis.

### **1. Edukasi**

Diabetes tipe 2 umumnya terjadi pada saat pola 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. Berbagai hal tentang edukasi dibahas lebih mendalam di bagian promosi perilaku sehat di halaman 38. Pengetahuan tentang pemantauan glukosa darah mandiri, tanda dan gejala hipoglikemia serta cara mengatasinya harus diberikan kepada pasien. Pemantauan kadar glukosa darah dapat dilakukan secara mandiri, setelah mendapat pelatihan khusus.

## 2. Terapi Nutrisi Medis

Terapi Nutrisi Medis (TNM) merupakan bagian dari penatalaksanaan diabetes secara total. Kunci keberhasilan TNM adalah keterlibatan secara menyeluruh dari anggota tim (dokter, ahli gizi, petugas kesehatan yang lain serta pasien dan keluarganya). 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.

DM Tipe 2 dapat dicegah dengan tidak hanya berfokus pada pengobatan, tetapi juga pencegahan melalui upaya preventif dan promosi kesehatan. PERKENI (2011) 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.

Tatalaksana farmakologi diberikan pada penderita DM Tipe 2 setelah pilar penatalaksanaan terapi nutrisi dan aktivitas fisik tidak memberikan dampak terhadap tujuan tatalaksana. Penatalaksanaan terapi gizi dapat dilakukan dengan pengendalian kadar glukosa darah dengan cara memperlambat pengosongan lambung dan aktivitas enzim pencernaan menggunakan matrik jaringan pada serat pangan dan menghambat penyerapan dengan mengaktifkan Sodium Glukosa Co transport. Nadimin et al. (2012) dalam penelitiannya menjelaskan terjadi penurunan kadar glukosa darah sewaktu dan puasa sesudah pemberian diet DM tinggi serat. Selain itu, terapi gizi juga dapat dilakukan dengan peningkatkan sensitivitas insulin dan peningkatan produksi insulin dari sel  $\beta$  pankreas. Pratiwi (2015) dalam penelitiannya menyebutkan pemberian diet bahan makanan bersumber amilopektin 200 mg/kgBB pada tikus DM dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan kadar glukosa darah.

Pegagan (*Centella Asiatica L.*) merupakan golongan tanaman lokal yang dapat dijadikan alternatif tatalaksana gizi penderita diabetes dengan berbagai kemanfaatan yang terkandung didalamnya. Selain mudah didapatkan karena termasuk tanaman yang dapat hidup di berbagai wilayah, pegagan juga dikenal masyarakat Jawa Barat sebagai salah satu tanaman untuk kudapan atau lalapan.

Efek ekstrak pegagan sebagai antidiabetic telah terbukti efektif dalam berbagai percobaan *in-vivo*. Kabir et al. (2014) dalam penelitiannya menyebutkan setelah 28 hari studi *Centella asiatica L.* dengan tiga dosis ekstrak (dosis 250 mg/KgBB, 500 mg/KgBB, dan 1000 mg/KgBB ) yang diberikan dua kali sehari pada tikus diabetes tipe 2. Dosis 1000 mg/KgBB menunjukkan penurunan serum glukosa yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Akan tetapi proses ekstraksi pegagan pada dasarnya dapat menghilangkan potensi kandungan lain dari pegagan yaitu kandungan serat larut dan bioaktifnya yaitu triterpenoid dan asiaticosida yang bermanfaat dalam tatalaksana diabetes melitus tipe 2. Sehingga perlu dikembangkan untuk membuktikan penggunaan daun pegagan segar sebagai antidiabetic.

### **3. 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. Hindarkan kebiasaan hidup yang kurang gerak atau bermalas-malasan.

#### 4. Terapi farmakologis

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

### C. Pengembangan Formula *Snack Bar*

#### 1. *Snack Bar*

##### A. Gambaran Umum

*Snack bar* 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 food bars yang berada dipasaran terbuat dari tepung terigu (gandum) dan tepung kedelai yang merupakan komoditas import Indonesia. Selain itu food bars juga bisa dibuat dengan menggunakan tepung tapioka dan tepung kacang hijau dengan tujuan untuk memanfaatkan potensi lokal yang ketersediaannya melimpah, sehingga mudah didapatkan. Penambahan tepung kacang-kacangan perlu dilakukan guna menyuplai kebutuhan protein food bars (Ladamay dkk., 2014).



