

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Prevalensi Diabetes Melitus

1. Diabetes melitus Tipe 2

Menurut IDF (2017), diabetes melitus (DM) tipe 2 merupakan salah satu penyakit tidak menular dengan angka kejadian paling sering dan persentase terbesar yakni 90-95% dari seluruh kejadian diabetes melitus. IDF Atlas (2017) melaporkan 10 negara dengan penderita diabetes tertinggi terdiri atas China (114,4 juta jiwa), India (72,9 juta jiwa), Amerika Serikat (30,2 juta jiwa), Brazil (12,5 juta jiwa), Mexico (12 juta jiwa), Indonesia (10,3 juta jiwa), Rusia (8,5 juta jiwa), Mesir (8,2 juta jiwa), German (7,2 juta jiwa) dan Pakistan (30,2 juta jiwa). Diperkirakan tahun 2045 Indonesia mengalami peningkatan jumlah penderita diabetes menjadi 16,7 juta jiwa. Hal tersebut senada dengan penelitian Riskesdas (Riset Kesehatan Dasar) dari Kementerian Kesehatan Indonesia pada tahun 2013 menyebutkan bahwa sekitar 12 juta penduduk Indonesia yang berusia di atas 15 tahun menderita DM tipe 2

Pada diabetes melitus tipe 2, hiperglikemia terjadi akibat ketidakmampuan tubuh untuk menggunakan insulin secara efektif (resistensi insulin). Diabetes melitus tipe 2 sering ditemukan pada orang dewasa tua, namun saat ini anak-anak, remaja, dan orang dewasa muda terdeteksi menderita diabetes melitus tipe 2 dikarenakan obesitas, aktivitas fisik yang kurang, dan pola makan yang buruk *International Diabetes Federation* (2017). Dalam Perkeni (2015) disebutkan bahwa diagnosis diabetes melitus ditegakkan atas dasar pemeriksaan kadar glukosa darah. Kriteria diagnosis diabetes melitus adalah sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dl. Puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam
- b. Pemeriksaan glukosa plasma ≥ 200 mg/dl 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram
- c. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dl dengan keluhan klasik
- d. Pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$ dengan menggunakan metode yang terstandarisasi oleh *National Glycohaemoglobin Standardization Program* (NGSP)

2. Patofisiologi Diabetes Militus Tipe 2

Patogenesis DM Tipe 2 ditandai dengan adanya resisten insulin perifer, gangguan *Hepatic Glucose Production* (HGP), dan penurunan fungsi sel β , yang akhirnya akan menuju kerusakan total sel β (Sugondo dkk. 2011). Resistensi insulin pada otot dan liver serta kegagalan sel beta pankreas telah dikenal sebagai patofisiologi kerusakan sentral dari diabetes melitus tipe 2. Belakangan diketahui bahwa kegagalan sel beta terjadi lebih dini dan lebih berat daripada yang diperkirakan sebelumnya. Selain otot, liver dan sel beta, organ lain seperti: jaringan lemak (meningkatkan lipolisis), gastrointestinal (defisiensi incretin), sel alpha pancreas (hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan absorpsi glukosa), dan otak (resistensi insulin), kesemuanya ikut berperan dalam menimbulkan terjadinya gangguan toleransi glukosa pada diabetes melitus tipe 2 (Perkeni, 2015).

Pada stadium prediabetes (IFG dan IGT) mula-mula timbul resisten insulin yang kemudian disusul peningkatan sekresi insulin untuk mengkompensasi resisten insulin agar kadar glukosa darah tetap normal. Lama-kelamaan sel beta tidak sanggup mengkompensasi resisten insulin hingga kadar glukosa darah meningkat dan fungsi sel beta semakin menurun. Saat itulah diagnosis diabetes ditegakkan. Penurunan fungsi sel beta tersebut berlangsung secara progresif, sampai akhirnya sama sekali tidak mampu lagi mensekresi insulin, suatu keadaan menyerupai diabetes tipe 1. Kadar glukosa darah semakin meningkat (Sugondo dkk. 2011). Kemudian bila insulin tidak ada atau berjumlah sedikit, maka glukosa tidak akan masuk ke dalam sel dan akan terus berada di aliran darah yang akan mengakibatkan keadaan hiperglikemia (Sugondo dkk. 2009). Resistensi insulin pada diabetes mellitus tipe 2 disertai dengan reaksi penurunan reaksi intrasel. Oleh karena itu insulin tidak dapat bekerja dengan optimal untuk menstimulasi pengambilan glukosa oleh jaringan.

