

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Diabetes Melitus

1.1.1 Definisi Diabetes Melitus

Diabetes Melitus merupakan jenis penyakit metabolik ditandai dengan terjadinya hiperglikemia yang disebabkan oleh adanya kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya (PERSAGI, 2019). Penderita diabetes akan mengalami keadaan dimana kadar glukosa dalam darah tinggi atau disebut dengan hiperglikemia. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya gangguan kerja pada kelenjar pankreas dan insulin yang dihasilkan baik secara jumlah (kuantitas) maupun kualitas (Tjokroprawiro, 2013).

Diabetes melitus adalah kondisi kronis yang terjadi ketika ada peningkatan kadar glukosa dalam darah karena tubuh tidak dapat menghasilkan atau cukup hormon insulin atau menggunakan insulin secara efektif (IDF, 2021). Diabetes melitus dikenal sebagai penyakit yang berhubungan dengan asupan makanan, baik sebagai faktor penyebab maupun pengobatan. Terdapat dua macam pemeriksaan gula darah yang dapat menetapkan diagnosa terjadinya diabetes melitus, yaitu Gula Darah Sewaktu (GDS) dan Gula Darah Puasa (GDP). Berikut merupakan klasifikasi kadar gula darah

Tabel 1. Klasifikasi Kadar Glukosa Darah

Jenis	Kategori		
	Baik	Sedang	Buruk
Gula Darah Sewaktu (GDS)	70-139 mg/dL	140-199 mg/dL	≥ 200 mg/dL
Gula Darah Puasa (GDP)	80-109 mg/dL	110-125 mg/dL	≥126 mg/dL

Sumber : PERKENI, 2021 (PERKENI, 2021)

1.1.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

Tabel 2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi	Deskripsi
Tipe 1	Destruksi sel beta pankreas, umumnya berhubungan dengan defisiensi insulin absolut <ul style="list-style-type: none">– Autoimun– Idiopatik
Tipe 2	Bervariasi, mulai yang dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif sampai yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin
Diabetes Melitus Gestasional	Diabetes yang didiagnosis pada trimester kedua atau ketiga kehamilan dimana sebelum kehamilan tidak didapatkan diabetes
Tipe spesifik yang berkaitan dengan penyebab lain	<ul style="list-style-type: none">– Sindroma diabetes monogenik (diabetes neonatal, <i>maturity – onsets diabetes of the young</i> [MODY])– Penyakit eksokrin pankreas (fibrosis kistik, pankreatitis)– Disebabkan oleh obat atau zat kimia (misalnya penggunaan glukokortoid pada terapi HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ)

Sumber : PERKENI 2021 (PERKENI, 2021)

Berdasarkan American Diabetes Assosiation (ADA) tahun 2018, terdapat 4 klasifikasi Diabetes Mellitus yaitu Diabetes Mellitus Tipe I, Diabetes Mellitus Tipe II, Diabetes Mellitus Tipe Gestasional, dan Diabetes Mellitus Tipe Lainnya. Jenis Diabetes Mellitus yang paling banyak diderita adalah Diabetes Mellitus Tipe 2.

1. Diabetes Melitus Tipe I

Diabetes melitus tipe 1 dikenal sebagai *Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (IDDM). DM tipe 1 terjadi karena kerusakan sel beta pankreas atau disebut sebagai reaksi autoimun. Sel beta pankreas merupakan satu-satunya sel tubuh yang menghasilkan insulin kemudian berfungsi sebagai menghasilkan insulin yang digunakan untuk mengatur kadar glukosa dalam tubuh. Jika terjadi kerusakan pada sel beta pankreas, maka seseorang akan mengalami sekitar 80-90% untuk memiliki gejala DM. Kerusakan sel ini lebih cepat terjadi pada anak-anak dibandingkan orang dewasa.

Diabetes Melitus tipe 1 dapat terjadi dengan sebagian besar disebabkan oleh autoimun dan sebagian kecil disebabkan oleh *non* autoimun. Pada jenis DM tipe 1 yang tidak diketahui penyebabnya disebut

sebagai type 1 idiopathic yang penderitanya ditemukan mengalami insulinopenia tanpa mengalami pertanda autoimun yang kemudian akan lebih mudah mengalami ketoasidosis. DM Tipe 1 sebagian besar kasusnya yaitu sekitar 75% terjadi sebelum usia 30 tahun dan DM tipe 1 memiliki prevalensi kejadian sekitar 5-10% dari seluruh kasus DM yang ada (American Diabetes Association, 2014) .

2. Diabetes Melitus Tipe II

Diabetes Melitus tipe 2 atau disebut sebagai *Insulin Non-Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM). Diabetes melitus tipe 2 merupakan kondisi saat gula darah dalam tubuh tidak terkontrol akibat adanya gangguan sensitivitas sel β pankreas untuk menghasilkan hormon insulin (LeMone et al., 2015). Penderita DM tipe 2 masih dapat melakukan produksi insulin tetapi tidak dengan jumlah yang cukup untuk menjaga kadar gula darah normal. Keadaan ini disebabkan karena insulin tidak dapat bekerja dengan semestinya (resistensi insulin) (Amanina et al., 2015). Insulin berperan dalam mengatur keseimbangan kadar gula darah, namun apabila *intake* atau asupan glukosa/karbohidrat terlalu berlebih, maka insulin tidak mampu menyeimbangkan kadar gula darah sehingga terjadilah hiperglikemi. Diabetes Melitus tipe 2 merupakan jenis diabetes yang sering terdiagnosis setelah terjadinya komplikasi pada penderita. Sekitar 90-95% penderita DM adalah jenis DM tipe 2. DM tipe 2 sering dijumpai dan terjadi pada usia lebih dari 40 tahun, tetapi juga dapat ditemui pada usia diatas 20 tahun (Tandra, 2017).