**Gambar 1. *Snack Bar***

*Snack bar* merupakan bentuk makanan selingan berbentuk batangan berbahan dasar sereal atau kacang-kacangan yang praktis bagi segala usia termasuk bagi penderita diabetes melitus. *Snack bar* juga memiliki daya simpan yang cukup baik dan memiliki nilai gizi yang cukup lengkap serta termasuk kedalam kategori camilan sehat yang populer di masyarakat. *Snack bar* sebagai makanan tambahan diabetes melitus harus memiliki ketentuan dalam proporsi zat gizi yang terkandung di dalamnya.

## B. Persyaratan Mutu *Snack Bar*

Persyaratan mutu snack bars yang telah di keluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional terdapat dalam Tabel 3.

**Tabel 3. Syarat Mutu *Snack Bars* Berdasarkan SNI 01-4270-1996**

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan:		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Air	% b/b	11,40
3	Abu	% b/b	maks. 5
4	Protein (Nx6,25)	% b/b	16,7
5	Lemak	% b/b	20
6	Karbohidrat	% b/b	60-70
7	Serat kasar	% b/b	maks. 0,7
8	Bahan tambahan makanan:		
8.1	Pemanis buatan (sakarín dan siklamat)	-	tidak boleh ada
8.2	Pewarna tambahan	-	Sesuai dengan SNI 01-0222-1996
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. $5 \times 10^5$
11.2	Coliform	APM/g	maks. $10^2$
11.3	E. Coli	APM/g	maks < 3
11.4	Salmonella/25g	-	Negatif
11.5	Staphylococcus aureus 7g	-	Negatif
11.6	Kapang	Koloni/g	maks. $10^2$
	*dikemas dalam kaleng		

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (1996)

## 2. Tepung Pegagan

### A. Karakteristik Umum Pegagan

Pegagan (*Centella asiatica* (L.)) merupakan tanaman herba tahunan yang tumbuh di daerah tropis dan berbunga sepanjang tahun. Pegagan (*Centella asiatica* L.) merupakan tanaman liar yang banyak tumbuh

diperkebunan, tepi jalan, di daerah persawahan, di sela-sela rumput, di tanah yang agak lembab ataupun agak ternaungi, dan dapat ditemukan di dataran rendah sampai dataran tinggi (2500 m dpl). Menurut Soenanto (2009), berdasarkan sistem taksonomi, tanaman pegagan dikenal dengan nama ilmiah *Centella asiatica* L. Urban famili Umbiliferae.

Adapun klasifikasi pegagan (BPOM RI, 2010) sebagai berikut :

Devisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Subkelas : Rosidae  
Bangsa : Apiales  
Suku : Apiaceae  
Marga : *Centella*  
Jenis : *Centella asiatica*  
*L. Urban*



**Gambar 2. Kenampakan Pegagan**

Pegagan berbentuk herba tahunan yang aromatik. Batangnya sangat pendek dari batang tumbuh geragih atau stolon yang melata di permukaan tanah dengan panjang 10-15 cm. Daun tunggal, tersusun dalam bentuk roset yang terdiri dari 2-10 lembar daun, kadang-kadang agak berambut. Tangkai daun panjangnya sampai 40 cm, selain daun berbentuk ginjal, lebar dan bundar dengan garis tengah sampai 10 cm, pinggir daun beringgit dan bergerigi. Pangkal dari tangkai daun melekok ke dalam dan melebar seperti pelepah. Tulang daun menjari dan akar bercabang. Bunga berbentuk payung tunggal, biasanya tersusun dari 3 bunga. Tangkai bunga panjangnya 5-50 mm, lebih pendek dari tangkai daun. Daun pelindung berjumlah 2 dan panjangnya 3-4 mm berbentuk telur (BPOM RI, 2010).