B. Penatalaksanaan Diabetes Melitus

Banyaknya komplikasi kronik yang dapat terjadi pada DM tipe 2, dan sebagian besar mengenai organ vital yang dapat berakibat fatal, maka tatalaksana DM tipe 2 memerlukan terapi untuk mencapai kendali glikemik dan kendali faktor risiko kardiovaskular. Menurut Perkeni (2015), tujuan penatalaksanaan diabetes melitus meliputi :

- a. Tujuan jangka pendek yakni menghilangkan keluhan diabetes melitus, memperbaiki kualitas hidup, dan mengurangi risiko komplikasi akut.
- b. Tujuan jangka panjang yakni mencegah dan menghambat progresivitas penyulit mikroangiopati dan makroangiopati.
- c. Tujuan akhir pengelolaan adalah turunnya morbiditas dan mortalitas diabetes melitus

Dalam Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan DM tipe 2 di Indonesia yakni PERKENI (2015) menyatakan bahwa penatalaksanaan diabetes mellitus mencakup 6 pilar, yaitu edukasi pola hidup sehat, terapi nutrisi medis baik oleh tenaga kesehatan maupun pasien dan keluarga, latihan jasmani untuk penderita diabetes tanpa nefropati, terapi farmakologis dengan obat oral dan suntikan, algoritma diabetes tipe 2 tanpa dekompensasi metabolik, serta memperhatikan kriteria pengendalian diabetes melitus.

1. Edukasi

Diabetes tipe 2 umumnya terjadi pada saat pola gaya hidup dan perilaku telah terbentuk dengan mapan. Pemberdayaan penyandang diabetes memerlukan partisipasi aktif pasien, keluarga dan masyarakat. Tim kesehatan mendampingi pasien dalam menuju perubahan perilaku sehat. Untuk mencapai keberhasilan perubahan perilaku, dibutuhkan edukasi yang komprehensif dan upaya peningkatan motivasi. Berbagai hal tentang edukasi dibahas lebih mendalam di bagian promosi perilaku sehat. 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. 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.

3. Intervensi Farmakologis

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

4. 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.

DM Tipe 2 dapat dicegah dengan tidak hanya berfokus pada pengobatan, tetapi juga pencegahan melalui upaya preventif dan promosi kesehatan. Perkeni (2015) menyatakan bahwa tatalaksana DM Tipe 2 dapat diawali dengan menerapkan pola hidup sehat (terapi nutrisi medis dan aktivitas fisik) bersamaan dengan intervensi farmakologis dengan obat anti-hiperglikemia secara oral dan/atau suntikan. Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa ada hubungan antara pengaturan makan dengan rerata kadar gula darah acak. Hal ini dikarenakan pengaturan makan dapat menstabilkan kadar glukosa darah dan lipid-lipid dalam batas normal (Syahbudin, 2007). Contoh pengendalian diabetes melitus dengan terapi gizi medis adalah dengan pengaturan jenis, jumlah, dan jadwal pemberian makanan. Hasil penelitian Franz *et al* (1995) di Minnesota, Florida, dan Colorado menunjukkan bahwa 94 penderita diabetes melitus yang diberi perawatan selama 6 bulan oleh ahli gizi dengan berpedoman pada Practice Guidelines Nutrition Care mengalami rata-rata penurunan glukosa darah puasa sebanyak 10,6%, sedangkan 85 penderita diabetes melitus lainnya berpedoman pada Basic Nutrition Care (BC) dan mengalami rata-rata penurunan glukosa darah puasa sebesar 5,3%.

Nintami dan Rustami (2012) menyatakan bahwa diet tinggi antioksidan diperlukan untuk mencegah terjadinya hiperglikemia karena adanya autooksidasi glukosa yang dapat mempercepat pembentukan radikal bebas

dengan cara mendonorkan atau memberikan elektronnya agar dapat menghambat aktivitas senyawa oksidan tersebut. Selain itu, diet tinggi serat juga diperlukan untuk mengontrol kadar glukosa darah karena dapat memperlambat penyerapan glukosa dengan memperlambat pengosongan lambung dan memperpendek waktu transit di usus. Penelitian Nadimin, dkk (2009) menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar glukosa darah sewaktu dan puasa sesudah pemberian diet DM tinggi serat. Menurut Bogdan (2008) menyatakan bahwa serat dapat menurunkan berat badan, menurunkan kadar kolesterol, dan memperbaiki profil gula darah.

5. Algoritma Pengobatan Diabetes Melitus

Untuk penderita DM Tipe -2 dengan HbA1C <7.5% maka pengobatan non farmakologis dengan modifikasi gaya hidup sehat dengan evaluasi HbA1C 3 bulan, bila HbA1C tidak mencapai target < 7% maka dilanjutkan dengan monoterapi oral. Untuk penderita DM Tipe-2 dengan HbA1C 7.5%-<9.0% diberikan modifikasi gaya hidup sehat ditambah monoterapi oral. Dalam memilih obat perlu dipertimbangkan keamanan (hipoglikemi, pengaruh terhadap jantung), efektivitas, , ketersediaan, toleransi pasien dan harga. Bila obat monoterapi tidak bisa mencapai target HbA1C<7% dalam waktu 3 bulan maka terapi ditingkatkan menjadi kombinasi 2 macam obat, yang terdiri dari obat yang diberikan pada lini pertama di tambah dengan obat lain yang mempunyai mekanisme kerja yang berbeda. Bila HbA1C sejak awal $\geq 9\%$ maka bisa langsung diberikan kombinasi 2 macam obat seperti tersebut diatas. Bila dengan kombinasi 2 macam obat tidak mencapai target kendali, maka diberikan kombinasi 3 macam obat dengan pilihan sebagai berikut. Bila dengan kombinasi 3 macam obat masih belum mencapai target maka langkah berikutnya adalah pengobatan Insulin basal plus/bolus atau premix. Bila penderita datang dalam keadaan awal HbA1C $\geq 10.0\%$ atau Glukosa darah sewaktu ≥ 300 mg/dl dengan gejala metabolik, maka pengobatan langsung dengan :