3. Diabetes Melitus Gestasional

Diabetes Melitus Gestasional didefinisikan sebagai suatu intoleransi glukosa yang terjadi atau pertama kali ditemukan saat hamil. Timbulnya DM gestasional karena selama trimester kedua dan ketiga terjadi perubahan metabolik untuk memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi pada wanita hamil dan janin. Di samping itu, perubahan sekresi insulin memengaruhi metabolisme karbohidrat (glukosa), asam amino, dan lemak. Terjadinya resistensi insulin pada kehamilan dikarenakan hormon, seperti hormon placental lactogen (HPL) berinteraksi dengan kerja insulin. Walaupun kebanyakan wanita hamil dengan DM gestasional kondisi pasca- persalinan akan menjadi normal, tetapi di kemudian hari

kemungkinan dapat juga berkembang menjadi DM Tipe, apabila pasca-melahirkan ibu hamil ada obesitas, intoleransi glukosa (PERSAGI, 2019)

4. Diabetes Melitus Tipe Lainnya

Diabetes Melitus tipe lainnya terjadi karena etiologi lain misalnya pada defek genetik fungsi sel beta, defek genetik kerja insulin, penyakit eksorin pankreas, penyakit metabolik endokrin lain, iatrogenik, infeksi virus, penyakit autoimun, dan kelainan genetik lain.

1.1.3 Etiologi Diabetes Melitus Tipe 2

Etiologi dari penyakit diabetes melitus tipe 2 yaitu akibat adanya gangguan sensitivitas sel β pankreas untuk menghasilkan hormon insulin (LeMone et al., 2015). Penderita DM tipe 2 masih dapat melakukan produksi insulin tetapi tidak dengan jumlah yang cukup untuk menjaga kadar gula darah normal. Keadaan ini disebabkan karena insulin tidak dapat bekerja dengan semestinya (resistensi insulin) (Fox & Kilvert, 2014). Insulin berperan dalam mengatur keseimbangan kadar gula darah, namun apabila *intake* atau asupan glukosa/karbohidrat terlalu berlebih, maka insulin tidak mampu menyeimbangkan kadar gula darah sehingga terjadilah hiperglikemi.

1.1.4 Manifestasi Klinis Diabetes Melitus

Gejala dari penyakit DM menurut (Lestari & Zulkarnain, 2021) antara lain :

1. Poliuri (sering buang air kecil)

Keadaan dimana buang air kecil lebih sering dari biasanya dan banyak terjadi pada malam hari (poliuria). Hal ini terjadi dikarenakan kadar gula darah yang melebihi ambang ginjal (>180 mg/dL) sehingga gula akan dikeluarkan melalui urine. Guna menurunkan konsentrasi urine yang dikeluarkan, tubuh akan menyerap air sebanyak mungkin ke dalam urine sehingga urine dalam jumlah besar dapat dikeluarkan dan sering buang air kecil. Dalam keadaan normal, keluaran urine harian sekitar 1,5 liter, tetapi pada pasien DM yang tidak terkontrol, keluaran urine lima kali lipat dari jumlah ini. Sering merasa haus dan ingin minum air putih sebanyak mungkin (poliploidi). Dengan adanya ekskresi urine, tubuh akan mengalami dehidrasi atau dehidrasi. Untuk mengatasi masalah tersebut

maka tubuh akan menghasilkan rasa haus sehingga penderita selalu ingin minum air terutama air dingin, manis, segar dan air dalam jumlah banyak.

2. Polifagi (cepat merasa lapar)

Keadaan dimana nafsu makan meningkat (polifagi) dan merasa tubuh kekurangan tenaga. Insulin menjadi bermasalah pada penderita DM sehingga pemasukan gula ke dalam sel-sel tubuh kurang dan energi yang dibentuk pun menjadi kurang. Ini adalah penyebab mengapa penderita merasa kurang tenaga. Selain itu, sel juga menjadi miskin gula sehingga otak juga berfikir bahwa kurang energi itu karena kurang makan, maka tubuh kemudian berusaha meningkatkan asupan makanan dengan menimbulkan alarm rasa lapar.