Pegagan telah digunakan berabad-abad sebagai tanaman obat dan tercantum di dalam Pharmacopoeia Perancis tahun 1884, demikian pula pada tradisi kuno *Chinese Shennong Herbal* sekitar 2000 tahun yang lalu, dan juga pada *Indian Ayurvedic Medicine* sekitar 3000 tahun yang lalu (Sharma & Jaimala 2003). Menurut Satake *et al.* (2007) pegagan juga telah digunakan di seluruh dunia untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit.

## B. Kandungan Gizi Pegagan

Data komponen kimia pegagan yang meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, dan serat makanan total yang diperoleh dari hasil uji di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya ditunjukkan dalam Tabel 4 (*Lampiran 5*).

**Tabel 4. Kandungan Gizi per 100 g Daun Pegagan Kering**

Kandungan Gizi	Pegagan Kering(**)
Air (%wb)	9,66
Abu (%db)	19,93
Lemak (%db)	0,85
Protein (%db)	8,19
Karbohidrat (%db)	19,18
Serat makanan total (%db)	42,19

Data pada Tabel 4. menunjukkan bahwa pegagan memiliki kadar serat makanan total tinggi yaitu 42,19%. Serat makanan mampu secara signifikan mengurangi waktu transit di GI Tract makanan yang tertelan, mengurangi waktu transit dapat diartikan sebagai waktu yang lebih rendah untuk di-dan polisakarida dalam makanan untuk dicerna dan diserap (Kabir *et al.*, 2014).

### 1. Kandungan Bioaktif Pegagan

Menurut Winarto dan Surbakti (2003), pegagan mengandung berbagai bahan aktif, yaitu: triterpenoid saponin, triterpenoid genin, minyak atsiri, flavonoid, fitosterol, dan bahan aktif lainnya. Kandungan bahan aktif yang terpenting adalah triterpenoid dan saponin, yang meliputi: asiatikosida, sentelosida, madekosida, dan asam asiatik serta komponen lain seperti minyak volatil, flavonoid, tanin, fitosterol, asam amino, dan karbohidrat.

Semua kandungan bioaktif tanaman pegagan merupakan antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh manusia dalam meningkatkan sistem imun.

Bahan aktif triterpenoid saponin berfungsi untuk meningkatkan aktivasi makrofag yang menyebabkan meningkatnya fagositosis dan sekresi interleukin. Sekresi interleukin ini akan memacu sel  $\beta$  untuk menghasilkan antibodi (Besung, 2009). Fraksi total triterpenoid herba pegagan dapat digunakan sebagai obat diabetes mikroangiopati dengan meningkatkan mikrosirkulasi dan menurunkan permeabilitas kapiler (Jamil et al, 2007). Herba Pegagan juga dapat mengendalikan kondisi hiperkolesterolemia dan hipertrigliseridemia sebagai komplikasi dari diabetes mellitus dan meningkatkan *uptake glukose* dengan meningkatkan respon reseptor insulin sehingga dapat digunakan sebagai obat antidiabetes melitus tipe 2 (Brinkhaus et al., 2000 dalam Vohra et al., 2011).

Bahan aktif asiatikosida dan madekossida mampu memperbaiki kerusakan sel dan membentuk serat kolagen secara cepat, bahan aktif tersebut juga mampu memperbaiki sel-sel granulosa pada ovarium (Suhaemi, 2007). Kandungan asiatikosida pada 100 g pegagan adalah 36,7 mg. Bahan aktif asiatikosida diketahui mempercepat penyembuhan luka dengan jalan meningkatkan kandungan hidroksiprolin dan mukopolisakarida yang merupakan bahan untuk mensintesis matriks ekstra seluler. Asiatikosida dapat meningkatkan produksi antioksidan baik dari golongan enzimatik dan non enzimatik (Kusumawati, 2007). Asiatikosida juga mampu bekerja dalam detoksifikasi pada hati dan merupakan marker dalam penentuan standar baku pada pegagan (*Centella asiatica* (L.)). Dan dalam 100 g herba pegagan mengandung kadar asiatikosida 0,42 mg. (Nur, A. Dkk, 2017)

Madekossida juga berperan penting karena mampu memperbaiki kerusakan sel dengan sintesis kolagen (Selfitri, 2008). Fibroblast sangat penting dalam pembentukan serat kolagen, kolagen dibina atas protein dan merupakan 30% seluruh protein tubuh mamalia, oleh karena serat kolagen berperan dalam penyembuhan luka atau kerusakan jaringan (Kusumawati, 2007).