- a. metformin + insulin basal dan insulin prandial atau
- b. metformin + insulin basal + GLP-1 RA

6. Kriteria Pengendalian Diabetes Melitus

Kriteria pengendalian didasarkan pada hasil pemeriksaan kadar glukosa, kadar HbA1C, dan profil lipid. Definisi DM yang terkontrol baik adalah apabila kadar glukosa darah, kadar lipid, dan HbA1c mencapai kadar yang diharapkan, serta status gizi maupun tekanan darah sesuai target yang ditentukan.

C. Komposisi Diet Diabetes Melitus

1. Karbohidrat

- a. Karbohidrat yang dianjurkan sebesar 45-65% total asupan energi. Terutama karbohidrat yang berserat tinggi.
- b. Pembatasan karbohidrat total <130 g/hari tidak dianjurkan.
- c. Glukosa dalam bumbu diperbolehkan sehingga penyandang diabetes dapat makan sama dengan makanan keluarga yang lain.
- d. Sukrosa tidak boleh lebih dari 5% total asupan energi.
- e. Pemanis alternatif dapat digunakan sebagai pengganti glukosa, asal tidak melebihi batas aman konsumsi harian (*Accepted Daily Intake/ADI*).
- f. Dianjurkan makan tiga kali sehari dan bila perlu dapat diberikan makanan selingan seperti buah atau makanan lain sebagai bagian dari kebutuhan kalori sehari.

2. Lemak

- a. Asupan lemak dianjurkan sekitar 20-25% kebutuhan kalori, dan tidak diperkenankan melebihi 30% total asupan energi.
- b. Komposisi yang dianjurkan: lemak jenuh < 7 % kebutuhan kalori, lemak tidak jenuh ganda < 10 % selebihnya dari lemak tidak jenuh tunggal.
- c. Bahan makanan yang perlu dibatasi adalah yang banyak mengandung lemak jenuh dan lemak trans antara lain: daging berlemak dan susu *fullcream*.
- d. Konsumsi kolesterol dianjurkan < 200 mg/hari.

3. Protein

- a. Kebutuhan protein sebesar 10 – 20% total asupan energi.
- b. Sumber protein yang baik adalah ikan, udang, cumi, daging tanpa lemak, ayam tanpa kulit, produk susu rendah lemak, kacang-kacangan, tahu dan tempe.
- c. Pada pasien dengan nefropati diabetik perlu penurunan asupan protein menjadi 0,8 g/kg BB perhari atau 10% dari kebutuhan energi, dengan 65% diantaranya bernilai biologik tinggi. Kecuali pada penderita DM yang sudah menjalani hemodialisis asupan protein menjadi 1-1,2 g/kg BB perhari.

4. Natrium

- a. Anjuran asupan natrium untuk penyandang DM sama dengan orang sehat yaitu <2300 mg perhari.

- b. Penyandang DM yang juga menderita hipertensi perlu dilakukan pengurangan natrium secara individual
- c. Sumber natrium antara lain adalah garam dapur, vetsin, soda, dan bahan pengawet seperti natrium benzoat dan natrium nitrit.

5. Serat

- a. Penyandang DM dianjurkan mengonsumsi serat dari kacang-kacangan, buah dan sayuran serta
- b. sumber karbohidrat yang tinggi serat.
- c. Anjuran konsumsi serat adalah 20-35 gram/hari yang berasal dari berbagai sumber bahan makanan.

6. Pemanis Alternatif

- a. Pemanis alternatif aman digunakan sepanjang tidak melebihi batas aman (*Accepted Daily Intake/ADI*).
- b. Pemanis alternatif dikelompokkan menjadi pemanis berkalori dan pemanis tak berkalori.
- c. Pemanis berkalori perlu diperhitungkan kandungan kalornya sebagai bagian dari kebutuhan kalori, seperti glukosa alkohol dan fruktosa. Glukosa alkohol antara lain *isomalt*, *lactitol*, *maltitol*, *mannitol*, *sorbitol* dan *xylitol*.
- d. Fruktosa tidak dianjurkan digunakan pada penyandang DM karena dapat meningkatkan kadar LDL, namun tidak ada alasan menghindari makanan seperti buah dan sayuran yang mengandung fruktosa alami.
- e. Pemanis tak berkalori termasuk: aspartam, sakarin, acesulfame potassium, sukralose, neotame.