3. Berat badan menurun

Tubuh tidak mampu mendapatkan energi yang cukup dari gula karena kekurangan insulin, tubuh akan bergegas mengolah lemak dan protein yang ada di dalam tubuh untuk diubah menjadi energi. Dalam sistem pembuangan urine, penderita DM yang tidak terkontrol bisa kehilangan sebanyak 500 gr glukosa dalam urine per 24 jam (setara dengan 2000 kalori perhari hilang dari tubuh). Kemudian gejala lain atau gejala tambahan yang dapat timbul yang umumnya ditunjukkan karena komplikasi adalah kaki kesemutan, gatal-gatal, atau luka yang tidak kunjung sembuh, pada wanita kadang disertai gatal di daerah selangkangan (pruritus vulva) dan pada pria ujung penis terasa sakit (balanitis) (Simatupang, 2017)

1.1.5 Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe 2

Dalam patofisiologi DM tipe 2 terdapat beberapa keadaan yang berperan yaitu :

1. Resistensi insulin
2. Disfungsi sel B pankreas

Diabetes melitus tipe 2 bukan disebabkan oleh kurangnya sekresi insulin, namun karena sel sel sasaran insulin gagal atau tidak mampu merespon insulin secara normal. Keadaan ini lazim disebut sebagai "resistensi insulin" (Fatimah, 2015). Resistensi insulin banyak terjadi akibat dari obesitas dan kurang nya aktivitas fisik serta penuaan. Pada penderita

diabetes melitus tipe 2 dapat juga terjadi produksi glukosa hepatic yang berlebihan namun tidak terjadi pengrusakan sel-sel B langerhans secara autoimun seperti diabetes melitus tipe 2. Defisiensi fungsi insulin pada penderita diabetes melitus tipe 2 hanya bersifat relatif dan tidak absolut.

Pada awal perkembangan diabetes melitus tipe 2, sel B menunjukkan gangguan pada sekresi insulin fase pertama, artinya sekresi insulin gagal mengkompensasi resistensi insulin. Apabila tidak ditangani dengan baik, pada perkembangan selanjutnya akan terjadi kerusakan sel-sel B pankreas. Kerusakan sel-sel B pankreas akan terjadi secara progresif seringkali akan menyebabkan defisiensi insulin, sehingga akhirnya penderita memerlukan insulin eksogen. Pada penderita diabetes melitus tipe 2 memang umumnya ditemukan kedua faktor tersebut, yaitu resistensi insulin dan defisiensi insulin.

1.1.6 Pemeriksaan Penunjang Diabetes Melitus Tipe 2

Pemeriksaan penunjang perlu untuk dilakukan pada kelompok usia yang memiliki resiko tinggi mengalami DM, yaitu pada kelompok usia dewasa tua (>40 tahun), riwayat keluarga, dan riwayat penyakit. Pemeriksaan yang dapat dilakukan untuk mendeteksi pasien tersebut terkena penyakit DM maupun tidak dapat dilakukan dengan cara pengecekan kadar glukosa darah. Menurut (PERKENI, 2021), batas nilai kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus adalah sebagai berikut

Tabel 3. Klasifikasi Kadar Gula Darah

Jenis	Kategori		
	Baik	Sedang	Buruk
Gula Darah Sewaktu (GDS)	70-139 mg/dL	140-199 mg/dL	≥ 200 mg/dL
Gula Darah Puasa (GDP)	80-109 mg/dL	110-125 mg/dL	≥126 mg/dL

Sumber : PERKENI, 2021 (PERKENI, 2021)

1.1.7 Penatalaksanaan Diabetes Melitus Tipe 2

Penatalaksanaan DM dimulai dengan menerapkan pola hidup sehat (terapi nutrisi medis dan aktivitas fisik) bersamaan dengan dilakukannya intervensi farmakologis dengan obat anti hiperglikemia secara oral dan atau suntikan. Penatalaksanaan Diabetes Mellitus meliputi 5 pilar, 5 pilar tersebut

dapat mengendalikan kadar glukosa darah pada kasus Diabetes Mellitus (PERKENI, 2021) 5 pilar tersebut meliputi : edukasi, terapi nutrisi medis, latihan jasmani, terapi farmakologi dan pemantauan glukosa darah sendiri.

1. Edukasi

Edukasi dengan tujuan promosi hidup sehat, perlu selalu dilakukan sebagai bagian dari upaya pencegahan dan merupakan bagian yang sangat penting dari pengelolaan DM secara holistik. Diabetes Mellitus Tipe 2 umumnya terjadi pada saat gaya hidup dan perilaku yang kurang baik telah terbentuk dengan kokoh. Untuk mencapai keberhasilan perubahan perilaku, dibutuhkan edukasi yang komprehensif yang meliputi pemahaman tentang :

- a. Penyakit Diabetes Mellitus
- b. Makna dan perlunya pengendalian serta pemantauan Diabetes Mellitus
- c. Penyulit Diabetes Mellitus
- d. Intervensi farmakologis dan non-farmakologis
- e. Hipoglikemia
- f. Masalah khusus yang dialami
- g. Cara mengembangkan sistem pendukung dan mengajarkan ketrampilan
- h. Cara mempergunakan fasilitas perawatan kesehatan

Edukasi secara individual dan pendekatan berdasarkan penyelesaian masalah merupakan inti perubahan perilaku yang berhasil. Adapun perilaku yang diinginkan antara lain adalah :

- a. Mengikuti pola makan sehat
- b. Meningkatkan kegiatan jasmani
- c. Menggunakan obat Diabetes pada keadaan khusus secara aman dan teratur
- d. Melakukan Pemantauan Glukosa Darah Mandiri (PGDM) dan memanfaatkan data yang ada

2. Terapi Nutrisi Medis (TNM)

Salah satu pilar pengelolaan diabetes yaitu dengan terapi nutrisi atau merencanakan pola makanan agar tidak meningkatkan indeks glikemik kasus Diabetes Mellitus. Faktor yang dapat berpengaruh terhadap respon glikemik makanan yaitu cara memasak, proses penyiapan makanan, bentuk makanan serta komposisi yang terdapat pada makanan (karbohidrat, lemak dan protein), yang dimaksud dengan karbohidrat adalah gula, tepung dan serat. Jumlah kalori yang masuk dari makanan yang berasal dari karbohidrat lebih penting dari pada sumber 8 atau macam karbohidratnya. Dengan komposisi yang dianjurkan (PERKENI, 2021) yaitu :