Studi lain juga melaporkan ekstrak air daun *Centella asiatica* mengandung senyawa fenolat 2,86 g/100 g dan flavonoid 0.361 91100 g

(Pitella et.al.,2009). Senyawa flavanoid yang berupa quersetin didalam daun pegagan, diduga memberikan efek antioksidan. Sebagai antioksidan, flavanoid dapat menghambat penggumpalan keping-keping sel darah, merangsang produksi nitrit oksida yang dapat melebarkan (relaksasi) pembuluh darah (Winarsih, 2007). Flavonoid mencegah radikal bebas untuk melepaskan sel beta pankreas yang mensekresikan insulin. Senyawa *quersetin* dapat menghambat sistem peroksidasi lipid yang tergantung oleh ion. Fe kemudian mengkelat ion Fe. Pengkelatan ion Fe menyebabkan kompleks ion inert dan tidak dapat mengawali terjadinya peroksidasi lipid sehingga terjadi regenerasi dan perbaikan sel beta pankreas yang akhirnya dapat menstimulasi sel beta untuk mensekresikan insulin (Winarsih, 2007).

Penelitian tentang efektifitas pegagan sebagai anlidiabetes dan hepatoprotektif yang telah dilakukan, sebagian besar dengan menggunakan bentuk sediaan ekstrak. Sedangkan di Indonesia, masyarakat mengkonsumsi pegagan sebagai obat dengan cara direbus, diseduh dan dimakan dalam keadaan segar (lalapan). Pengkonsumsian daun pegagan segar berdasarkan jumlah konsumsi lalapan segar daun pegagan oleh masyarakat jawa yaitu dalam sehari kira-kira 70 g daun pegagan (Wijayakusuma, 1994). Manusia dewasa dengan berat badan 70 kg mengkonsumsi 70 g per hari berarti dosis per kg/BB adalah 1 g. Sehingga tikus dengan berat 200 g diberikan konsumsi daun pegagan segar sebanyak 0,2 g perhari. Untuk memudahkan pemberian pada tikus, daun pegagan digerus dalam cawan petri dan diberi air sampai 0,5 ml kemudian disaring.

### **3. Tepung Kacang Merah**

#### **a. Gambaran Umum**

Kacang merah bukan tanaman asli Indonesia tetapi banyak di jumpai di Indonesia. Kacang merah (*Phaseolus Vulgaris L.*) mempunyai biji yang berwarna merah atau berbintik-bintik putih. Kacang merah hanya dimakan dalam bentuk biji yang lebih tua, baik dalam keadaan segar maupun yang telah dikeringkan. Kacang merah dapat digunakan sebagai sayuran sampuran salad, sambal goreng, bahan dodol, wajik, dan aneka kue lainnya (Astawan, 2009).



**Gambar 2. Kacang Merah**

### **b. Kandungan Gizi Tepung Kacang Merah**

Komponen kimia tepung kacang merah yang meliputi kadar air, protein, lemak, karbohidrat, dan serat yang diperoleh dari informasi nilai gizi produk yang tertera dalam kemasan ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Komposisi Zat Gizi Tepung Kacang Merah**

Zat Gizi		Kadar 100 gram
Energi	(kkal)	369,35
Protein	(g)	21,03
Lemak	(g)	2,4
Karbohidrat	(g)	64,15
Serat	(g)	24,9
Kadar Air	(g)	7,31
Kadar Abu	(g)	15,38