D. Susu Sereal

Dalam SNI 01-4270-1996, susu sereal adalah serbuk instan yang terbuat dari susu bubuk dan sereal dengan penambahan bahan makanan lain dan atau tanpa bahan tambahan makanan yang diizinkan. Flakes merupakan salah satu bentuk dari produk pangan yang menggunakan bahan pangan sereal seperti beras, gandum atau jagung dan umbi-umbian. Inovasi dalam pengolahan Flakes dilakukan untuk meningkatkan nilai nutrisi (Papunas dkk, 2013). Sereal merupakan salah satu jenis olahan makanan yang dibuat dari tepung biji-bijian diolah menjadi serpihan, setrip, ekstrudat, dan siap santap untuk sarapan

pagi (Ratna, *et al.* 2008). Mutu produk sereal sudah ditetapkan secara nasional dalam Standar Nasional Indonesia yang di sajikan pada Tabel 2.1

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

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan:		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Air	% b/b	maks. 3,0
3	Abu	% b/b	maks. 5
4	Protein (Nx6,25)	% b/b	min. 5
5	Lemak	% b/b	min. 7,0
6	Karbohidrat	% b/b	min. 60,0
7	Serat kasar	% b/b	maks. 0,7
8	Bahan tambahan makanan:		
8.1	Pemanis buatan (sakarín dan siklamát)	-	tidak boleh ada
8.2	Pewarna tambahan	-	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995
9	Cemaran logam:		
9.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 2,0
9.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 30,0
9.3	Seng (Zn)	mg/kg	maks. 40,0
9.4	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0/250,0*
9.5	Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,03
10	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 1,0
11	Cemaran mikroba:		
11.1	Angka lempeng total	koloni/g	maks. 5 x 10 ⁵
11.2	Coliform	APM/g	maks. 10 ²
11.3	E. Coli	APM/g	maks < 3
11.4	Salmonella/25g	-	Negative
11.5	Staphylococcus aureus 7g	-	Negative
11.6	Kapang	Koloni/g	maks. 10 ²
	*dikemas dalam kaleng		

Sumber : Standar Nasional Indonesia 1996

E. Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu jenis ubi jalar yang banyak ditemui di Indonesia selain ubi jalar putih, kuning dan merah. Ubi jalar ungu mulai dikenal menyebar ke seluruh dunia terutama negara-negara yang beriklim tropis. Pada abad ke-16 diperkirakan ubi jalar ungu pertama kali di Spanyol melalui Tahiti, Kepulauan Guam, Fiji dan Selandia Baru. Menurut Iriyanti (2012), dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman ubi jalar dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Devisi : *Spermatophyta*

Subdivisi : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Convolvulales*
Famili : *Convolvulaceae*
Genus : *Ipomoea*
Spesies : *Ipomoea Batatas*

Bentuk ubi yang ideal dan bermutu baik adalah lonjong agak panjang dan tidak banyak lekukan dengan bobot antara 200 g - 250 g per ubi (Rukmana,1997 dalam Wanhar, 2013). Ubi jalar memiliki banyak nama dari setiap daerah, bahasa latin dari ubi jalar adalah *Ipomea batatas*. Ubi jalar di Indonesia banyak tersebar di Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Papua, dan Sumatera. Ubi jalar ungu dapat tumbuh dengan baik di daerah beriklim panas dan lembab dengan suhu optimal 27°C serta lama penyinaran sekitar 11-12 jam per hari. Kenampakan dari ubi jalar ungu dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Ubi Jalar Ungu (Murtaningsih dan Suyanti, 2011)

Komposisi ubi jalar sangat tergantung pada varietas dan tingkat kematangan serta lama penyimpanan. Karbohidrat dalam ubi jalar terdiri dari monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Ubi jalar mengandung sekitar 16-40 % bahan kering dan sekitar 70-90% dari bahan kering ini adalah karbohidrat yang terdiri dari pati, gula, selulosa, hemiselulosa, dan pektin (Meyer, 1982). Berikut adalah komposisi Kimia Ubi Jalar Per 100 gram yang ditampilkan pada Tabel. 2.2

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Ubi Jalar Ungu Per 100 gram

Komposisi Kimia	Ubi Ungu	Ubi Orange	Ubi Putih
Zat pati (%)	12,64	24,47	28,79
Gula reduksi (%)	0,30	0,11	0,32
Lemak (%)	0,94	0,68	0,77
Protein (%)	0,77	0,49	0,89
Air (%)	70,46	68,78	62,24
Abu (%)	0,84	0,99	0,93
Serat (%)	3,00	2,79	2,5
Antosianin (mg)	110,51	4,56	0,06

Sumber : Suprapta (2003)

Kandungan karbohidrat ubi jalar ungu yang tinggi dijadikan sebagai sumber kalori. Selain itu kandungan ubi jalar ungu termasuk ke dalam golongan *low glycemik index* yaitu merupakan jenis karbohidrat yang apabila dikonsumsi tidak akan meningkatkan kadar gula darah dalam tubuh secara drastis (Ginting dkk, 2011). Hal tersebut sangat berbeda dengan karbohidrat yang terdapat pada beras dan jagung yang memiliki *glycemik index* yang tinggi, sehingga ubi jalar ungu baik dikonsumsi oleh para penderita diabetes (Martiniingsih dan Suyanti, 2011). Berdasarkan penelitian Marsono *et al.*, (2002), ubi jalar sebagai sumber karbohidrat memiliki indeks glikemik 54. Nilai indeks glikemik (IG) < 55 termasuk kelompok yang rendah, IG 55-70 sedang, dan >70 tinggi. Maka, IG ubi jalar termasuk rendah.