- a. Karbohidrat yang dianjurkan sebanyak 45 - 65% dari total asupan energi, terutama karbohidrat dengan serat yang tinggi.
- b. Lemak yang dianjurkan sebanyak 20 - 25%, tidak dianjurkan mengonsumsi lemak >30% dari total energi. Kasus DM tidak dianjurkan untuk mengonsumsi lemak jenuh dan lemak trans contohnya, daging berlemak dan susu fullcream serta anjuran konsumsi kolesterol
- c. Protein yang dianjurkan sebanyak 10 - 20% dari total energy, sumber protein yang baik yaitu *seafood* (ikan, udang, kerang dan lain-lain), daging tanpa lemak, ayam tanpa kulit, produk susu rendah lemak, kacang-kacangan, tempe dan tahu. Kasus DM dengan nefropati perlu penurunan asupan protein menjadi 0,8 g/kg BB perhari atau 10% dari kebutuhan energi dan 65% hendaknya bernilai biologik tinggi.
- d. Natrium pada kasus DM yang dianjurkan sama dengan masyarakat umum yang tidak lebih dari 3000 mg atau sama dengan 6-7 g (1 sendok teh) garam dapur. Sumber natrium antara lain adalah garam dapur, vetsin, soda, dan bahan pengawet seperti natrium benzoat dan natrium nitrit.
- e. Serat yang dianjurkan untuk kasus DM sama dengan masyarakat umum. Serat yang baik dikonsumsi bersumber dari buah, sayur dan kacang-kacangan yang memiliki nilai indeks glikemik yang rendah. anjuran konsumsi serat yaitu 25 g/1000 Kkal/hari atau konsumsi sayur dan buah sebanyak 400-600 g/hari.

- f. Pemanis alternatif yang baik untuk kasus DM yaitu pemanis yang berasal dari (*Accepted Daily Intake/ ADI*) selama tidak melebihi batas aman. 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

3. Latihan Jasmani

Latihan jasmani merupakan salah satu pilar pengelolaan Diabetes Mellitus. Latihan jasmani merupakan suatu gerakan yang dilakukan oleh otot tubuh dan anggota gerak tubuh lainnya yang memerlukan energi disebut dengan latihan jasmani. Latihan jasmani yang dilakukan setiap hari dan teratur (3-4 kali 10 minggu selama kurang lebih 30-45 menit) merupakan salah satu pilar dalam pengendalian Diabetes Mellitus Tipe 2. Latihan jasmani sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kesegaran jasmani.

4. Terapi Farmakologi

Terapi farmakologi diberikan secara bersamaan dengan terapi nutrisi yang dianjurkan serta latihan jasmani. Terapi farmakologi terdiri atas obat oral dan injeksi. Berdasarkan cara kerjanya, Obat Hipoglikemik Oral (OHO) dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

- a. Pemicu sekresi insulin (*insulin secretagogue*) : sulfonurea dan glinid
- b. Penambah sensitivitas terhadap insulin : metformin dan tiazolidindon
- c. Penghambat absorbs glukosa di saluran pencernaan : penghambat glucosidase alfa.
- d. Penghambat DPP-IV (Dipeptidyl Peptidase-IV)
- e. Penghambat SGLT-2 (Sodium Glucose Co-transporter 2)

5. Pemantauan Glukosa Darah Mandiri

Pemantauan glukosa darah mandiri (PGDM) merupakan pemeriksaan glukosa darah secara berkala yang dapat dilakukan oleh kasus DM yang telah mendapatkan edukasi dari tenaga kesehatan terlatih. PGDM dapat memberikan informasi tentang variabilitas glukosa darah harian seperti glukosa darah setiap sebelum makan, satu atau dua jam setelah makan, atau sewaktu-waktu pada kondisi tertentu. Penelitian menunjukkan bahwa PGDM mampu memperbaiki pencapaian kendali

glukosa darah, menurunkan morbiditas, mortalitas serta menghemat biaya kesehatan jangka panjang yang terkait dengan komplikasi akut maupun kronik (PERKENI, 2021).

1.1.8 Target Kontrol Glikemik

1. Pengertian dan Tujuan Kontrol Glikemik

Kontrol glikemik mengacu pada seberapa besar perbedaan metabolisme karbohidrat seseorang dari nilai standar. Kontrol glikemik merupakan suatu dasar dalam pengelolaan atau manajemen DM. Pengukuran kontrol glikemik ini berfungsi untuk menilai konsentrasi glukosa darah untuk mengukur metabolisme glukosa (Simatupang, 2017). Hasil pemantauan digunakan untuk menilai manfaat pengobatan, sebagai pedoman penyesuaian diet, latihan jasmani dan obat-obatan agar mencapai kadar glukosa darah senormal mungkin, sehingga dapat terhindar dari hiperglikemia atau hipoglikemia (Suyono, 2013 dalam Tandra, 2017). Kontrol glikemik tidak hanya sekedar menjaga kadar glukosa darah dalam batas normal, namun dibutuhkan pengendalian penyakit penyerta dan mencegah terjadinya penyakit kronik. Oleh sebab itu, faktor-faktor risiko dan indikator penyulit perlu pemantauan ketat sehingga pengendalian DM dapat dilakukan dengan baik.