### **c. Kandungan Bioaktif Kacang Merah**

Kacang merah cukup potensial sebagai sumber gizi karena memiliki kandungan protein 22,3 gram dari 100 gram berat kacang merah itu sendiri. Sebagai kacang-kacangan, kacang merah mempunyai dapat dibuat sebagai bahan pembuatan snack. Dalam bentuk utuh, serat dapat bertindak sebagai penghambat fisik pada pencernaan. Serat dapat memperlambat laju makanan pada saluran pencernaan dan menghambat aktivitas enzim sehingga proses pencernaan khususnya pati menjadi lambat dan respons glukosa darah pun akan lebih rendah. Dengan demikian IG-nya cenderung lebih rendah (Arif et al., 2013). IG kacang merah tergolong rendah yaitu 29

(Regina, 2014). Kategori pangan menurut rentang Indeks Glikemik dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Kategori Pangan Menurut Indeks Glikemik**

Kategori Pangan	Rentang Indeks Glikemik
IG rendah	≤55
IG sedang ( <i>intermediate</i> )	55-70
IG tinggi	≥70

Sumber : Fardiaz, Dedi, dkk 2006

Kandungan gizi yang terdapat di dalam biji kacang merah cukup lengkap, kacang merah terkenal sebagai sumber protein nabati. kacang merah juga memiliki susunan asam amino esensial yang lengkap. Kadar karbohidrat kacang merah yang cukup tinggi merupakan sumber energi yang baik yaitu setiap 100 gram mengandung 348 kkal. Warna merahnya berasal dari kulit ari yang mengandung gen yang memproduksi antioksidan-pigmen pemberi warna merah atau ungu yang juga berperan sebagai antioksidan (Purwasmita dan Sutaryat, 2014). Kacang merah merupakan sumber mineral yang baik. Fosfor yang terkandung dalam kacang merah dapat berfungsi untuk pembentukan tulang dan gigi. Magnesium berperan sebagai aktivator enzim peptidase dan enzim lain yang bertugas dalam memecah dan memindahkan gugus fosfat (Astawan, 2009). Menurut penelitian Farman (2012), pemberian ekstrak kacang merah (*Vigna Angularis*) pada dosis 0,063gr/200grBB; 0,126gr/200grBB; 0,252gr/200grBB dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar yang diberi beban glukosa.

#### **4. Mutu Kimia dan Nilai Energi**

##### **a. 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). Menurut USDA National Nutrient Database for

Standard Reference (2015) kadar air untuk snack bar komersial ialah 11,26%. Selain itu, kandungan air dalam suatu bahan pangan maupun produk makanan dapat menentukan tekstur bahan pangan atau produk makanan tersebut, sehingga akan mempengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap tekstur produk (Laila 2015).

#### **b. 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. Bahan makanan dibakar dalam suhu yang tinggi dan menjadi abu. Pengukuran kadar abu berujuan untuk mengetahui besarnya kandungan mineral yang terdapat dalam makanan/pangan (Sandjaja et al., 2010). Berdasarkan hasil analisis penelitian yang dilakukan oleh Natalia (2010), kadar abu pada produk snack bar yang terdapat di pasaran sebesar 2.2-2.5% (bb)

#### **c. Protein**

Protein merupakan zat gizi yang sangat penting, karena yang paling erat hubungannya dengan proses-proses kehidupan (Sediaoetama, 2012). Protein mempunyai fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh zat gizi lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel dan jaringan tubuh (Almatsier, 2009).

Menurut Sediaoetama (2012) protein memiliki banyak fungsi diantaranya adalah sebagai zat pembangun, pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan, menggantikan sel-sel yang mati dan aus terpakai sebagai protein struktural, sebagai mekanisme pertahanan tubuh melawan berbagai mikroba dan zat toksik lain, sebagai zat pengatur proses metabolisme dalam bentuk enzim dan hormon, sebagai sumber utama energi bersama-sama dengan karbohidrat dan lemak, dan berperan dalam menyimpan dan meneruskan sifat-sifat keturunan.