Serat alami oligosakarida yang tersimpan dalam ubi jalar ini sekarang menjadi komoditas bernilai dalam pemerikayaan produk pangan olahan. Serat pangan dapat menurunkan waktu transit makanan dalam usus halus dan mampu menurunkan level glukosa darah postprandial dan level insulin sehingga baik untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes melitus (Codex, 2006 dalam Yofananda dan estiasih, 2016). Menyantap ubi jalar ungu 2-3 kali seminggu membantu kecukupan serat. Apabila dimakan bersama kulitnya ubi jalar akan menyumbang serat lebih banyak. Kandungan serat dalam ubi jalar ungu sebagian besar merupakan serat larut (*soluble fiber*), yang bekerja seperti busa spon.

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) mengandung pigmen antosianin yang lebih tinggi daripada ubi jalar jenis lain. Pigmennya lebih stabil bila dibandingkan antosianin dari sumber lain seperti kubis merah, elderberries, blueberries, dan

jagung merah (Kumalaningsih, 2007). Dibanding ubi jalar putih, tekstur ubi jalar merah/ungu memang lebih berair dan kurang masir (sandy), namun teksturnya lebih lembut. Ubi jalar ungu merupakan salah satu jenis ubi jalar yang memiliki warna ungu pekat pada bagian umbi dan kulitnya. Warna ungu dari ubi jalar ungu berasal dari pigmen alami yang terkandung di dalamnya. Pigmen hidrofilik antosianin termasuk golongan flavonoid yang menjadi pewarna pada sebagian besar tanaman, yaitu warna biru, ungu dan merah. Ubi jalar ungu memiliki rasa manis dan mengandung antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan, antimutagenik, hepatoprotektif, antihipertensi dan antihiperlipidemik (Suda *et al.*, 2003). Nilai rata-rata aktivitas antioksidan produk olahan ubi jalar ungu muda berkisar antara 7,54% – 41,65%, dan ubi jalar ungu pekat berkisar antara 6,28% - 46,5% (Husna dkk, 2013). Pengujian dengan metode DPPH, ekstrak etanol daging ubi jalar ungu memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai EC₅₀ 36,5 µg/mL (Prasanth *et al.*,2010).

Tepung ubi jalar merupakan bentuk produk setengah jadi dari umbi ubi jalar. Diantara semua bahan pangan sumber karbohidrat terutama padi, singkong dan jagung, ubi jalar terbukti memiliki keunggulan dan keuntungan yang sangat tinggi bagi masyarakat Indonesia dari segi produktivitas dan karbohidrat yang tinggi, varietasnya yang beragam, harga yang relatif lebih murah dan telah dikenal secara turun temurun oleh masyarakat Indonesia (Wijayanti dkk, 2015). Berikut adalah komposisi kimia dari tepung ungu yang disajikan pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Komponen kimia tepung ubi jalar ungu

Komponen Kimia	Kadar (%)
Air (%b/b)	7,28
Abu (%)	5,31
Lemak (%)	0,81
Protein (%)	2,79
Serat Kasar (%)	4,72
Karbohidrat (%)	83,8

Sumber : Susilawati dan Medikasari (2008)

F. Pegagan

Pegagan (*Centella asiatica* (L.) merupakan jenis tanaman liar yang banyak tumbuh di perkebunan, ladang, tepi jalan, dan pemantang sawah. Tanaman ini berasal dari daerah asia tenggara, termasuk indonesia, india, china, jepang dan

australia. Di beberapa wilayah di Indonesia pegagan dikenal dengan beberapa nama lokal, diantaranya pegaga (Aceh), daun kaki kuda (Melayu), ampagaga (Batak), antanan (Sunda), sarowati (Maluku), bebele (Nusa Tenggara), dan dougauke (Papua) (Mardiana, 2012). Adapun klasifikasi pegagan (BPOM RI, 2010) sebagai berikut :

Devisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Subkelas	: <i>Rosidae</i>
Bangsa	: <i>Apiales</i>
Suku	: <i>Apiaceae</i>
Marga	: <i>Centella</i>
Jenis	: <i>Centella asiatica L. Urban</i>



Gambar 2.2 Tumbuhan Pegagan (Sutardi, 2008)

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 mengandung berbagai zat kimia yang bermanfaat bagi manusia. Tabel 2.4 menunjukkan komposisi kimia yang terdapat dalam 100 g daun serbuk pegagan kering.