Tujuan kontrol glikemik dapat dibagi menjadi tujuh tujuan, seperti: menghilangkan gejala, menciptakan dan mempertahankan rasa sehat, memperbaiki kualitas hidup, mencegah komplikasi akut dan kronik, mengurangi laju perkembangan komplikasi yang telah ada, mengurangi kematian dan mengobati penyakit penyerta bila ada (Soegondo et al., 2014). Adapun menurut (PERKENI, 2021), menyatakan tujuan kontrol glikemik yaitu secara umum bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup, dengan tujuan jangka pendek adalah untuk menghilangkan keluhan dan tanda DM, mempertahankan rasa nyaman serta dapat mencapai target pengendalian glukosa darah. Sedangkan tujuan jangka panjang dalam penatalaksanaan pengendalian kadar glukosa darah ini yakni untuk mencegah atau menghambat penyakit makroangiopati, mikroangiopati dan neuropati sehingga dapat menurunkan angka morbiditas dan mortalitas dari DM.

2. Indikator Kontrol Glikemik

Menurut Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI, 2021), menyatakan beberapa indikator untuk mengukur biokimia dari kontrol glikemik di antaranya:

a. Pengukuran kadar glukosa darah kapiler

1) Tes glukosa darah preprandial kapiler

Tes glukosa darah sewaktu mengukur kadar glukosa darah setelah tidak mengonsumsi apapun kecuali air minimal selama 8 jam. Tes ini biasanya dilakukan pada pagi hari sebelum sarapan. Pasien DM dapat mengukur kontrol glikemiknya secara mandiri dengan menggunakan glucometer. Pengukuran dengan glucometer dapat menilai kontrol glikemik jangka pendek (Tandra, 2017).

2) Tes glukosa darah 1-2 jam post prandial kapiler

Tes glukosa darah 1-2 jam post prandial merupakan tindakan untuk mengetahui hasil glukosa darah pasien 2 jam setelah pasien makan setelah sebelumnya pasien puasa minimal 8-10 jam. Pasien DM juga dapat mengukur kontrol glikemiknya secara mandiri dengan menggunakan glucometer. Pengukuran dengan glucometer dapat menilai kontrol glikemik jangka pendek (Tandra, 2017).

b. Pemeriksaan hemoglobin glikosilasi (HbA1C)

Tes hemoglobin terglykosilasi, yang disebut juga sebagai glikohemoglobin, atau hemoglobin glikosilasi (HbA1C), merupakan cara yang digunakan untuk menilai efek perubahan terjadi 8-12 minggu sebelumnya. Untuk melihat hasil terapi 8-12 minggu sebelumnya. Untuk melihat hasil terapi dan rencana perubahan terapi, HbA1C diperiksa setiap 3 bulan, atau tiap bulan pada keadaan HbA1C yang sangat tinggi (>10%). Pada pasien yang telah mencapai sasaran terapi disertai kendali glikemik yang stabil HbA1C diperiksa paling sedikit 2 kali dalam 1 tahun. HbA1C tidak dapat dipergunakan sebagai alat untuk evaluasi pada kondisi tertentu seperti: bulan terakhir, keadaan lain yang mempengaruhi umur eritrosit dan gangguan fungsi ginjal.

c. Indeks masa tubuh (IMT)

Untuk mengetahui kontrol glikemik salah satunya adalah dengan mengukur IMT. Mencari indeks masa tubuh adalah dengan mengukur tinggi badan (dalam meter) dan berat badan (dalam kilogram). Perhitungan berat badan ideal untuk Indeks Masa Tubuh (IMT) dapat dihitung dengan rumus $IMT = \text{Berat Badan (Kg)} / \text{Tinggi Badan (m}^2\text{)}$. Mengukur IMT bertujuan untuk mengetahui apakah berat badan ideal atau tidak dan untuk mengetahui faktor risiko dari obesitas.

Tabel 4. Klasifikasi IMT Menurut WHO

Klasifikasi	Nilai
Berat badan kurang	18,5
Berat badan normal	18,5 – 22,9
Berat badan lebih (at risk)	23,0 – 24,9
Obes 1	25,0 – 29,9
Obes 2	≥ 30

Sumber : WHO 2021 (WHO, 2021)

Pada pasien dengan obesitas terjadi peningkatan asam lemak (*Free Fatty Acid* [FFA]) dalam sel. Peningkatan FFA akan menurunkan translokasi transporter glukosa ke membran plasma, sehingga menyebabkan terjadinya resistensi insulin pada jaringan otot dan adipose. Resistensi insulin di jaringan tubuh dan otot menyebabkan glukosa tidak dapat diangkut ke dalam sel dan tertimbun di dalam pembuluh darah. Hal tersebut mengakibatkan glukosa darah meningkat dan menandakan semakin buruknya kontrol glikemik. Menurunkan berat badan pada orang gemuk bukan hanya memperbaiki metabolisme glukosa namun juga menurunkan lemak darah dan memperbaiki tekanan darah (Tandra, 2017).