Sumber protein yang baik didapat dari daging tanpa lemak, ikan, seafood tanpa kulit, susu *low fat*, dan produk susu rendah lemak. (Adrian dan Dalimartha, 2014). Protein untuk penderita diabetes mellitus bisa didapat dari protein hewani dan nabati (Dalimartha dan Adrian, 2014). Menurut perkeni kebutuhan protein penderita diabetes mellitus adalah sebesar 10-20 % total

asupan energi. Kacang merah menjadi sumber protein yang dapat menggantikan daging, ikan dan segala sumber protein lainnya serta memiliki daya cerna yang tinggi dibandingkan dengan kacang kedelai. Utama (2016) menyatakan bahwa formulasi makanan menggunakan kacang kedelai sebagai sumber protein bagi penderita diabetes melitus. Kandungan protein pada kacang merah dua kali lipat dibandingkan dengan kandungan protein dari kacang kedelai dan memiliki daya cerna yang tiga kali lebih tinggi.

#### **d. Lemak**

Almatsier (2009) menyatakan bahwa fungsi lemak diantaranya adalah sebagai sumber energi, sumber asam lemak esensial, alat angkut vitamin larut lemak, penghemat penggunaan protein, pemberi rasa kenyang dan kelezatan, sebagai pelumas, pemelihara suhu tubuh, dan pelindung organ tubuh. Lemak dapat memperlambat pengeluaran asam lambung dan memperlambat pengosongan lambung sehingga bisa memberikan rasa kenyang yang lebih lama. Selain itu, lemak juga memberikan tekstur yang disukai dan rasa lezat pada makanan.

Fungsi lemak di dalam makanan memberikan rasa gurih, memberikan kualitas renyah, terutama pada makanan yang digoreng, memberi kandungan kalori tinggi dan memberikan sifat empuk (lunak) pada kue yang dibakar (Sediaoetama, 2012).

Sediaoetama (2012) menyebutkan bahwa menurut sumbernya, lemak dibedakan menjadi lemak nabati dan lemak hewani. Lemak nabati berasal dari tumbuh-tumbuhan, sedangkan lemak hewani berasal dari binatang. Lemak nabati mengandung lebih sedikit asam lemak jenuh jika dibandingkan lemak hewani. Para diabetisi harus menghindari lemak trans (minyak goreng yang digunakan berulang kali) (Dalimartha dan Adrian, 2014). Menurut perkeni kebutuhan lemak penderita diabetes mellitus adalah sebesar 20-25 % total asupan energi.

#### **e. Karbohidrat**

Karbohidrat adalah zat gizi berupa senyawa organik yang terdiri atom karbon, hidrogen, dan oksigen yang digunakan sebagai bahan pembentuk energi (Sandjaja et al., 2010). Sediaoetama (2012) menjelaskan bahwa karbohidrat yang terdapat di dalam makanan pada umumnya hanya tiga jenis, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Monosakarida dan

disakarida adalah jenis karbohidrat yang memiliki rasa manis, sedangkan polisakarida adalah jenis yang tawar (tidak memiliki rasa).

Almatsier (2009) menjelaskan bahwa karbohidrat memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai sumber energi, sumber rasa manis pada makanan, penghemat protein, pengatur metabolisme lemak, dan pembantu pengeluaran feses.

Menurut Adrian dan Dalimartha (2014) berdasarkan komposisinya, karbohidrat ada dua jenis yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat kompleks biasanya didapat dari bahan alami yang tidak banyak melalui proses pengolahan, serta mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi karena mengandung lebih banyak vitamin dan mineral (Dalimartha dan Adrian, 2014). Karbohidrat sederhana mempunyai komposisi kimia yang sederhana. Penyerapan dari saluran pencernaan terjadi dengan cepat sehingga kadar glukosa darah akan melonjak naik begitu selesai dikonsumsi. Beberapa contohnya adalah glukosa, maltosa, laktosa, gula pasir, gula enau, dan madu. Sedangkan jenis karbohidrat kompleks memiliki unsur-unsur yang lebih kompleks. Jenis karbohidrat ini diserap lebih lambat dari saluran pencernaan karena membutuhkan proses metabolisme yang lebih panjang untuk menjadi glukosa. Menurut perkeni kebutuhan karbohidrat penderita diabetes mellitus adalah sebesar 45-65 % total asupan energi 4

#### **f. Energi**

Almatsier (2009) menjelaskan bahwa energi dibutuhkan manusia untuk mempertahankan kehidupan, menunjang pertumbuhan, dan melakukan berbagai aktivitas fisik. Karbohidrat, protein, dan lemak yang terdapat di dalam bahan makanan akan menghasilkan energi. Nilai energi ditentukan oleh kandungan karbohidrat, lemak, dan protein suatu bahan makanan.