Tabel 2.4 Komposisi kimia per 100 gram serbuk daun pegagan kering

Komposisi Kimia	Serbuk Daun Pegagan Kering
Air (%wb)	9,66
Abu (%wb)	19,93
Lemak (%wb)	0,85
Protein (%wb)	8,19
Karbohidrat (%wb)	19,18
Serat makanan total (%wb)	42,19

Pegagan mengandung bahan aktif alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, steroid, dan triterpenoid. Tiga golongan bioaktif, yaitu triterpenoid, steroid, dan saponin termasuk antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia (Sutardi, 2016). Hasil penelitian Nurushoimah dan Salamah (2014) menunjukkan bahwa aktivitas Antioksidan ekstrak etanol herba pegagan berkisar antara 60 – 75,2%. Menurut Kristina (2009), uji fitokimia pegagan menunjukkan hasil yang positif pada triterpenoid, saponin, tanin, flavonoid, dan alkaloid. Kandungan bahan aktif yang paling penting adalah triterpenoid. Kandungan triterpenoid saponin dalam pegagan berkisar 1-8%. Triterpenoids bekerja terhadap disfungsi vaskular diabetes, retinopati dan nefropati oleh berbagai aktivitas biologis pada penyerapan glukosa, asupan glukosa dan sekresi insulin (Harwoko, 2014). Bahan aktif triterpenoid saponin juga berfungsi untuk meningkatkan aktivasi makrofag yang menyebabkan meningkatnya fagositosis dan sekresi interleukin. Sekresi interleukin ini akan memacu sel β untuk menghasilkan antibodi (Besung, 2009).

Kandungan senyawa triterpenoid meliputi asiatikosida, sentellosida, madekosida, dan asam asiatik. Unsur yang utama dalam triterpenoid saponin adalah asiatikosida dan madekassosida (Gupta dan Kumar, 2003). Asiatikosida merupakan marker dalam penentuan standar baku pada pegagan. Katno (2004) menyebutkan bahwa ekstrak pegagan yang berasal dari Boyolali mengandung asiatikosida tertinggi yaitu 1,34%, diikuti ekstrak dari Kaliurang yaitu 0,98%, dan yang terkecil ekstrak dari tawangmangu hanya 0,21%.

Hasil penelitian Zainol et al. (2008) menunjukkan bahwa pegagan memiliki kandungan asatikosida yang tinggi. Menurut Aziz *et al.* (2007) daun adalah bagian pegagan yang memiliki kandungan asiatikosida tertinggi. Bagian pegagan yang mengandung asiatikosida terdapat pada daun (82,6 %), batang (15,9 %), dan akar (1,5 %), sehingga digunakan sebagai herba. Asiatikosida dapat meningkatkan produksi antioksidan baik dari golongan enzimatik dan

non enzimatis (Kusumawati, 2007). Asiatikosida dapat digunakan sebagai antioksidan pada kondisi neuropati tikus diabetes dalam dosis 1 mg/kg BB (Thipkaew *et al.*, 2012). Selain itu, bahan aktif asiatikosida diketahui mempercepat penyembuhan luka dengan jalan meningkatkan kandungan hidroksiplorin dan mukopolisakarida yang merupakan bahan untuk mensintesis matriks ekstra seluler.

Studi lain juga melaporkan ekstrak air daun pegagan mengandung senyawa fenolat 2,86 g/100 g dan flavonoid 0.361 g/100 g (Pitella *et al.* 2009). Senyawa flavonoid yang berupa quersetin didalam daun pegagan, diduga memberikan efek antioksidan. 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 mengikat ion Fe yang 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 (Winarsi, 2007).

Kabir *et al* (2014) menyebutkan bahwa pegagan (*Centella asiatica* L.) terbukti dalam tes in-vitro, in-vivo dan in-situ memiliki antihiperlipidemia yang dapat dijadikan terapi penderita DM. Ekstrak etanol herba pegagan memiliki aktivitas antidiabetes dengan dosis 200 mg/kg BB pada tikus wistar jantan yang terinduksi streptozotisin (50 mg/kg BB) setara dengan glibenklamid sebesar 500 µg/kg BB. Pada dosis ini selain memiliki aktivitas antidiabetes juga mampu menurunkan berat badan hewan uji, kadar urea, protein, total lipid, dan kolesterol darah (Gayathri *et al.*, 2011). Lindawati *et al.* (2014) menyebutkan bahwa ekstrak pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) terbukti berpengaruh menurunkan kadar asam lemak dalam darah yang menjadi pemicu resisten insulin sehingga translokasi protein GLUT-4 yang merupakan transpoter utama glukosa kembali pada kondisi normal dan menurunkan kadar glukosa darah. 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).

Selain mengandung senyawa aktif, pegagan juga mengandung serat. Kabir *et al* (2014) menyebutkan bahwa *Centella asiatica* mengandung oligosakarida, resin dan banyak serat makanan yang tidak larut. Kandungan serat total pada

serbuk pegagan kering adalah 45,56 % dari total berat kering bahan (Erda Z, 2011). Serat makanan sering memberikan penghalang yang lebih besar terhadap difusi yang disebabkan karena viskositasnya yang tinggi dan kemampuan untuk mengikat glukosa. Serat makanan mampu secara signifikan mengurangi waktu transit di *GI Tract* dari makanan yang dicerna. Berkurang waktu transit dapat diterjemahkan sebagai waktu yang lebih sedikit tersedia untuk di-dan polisakarida dalam makanan yang akan dicerna dan terserap (Kabir *et.al* , 2014).