d. Lipid dalam darah

Masalah timbul apabila trigliserida, kolesterol *Low Density Lipoprotein* (LDL), dan kolesterol *High Density Lipoprotein* (HDL) tidak seimbang. Pasien DM sering mempunyai trigliserida yang tinggi dan biasanya disertai dengan kolesterol HDL yang rendah. Partikel kolesterol LDL, pada penderita DM lebih kecil dan lebih padat (*small and dense*). Inilah yang menyebabkan lemak pada penderita DM lebih mudah mengakibatkan aterosklerosis. Bila diabetes pasien terkontrol

dengan baik, biasanya keseimbangan antara trigliserida, kolesterol LDL, dan kolesterol HDL. Semakin baik kontrol glukosa darah, maka semakin baik pula profil lemak darahnya (Tandra, 2017).

e. Tekanan Darah

Selain monitor glukosa darah pasien DM tipe 2 harus juga memantau tekanan darah merupakan pemantauan yang efektif dalam mendeteksi dan membantu 19 mengontrol hipertensi, yang merupakan faktor risiko utama untuk penyakit pembuluh darah jantung dan otak dan komplikasi mikrovaskuler (Tandra, 2017). Pasien DM yang mendapatkan terapi obat oral harus memantau glukosa darah sewaktu, sedangkan mereka yang sedang mendapatkan terapi insulin harus lebih sering memeriksa kadar glukosa sewaktu, misalnya sebelum makan. Pemantauan harus dilakukan lebih sering apabila pasien dalam keadaan tidak sehat (Tandra, 2017).

3. Pengukuran Kontrol Glikemik

Kontrol glikemik dapat diukur menggunakan beberapa cara seperti pemeriksaan glukosa darah sewaktu, glukosa darah puasa, glukosa darah 2 jam post prandial, HbA1C, tekanan darah, kolesterol total, kolesterol LDL, kolesterol HDL, trigliserida, dan indeks massa tubuh (IMT). Pengukuran kontrol glikemik berdasarkan kadar glukosa darah sewaktu dapat digunakan untuk mengetahui apakah sasaran terapi telah tercapai (PERKENI, 2021). Penggunaan kadar glukosa darah sewaktu sebagai indikator pengendalian kadar glukosa darah sering dijumpai dalam praktik pelayanan kesehatan pada pasien DM yang tidak tergantung insulin. Hal ini disebabkan karena pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu lebih murah dan mudah serta memberikan informasi yang langsung tersedia sehingga dapat digunakan untuk melakukan tindak lanjut maupun evaluasi intervensi yang telah diberikan. Selain itu kadar glukosa darah sewaktu memiliki korelasi dengan kadar HbA1C (Astuti & Setiawati, 2013). Penelitian (Ramadhan & Hanum, 2019), menyatakan hubungan yang signifikan antara kadar glukosa darah sewaktu dan kadar glukosa darah 2 jam post prandial dengan kadar HbA1c (p-value 0,001).

Berikut merupakan kriteria kontrol glikemik (pengendalian DM) menurut (PERKENI, 2021):

Tabel 5. Kriteria Pengendalian DM

Indikator	Baik
Indeks Masa Tubuh (kg/m ²)	18,5 - < 23
Tekanan darah sistolik (mmHg)	< 140 (B)
Tekanan darah diastolik (mmHg)	< 90 (B)
Glukosa darah preprandial kapiler (mg/dl)	80-130
Glukosa 2 jam post prandial kapiler (mg/dl)	< 180
HbA1c (%)	< 7 atau individual (B)
Kolesterol LDL (mg/ dL)	<100 < 70 bila resiko KV sangat tinggi (B)
Kolesterol HDL (mg/ dL)	Laki-laki : >40; Perempuan >50 (B)
Trigliseride (mg/dl)	<150
Apo-B (mg/dL)	<90

Sumber : PERKENI 2021 (PERKENI, 2021)

Manajemen DM harus bersifat perorangan (individualiasasi). Pelayanan yang diberikan berbasis pada perorangan dan kebutuhan obat, kemampuan seerta keinginan pasien menjadi komponen penting dan utama dalam menentukan pilihan dalam upaya mencapai target terapi. Pertimbangan tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain : usia pasien dan harapan hidupnya, lama menderita DM, riwayat hipoglikemia, penyakit penyerta, adanya komplikasi kardiovaskular, serta komponen penunjang lain (ketersediaan obat dan kemampuan daya beli). Untuk pasien usia lanjut, target terapi HbA1c antara 7,5 – 8,5%. Pada kondisi dimana tidak bisa dilakukan pemeriksaan HbA1c maka bisa dipergunakan konversi dari rerata glukosa darah sewaktu atau darah post prandial selama 3 bulan terakhir menggunakan tabel konversi HbA1c ke glukosa darah rerata dari *Standard of Medical Care in Diabetes American Diabetes Association 2019*.