Nilai energi ditentukan dengan satuan kilokalori (kcal). Disamping mengkonsumsi makanan utama, susu sereal sebagai makanan tambahan diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan energi penderita diabetes mellitus.

## **5. Mutu Fungsional**

### **a. Serat**

Serat makanan termasuk dalam kelompok karbohidrat yang struktur kimianya sangat kompleks dan merupakan bagian tanaman yang dapat dimakan (*edible portion*), tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan, asam, atau mikroorganisme dalam usus, tetapi dapat difermentasi secara parsial atau keseluruhan dalam usus besar (Sandjaja et al., 2010). Karbohidrat yang tidak dapat dicerna dipergunakan dalam pembuatan makanan rendah kalori, misalnya untuk menurunkan berat badan atau makanan bagi para penderita penyakit diabetes melitus (Sediaoetama, 2012).

Dewasa ini, makanan berserat juga banyak dikonsumsi diabetisi, terutama yang larut dalam air. Serat jenis ini selain dapat memperlambat penyerapan glukosa setelah makan, juga mempengaruhi penyerapan lemak dari saluran pencernaan (Adrian dan Dalimartha, 2014). Menurut perkeni kebutuhan serat penderita diabetes mellitus adalah sebesar 20-35 gram/hari total asupan energi.

Pada diet DM, Serat merupakan zat yang dapat membantu mengontrol kadar glukosa darah (Tala, 2009). Makanan tinggi serat yang tidak digiling atau dibender agar kandungan serat tidak hilang dan dapat berefek baik pada pasien DM (Beck, 2011). Pada umumnya pengetahuan tentang diet DM yang kurang dapat menyebabkan ketidaktepatan pola makan (Rimbawa, 2004). Dalam diet DM, Perkeni (2015) menganjurkan pasien DM mengonsumsi serat 20-35g/hari. Berdasarkan teori sayur dan buah merupakan sumber serat tinggi. Konsumsi makanan berserat tinggi memberi efek hipoglikemik karena mampu memperlambat pengosongan lambung sehingga memberi efek rasa kenyang sehingga dapat menurunkan nafsu makan, mencegah kegemukan dan mencegah penyakit DM (Almatsier, 2009 dan Budiyanto, 2002). Maka menggunakan pegagan sebagai sumber serat untuk penderita diabetes melitus, karena pegagan termasuk kedalam golongan sayur-sayuran.

### **b. Aktivitas Antioksidan**

Stres oksidatif merupakan suatu keadaan ketidakseimbangan jumlah radikal bebas (oksidan) dan antioksidan dalam tubuh, Keadaan ini disebabkan

oleh peningkatan produksi radikal bebas atau penurunan antioksidan endogen tubuh dan salah satu komponen pada mekanisme kerusakan jaringan pada manusia (Sayuti dan Yenrina, 2015)

Antioksidan atau 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, Mozid, Yeasmin, Khan, & Sayeed, 2008). Dalam pembuatan snack bars penelitian ini mengunggulkan penambahan tepung daun pegagan dan tepung kacang merah 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.

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 7.

**Tabel 7. Ketentuan Kekuatan Antioksidasi**

No.	Nilai IC <sub>50</sub> (µg/mL)	Tingkat Aktivitas Antioksidan
1.	151-200	Lemah
2.	100-150	Sedang
3.	50-100	Kuat
4.	50	Sangat kuat

Sumber: Putra (2012)

## 6. Mutu Organoleptik

Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan diartikan sebagai suatu proses fisiopsikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Untuk melaksanakan penilaian organoleptik diperlukan panel. Dalam penilaian suatu mutu atau analisis sifat-sifat sensorik suatu komoditi, panel bertindak sebagai instrumen atau alat. Panel ini terdiri dari orang atau kelompok yang bertugas menilai sifat atau mutu komoditi berdasarkan kesan subjektif. Orang yang menjadi anggota panel disebut panelis.