G. Mutu Kimia

1. Kadar Air

Kadar air merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam proses pengolahan suatu produk makanan. Dalam SNI 1-4270-1996, kadar air susu sereal yang dianjurkan adalah tidak boleh lebih dari 3 gram per seratus gram bahan. Hal ini sejalan dengan Winarno (2004) bahwa kadar air pada bahan berkisar 3-7% akan mencapai kestabilan minimum, sehingga pertumbuhan mikroba atau oksidasi lemak dapat berkurang. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen dan merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan citarasa pada bahan pangan.

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). Dalam SNI 01-4270-1996 telah ditentukan bahwa kadar abu maksimal dalam susu sereal adalah 4g/100g.

3. Protein

Sumber protein yang baik untuk penderita diabetes melitus bisa berasal dari protein hewani dan nabati seperti pada produk susu sereal ini, sumber protein yang digunakan berasal dari susu skim, telur, tepung pegagan dan terigu. Menurut Perkeni (2015) protein yang dianjurkan untuk penderita DM adalah 10-20% dari total kalori dalam sehari. Dalimartha dan Adrian (2014) menyatakan bahwa diet protein yang tinggi (lebih dari 20% total kalori) tidak

direkomendasikan karena membahayakan fungsi ginjal yang justru beresiko tinggi terkena penyakit ginjal (nefropati diabetik).

4. Lemak

Lemak dapat memperlambat pengeluaran asam lambung dan memperlambat pengosongan lambung sehingga bisa memberikan rasa kenyang yang lebih lama sehingga tidak cepat menaikkan kadar gula di dalam darah. Selain itu, lemak juga memberikan tekstur yang disukai dan rasa lezat pada makanan (Almatsier, 2009). Perkeni (2015) menganjurkan konsumsi lemak sebesar 20-25% dari total kebutuhan energi sehari dengan konsumsi lemak jenuh <7%, lemak tidak jenuh ganda <10%, dan selebihnya dari lemak tidak jenuh tunggal. Pada susu sereal ini digunakan sumber lemak dari golongan nabati yakni berasal dari margarin karena bersifat tidak jenuh dan lebih aman untuk penderita diabetes

5. Karbohidrat

Menurut Perkeni (2015) jenis karbohidrat yang dianjurkan untuk dikonsumsi penderita diabetes melitus adalah karbohidrat kompleks yang berserat tinggi, konsumsi karbohidrat dibatasi <130 g/hari dan karbohidrat sederhana seperti sukrosa dibatasi tidak lebih dari 5% total asupan energi. Pada pembuatan susu sereal digunakan sumber karbohidrat kompleks dari tepung ubi jalar ungu dan tepung pegagan karena termasuk dalam karbohidrat dengan indeks glikemik yang rendah dan tinggi serat. Pada jenis karbohidrat kompleks memiliki unsur-unsur yang lebih kompleks dan diserap lebih lambat dalam saluran pencernaan karena membutuhkan proses metabolisme yang lebih panjang untuk menjadi glukosa sehingga tidak mudah meningkatkan glukosa darah dan cocok untuk penderita diabetes.

H. Nilai Energi

Almatsier (2009) menjelaskan bahwa energi dibutuhkan manusia untuk mempertahankan kehidupan, menunjang pertumbuhan, dan melakukan berbagai aktivitas fisik. Nilai energi ditentukan oleh kandungan karbohidrat, lemak, dan protein suatu bahan makanan dan ditentukan dengan satuan kilokalori (kcal). Disamping mengkonsumsi makanan utama, susu sereal sebagai makanan tambahan diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan energi penderita diabetes mellitus.

I. Serat

Serat merupakan jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh tubuh. 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). Menurut Perkeni (2015) penyandang diabetes mellitus dianjurkan mengonsumsi serat sebanyak 20-35 gram/hari yang berasal dari berbagai sumber bahan makanan seperti kacang-kacangan, buah, dan sayuran serta sumber karbohidrat yang berserat tinggi

J. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menetralkan atau menangkap radikal bebas dan melindungi jaringan biologis dari kerusakan akibat radikal bebas. Antioksidan berperan untuk memperbaiki sel hepar yang rusak akibat radikal bebas, memperbaiki sel β pankreas yang rusak sehingga dapat meningkatkan sekresi insulin pada penderita diabetes mellitus, dan mencegah terjadinya komplikasi diabetes mellitus (Algameta, 2009). Sehingga penderita diabetes memerlukan asupan antioksidan dalam jumlah besar karena peningkatan radikal bebas akibat hiperglikemia.