a. Pengukuran Kadar Glukosa Darah Sewaktu

Pencapaian kontrol glikemik ditekankan pada pencapaian nilai kadar glukosa darah sewaktu dan HbA1c (PERKENI, 2021).. Pemeriksaan kadar glukosa darah kapiler dengan menggunakan alat glukometer memiliki kekurangan dibandingkan dengan pemeriksaan

darah plasma karena apabila kadar hematokrit rendah maka secara semu akan meningkatkan hasil pengukuran dan sebaliknya jika kadar hematokrit tinggi dapat menurunkan hasil pengukuran. Pengukuran glukosa darah vena dan kapiler saat sewaktu memiliki hasil yang identik, namun tidak untuk pengukuran kadar glukosa darah 2 jam post prandial (Tandra, 2017). Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan ketika melakukan pemeriksaan darah kapiler seperti penggunaan darah kapiler yang biasanya digunakan adalah darah tetesan pertama dimana darah tetesan pertama lebih banyak mengandung serosa sehingga dapat mengubah hasil pemeriksaan. Pembersihan area penusukan dengan kapas alkohol sebelum dilakukan penusukan sebaiknya ditunggu hingga kering karena alkohol dapat mempengaruhi keakuratan (Berman et al., 2014). Hasil pengukuran glukosa darah sewaktu apabila glukosa darah $>200\text{mg/dL}$ maka glukosa darah dinyatakan tidak terkontrol (PERKENI, 2021).

b. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Glukosa Darah Sewaktu

Kadar glukosa darah sewaktu dipengaruhi oleh beberapa hal seperti produksi glukosa hepar dan ambilan glukosa jaringan perifer (Price and Wilson, 2013). Kadar glukosa darah sewaktu juga dipengaruhi oleh faktor endogen yaitu humoral factor seperti hormon insulin dan glukagon. Mekanisme kerja dari insulin pada pemeriksaan glukosa sewaktu yaitu dengan menghambat produksi glukosa endogen yang berasal dari proses glukoneogenesis dan glukogenolisis. Insulin ini berperan melalui efek inhibisi hormon glukagon terhadap mekanisme produksi endogen secara berlebihan. Semakin tinggi tingkat resistensi insulin, semakin tinggi tingkat kadar glukosa darah sewaktu oleh karena semakin tinggi tingkat resistensi insulin akan menyebabkan semakin rendahnya kemampuan inhibisinya terhadap proses glukoneogenesis dan glukogenolisis (Sudoyo dkk, 2015) .

Hati melepaskan glukosa kembali ke dalam sirkulasi darah ketika kadar glukosa darah mulai menurun sampai pada kadar yang rendah di antara waktu makan. Pelepasan glukosa oleh hati berlangsung melalui beberapa peristiwa. Beberapa peristiwa tersebut

yaitu berkurangnya kadar glukosa darah menyebabkan berkurangnya sekresi insulin oleh pankreas, yang selanjutnya akan mengembalikan semua efek penyimpanan glikogen, terutama menghentikan sintesis glikogen lebih lanjut dalam hati dan mencegah ambilan glukosa lebih jauh. Insulin yang sekresinya berkurang menyebabkan pengaktifan enzim fosforilase oleh glukagon yaitu hormon yang disekresikan sel α ketika kadar glukosa darah menurun. Pengaktifan enzim fosforilase menyebabkan pemecahan glikogen menjadi glukosa fosfat. Keadaan ini menyebabkan glukosa bebas berdifusi kembali ke dalam darah (Guyton and Hall, 2017).

Resistensi insulin akan menyebabkan semakin rendahnya kemampuan inhibisi terhadap hormon glukagon. Glukagon mempengaruhi metabolisme melalui efeknya di hati dan jaringan lainnya. Glukagon memiliki efek yang berlawanan dengan insulin dengan bekerja secara katabolik untuk mempertahankan kadar glukosa darah dengan merangsang pengeluaran glukosa oleh hati. Hal ini terjadi dengan merangsang penguraian cadangan glikogen hati (glikogenolisis) dan sintesis glukosa oleh hati (glukoneogenesis). Glukoneogenesis adalah pembentukan glukosa baru dengan cara mengubah asam amino dan gliserol menjadi glukosa dan menyebabkan penguraian simpanan glikogen untuk digunakan sebagai sumber energi selain glukosa. Glukagon juga merangsang oksidasi asam lemak dan ketogenesis sehingga menghasilkan bahan sumber energi alternatif yang dapat digunakan oleh otak ketika glukosa tidak tersedia (Ganong & McPhee, 2015, dalam Guyton & Hall, 2017). Pankreas akan melepaskan secara terus menerus sejumlah kecil insulin bersama dengan glukagon. Insulin dan glukagon secara bersama-sama mempertahankan kadar glukosa yang konstan dalam darah dengan menstimulasi pelepasan glukosa di hati. Hati pada mulanya menghasilkan glukosa melalui pemecahan glikogen. (Guyton and Hall, 2017).

Kadar glukosa darah juga dipengaruhi oleh aktivitas fisik. Semua gerak badan dan olahraga dapat meningkatkan ambilan glukosa oleh otot dan tubuh menjadi lebih sensitif terhadap insulin

(ADA dalam Tandra, 2017). Aktivitas fisik dan olahraga merupakan salah satu pilar dari pengelolaan DM khususnya hiperglikemia (PERKENI, 2021). Menurut (Tandra, 2017), olahraga pada diabetisi dapat menyebabkan terjadinya peningkatan pemakaian glukosa oleh otot yang aktif, sehingga secara langsung olahraga dapat menyebabkan penurunan glukosa darah.