Mutu organoleptik *snack bar* yang diuji diantaranya aroma (pengamatan dilakukan dengan menggunakan indera penciuman yang dilakukan oleh panelis), rasa (pengamatan dengan menggunakan indera perasa yang dilakukan oleh panelis), dan warna (pengamatan dengan menggunakan indera penglihatan yang dilakukan oleh panelis).

Dalam menyikapi persaingan produk sejenis, perlu juga diperhatikan daya terima suatu produk tersebut oleh konsumen. Salah satu cara untuk mengetahui kualitas produk yang dapat memenuhi harapan konsumen

terutama dalam hal cita rasa produk adalah dengan cara melakukan studi komparasi atribut sensori (Tarwendah,2017).

### **1. Warna**

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu organoleptik suatu bahan makanan antara lain tekstur, warna, rasa, dan kekentalan. Sebelum faktor-faktor yang lain dipertimbangkan secara visual. Warna merupakan sensori pertama yang dapat dilihat langsung oleh panelis. penentuan mutu bahan makanan umumnya bergantung pada warna yang dimilikinya, warna yang tidak menyimpang dari warna yang seharusnya akan memberi kesan penilaian tersendiri oleh panelis (Negara, 2016). Pada penelitian Rinda, dkk (2018) warna yang paling disukai pada produk *snack bar* dengan warna coklat yang tidak terlalu gelap.

Untuk mengenali adanya benda-benda di sekeliling kita, indra penglihat merupakan alat tubuh yang terpenting demikian juga untuk menilai benda-benda atau bahan yang dihadapi, makan digunakan penglihatan. Misalnya melihat warna, meskipun warna paling cepat dan mudah memberi kesan, tetapi paling sulit diberi deskripsi dan sulit cara pengukurannya. Itu sebabnya penilaian subjektif dengan penglihatan masih sangat menentukan dalam penilaian komoditi (Winarno, F. G., 2014) Produk *snack bar* cenderung memiliki warna pucat jika tidak diberi penambahan coklat, karena penambahan coklat dapat menarik seseorang untuk mengkonsumsinya.

### **2. Aroma**

Aroma dapat didefinisikan sebagai suatu yang dapat diamati dengan indera pemaoma untuk data, menghasilkan aroma. Senyawa beraroma sampai ke jaringan pemaoma dalam hidung bersama-sama dengan udara. Penginderaan cara ini memasyarakatkan bahwa senyawa beraroma bersifat mutlak (Negara, 2016). Aroma dalam pembuatan *snack bar* tajam jika penggunaan bahan dasar buah kering. Aroma yang terdapat dalam suatu makanan dapat menjadi daya tarik yang sangat kuat sehingga dapat membangkitkan selera konsumen untuk mengkonsumsi makanan tersebut (Soekarto 1985).

### **3. Rasa**

Rasa merupakan tanggapan atas adanya rangsangan kimiawi yang sampai di indera pengecapan lidah, khususnya jenis rasa dasar yaitu manis, asin, asam dan pahit. Pada konsumsi tinggi indera pengecap akan mudah mengenal rasa-rasa dasar tersebut. Beberapa komponen yang berperan dalam penentuan rasa makanan adalah aroma makanan, bumbu masakan dan bahan makanan, keempukan atau kekenyalan makanan, kerenyahan makanan, tingkat kematangan dan temperatur makanan (Negara, 2016). Menurut Chandra (2010) rasa merupakan faktor yang menentukan tingkat kesukaan konsumen pada produk pangan. Atribut rasa meliputi asin, asam, manis, pahit, dan umami. Sebagian dari atribut ini dapat terdeteksi pada kadar yang sangat rendah. 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. Selain itu reaksi pencoklatan (Maillard) juga mempengaruhi respon rasa karena adanya reaksi antara protein dan karbohidrat yang terkandung dalam pembuatan snack bars.

### **4. Tekstur**

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

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. Nilai tekstur tekan snack bars yang semakin rendah menunjukkan mutu tekstur yang sangat rapuh, sedangkan nilai yang semakin tinggi menunjukkan mutu tekstur sangat crispy.