Hiperglikemia menyebabkan autooksidasi glukosa, glikasi protein, dan aktivasi jalur metabolisme poliol yang selanjutnya mempercepat pembentukan senyawa oksigen reaktif (Ueno *et.al.*, 2002) Pembentukan senyawa oksigen reaktif tersebut dapat meningkatkan modifikasi lipid, DNA, dan protein pada berbagai jaringan (Ueno *et.al.*, 2002). Modifikasi molekuler pada berbagai jaringan tersebut mengakibatkan ketidakseimbangan antara antioksidan protektif (pertahanan antioksidan) dan peningkatan produksi radikal bebas. Hal itu merupakan awal kerusakan oksidatif yang dikenal sebagai stres oksidatif. Untuk meredam kerusakan oksidatif tersebut diperlukan antioksidan. Peningkatan suplai antioksidan yang cukup akan membantu pencegahan komplikasi klinis diabetes melitus (Rahbani *et.al.*, 1999). Penelitian pada hewan percobaan membuktikan bahwa antioksidan dapat menghambat tahap awal retinopati, nefropati, dan neuropati. (Ueno *et.al.*, 2002) Demikian juga pada penelitian manusia, antioksidan dapat menghambat komplikasi mikrovaskular, penurunan insidens penyakit jantung koroner, perbaikan sistem saraf otonom jantung, dan perbaikan vasodilatasi

Salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan adalah dengan menggunakan radikal bebas *1,1-diphenyl-2-*

picrylhydrazil (DPPH). Pengukuran antioksidan dengan metode DPPH adalah metode pengukuran antioksidan yang sederhana, cepat dan tidak membutuhkan banyak reagen seperti halnya metode lain. Hasil pengukuran dengan metode DPPH menunjukkan kemampuan antioksidan sampel secara umum, tidak berdasarkan pada jenis radikal yang dihambat (Juniarti *et al.*, 2009). Pada metode lain selain DPPH membutuhkan reagen kimia yang cukup banyak, waktu analisis yang lama, biaya yang mahal dan tidak selalu dapat diaplikasikan pada semua sampel (Badarinath *et al.*, 2010).

Pada metode ini, larutan DPPH berperan sebagai radikal bebas yang akan bereaksi dengan senyawa antioksidan sehingga DPPH akan berubah menjadi *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin* yang bersifat non-radikal. Peningkatan jumlah *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin* akan ditandai dengan berubahnya warna ungu tua menjadi warna merah muda atau kuning pucat dan bisa diamati dan dilihat menggunakan spektrofotometer sehingga aktivitas peredaman radikal bebas oleh sampel dapat ditentukan (Molyneux, 2004). Parameter yang dipakai untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah harga konsentrasi efisien atau efficient concentration (EC_{50}) atau Inhibitory Concentration (IC_{50}) 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 EC_{50} atau IC_{50} yang rendah (Molyneux, 2004). Nilai penggolongan nilai antioksidan dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Penggolongan tingkat aktivitas antioksidan

Nilai IC_{50} (mg/ml)	Tingkat Aktivitas Antioksidan
>250	Tidak aktif
100-250	Lemah
50-100	Sedang
10-50	Kuat
<10	Sangat Kuat

Sumber : Phongpaichit *et al.* (2007)

K. Mutu Organoleptik

Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses pengindraan. Pengindraan diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya

rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Pengujian organoleptik berperan penting dalam pengembangan produk. Evaluasi sensorik dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan yang dikehendaki atau tidak dalam produk 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).

Dalam melaksanakan penilaian organoleptik diperlukan panel. panel bertindak sebagai instrumen atau alat dalam penilaian suatu mutu atau analisis sifat-sifat sensorik suatu komoditi,. 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 susu sereal yang diuji diantaranya :

- a. Warna : Pengamatan dengan menggunakan indera penglihatan (mata) yang dilakukan oleh panelis.
- b. Aroma : Pengamatan dilakukan dengan menggunakan indera penciuman (hidung) yang dilakukan oleh panelis
- c. Rasa : Pengamatan dengan menggunakan indera perasa (lidah) yang dilakukan oleh panelis.
- d. *Mouthfeel* : Pengamatan dengan menggunakan indera perasa (lidah) yang dilakukan oleh panelis.

Mouthfeel adalah parameter dari tekstur yaitu kesan kinestetik pengunyahan makanan didalam mulut yang mencakup kelompok kesan yang dinyatakan dengan istilah fibrousness (serabut), grittiness (butiran halus), mealiness (kesan tepung), oiliness (berminyak), dan lain-lain (Hidayati, 2014). Pada produk sereal identik dengan sesuatu yang renyah pada flakenya (Malinda dkk. 2013).

Kekerasan pada produk flakes yang dihasilkan kemungkinan juga disebabkan oleh kadar serat yang terkandung dalam bahan baku pembuatan flakes. Menurut Hood (1980) dalam Harijono et al. (2012), kadar serat kasar menyebabkan turunnya daya serap air dalam granula pati. Daya serap air yang menurun mengakibatkan proses gelatinisasi pati menjadi tidak sempurna dan menyebabkan tekstur menjadi keras. Tamtarini dan Yuwanti (2005) menyatakan bahwa serat sebagai senyawa tidak larut dalam air dan memperkuat jaringan bahan, dalam bahan pangan berfungsi sebagai penguat tekstur. Semakin tinggi

kadar serat dalam bahan baku, akan dihasilkan produk dengan tekstur yang lebih kokoh dan kuat sehingga mengakibatkan produk menjadi lebih keras. Pada saat proses pembentukan tekstur, komponen pati, serat dan protein saling berkompetisi mengikat air. (Paramita dan Putri 2015).