Asupan makanan terutama melalui makan berenergi tinggi atau kaya karbohidrat dan serat rendah dapat mengganggu stimulasi sel beta pankreas dalam memproduksi insulin. Asupan lemak di dalam tubuh perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap kepekaan insulin. Usia juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah karena penambahan usia dapat menyebabkan penurunan toleransi tubuh terhadap glukosa karena kadar insulin juga dipengaruhi oleh usia. Rentang usia dewasa tengah merupakan rentang usia yang berisiko tinggi terjadinya peningkatan kadar glukosa darah (PERKENI, 2021). Pada banyak kasus DM tipe 2 glukosa darah bisa dikendalikan dengan efektif, setidaknya pada tahap dini, dengan olahraga, restriksi diet, dan penurunan berat badan. Obat-obatan yang bisa meningkatkan sensitivitas insulin seperti thiazolidinedion dan metformin atau obat-obatan yang meningkatkan pelepasan insulin dari pankreas seperti sulfonilurea. Namun, pada tahap lanjut pada DM tipe 2, pemberian insulin biasanya diperlukan untuk mengontrol kadar glukosa plasma (Guyton and Hall, 2017).

1.2 Edukasi Gizi

Edukasi gizi menurut Fasli Jalal (2010) adalah suatu proses untuk meningkatkan pengetahuan tentang gizi, mengembangkan sikap dan perilaku hidup sehat. Edukasi gizi merupakan salah satu upaya pengendalian DM untuk mendapatkan hasil yang optimal, edukasi kesehatan dimasukkan dalam sebuah program pengendalian DM. Edukasi kesehatan sangat diperlukan karena penyakit diabetes adalah penyakit kronik dan berhubungan dengan gaya hidup. Pemberian obat-obatan memang diperlukan akan tetapi tidak cukup, melainkan

memerlukan keseimbangan pola makan dan aktivitas kehidupan sehari-hari terhadap pengendalian Diabetes Mellitus.

1.2.1 Tujuan Edukasi Diabetes Melitus

Tujuan dari edukasi adalah meningkatkan pengetahuan, kesadaran dan kemampuan dalam merawat diri sendiri maupun anggota keluarga yang menderita penyakit DM. Secara umum tujuan pendidikan kesehatan adalah merubah perilaku individu atau masyarakat di bidang kesehatan (Notoatmodjo, 2010). Memberikan edukasi adalah salah satu fungsi penting dalam memenuhi kebutuhan pasien terhadap informasi yang berfokus pada kemampuan pasien untuk melakukan perilaku sehat dan mampu merawat dirinya yang dapat ditingkatkan melalui edukasi yang efektif.

1.2.2 Media Edukasi *E-Booklet*

Media juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sikap seseorang. Media bermanfaat menimbulkan minat sasaran, merangsang sasaran untuk meneruskan pesan pada orang lain, dan memudahkan penyampaian informasi. Media berfungsi untuk memudahkan seseorang dalam memahami informasi yang dianggap rumit. Selain itu, peningkatan sikap juga dikarenakan oleh peningkatan pengetahuan. Peningkatan pengetahuan dan sikap ini diperoleh dari proses belajar dengan memanfaatkan semua alat indera, dimana 13% dari pengetahuan diperoleh melalui indera dengar dan 35-55% melalui indera pendengaran dan penglihatan. Hal ini sesuai dengan tujuan pemberian media *booklet* yaitu menghasilkan peningkatan pengetahuan yang akan mempengaruhi perubahan sikap dan perilaku.

Booklet dapat digunakan sebagai media edukasi untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan keluarga dan pasien terkait pengendalian kadar glukosa darah pada penderita DM. Edukasi menggunakan *booklet* dapat meningkatkan kepatuhan pasien dalam penatalaksanaan Diabetes Mellitus sehingga kadar glukosa dapat terkendali. Informasi yang terkandung dalam buku bisa lebih luas dan lebih rinci sehingga penyampaian yang diharapkan informasi tentang DM melalui *booklet* dapat memfasilitasi keluarga dan pasien untuk memahami penyakit dan pengobatan DM (Puspitasari et al., 2012)

1. Pengertian

Booklet merupakan suatu media untuk menyampaikan informasi dalam bentuk buku yang berupa tulisan maupun gambar (Yani, 2018). *Booklet* adalah salah satu media komunikasi massa yang bertujuan untuk memberikan informasi yang bersifat promosi, anjuran, serta larangan kepada massa yang berbentuk cetakan (Aprilson & Rosa, 2013). *Booklet* adalah buku yang memiliki ukuran kecil yang didesain untuk mengedukasi pembaca. *Booklet* memiliki bahasa yang lebih ringkas, sederhana, dan fokus pada tujuan (Ifadah et al., 2019). *Booklet* adalah terbitan tidak berkala yang tersusun dari satu hingga beberapa halaman, tidak berkaitan dengan terbitan lain, dan selesai dalam satu kali terbit. Halamannya sering dijadikan satu, biasanya memiliki sampul, namun tidak menggunakan jilid keras (Ruyadi, 2015).

Sekarang ini hampir semua orang menggunakan handphone, sehingga mendorong peneliti untuk memberikan edukasi gizi berbasis *e-booklet* yang dibuat menggunakan software heizine flipbooks. Heizine flipbooks adalah aplikasi online yang dirancang untuk mengkonversi file PDF menjadi halaman balik publikasi digital atau digital book yang merubah tampilan menjadi seperti tampilan buku.

2. Kelebihan

Booklet sebagai salah satu media dalam pemberian edukasi juga memiliki kelebihan dan kekurangan, adapun kelebihan *booklet* menurut (Fitriastutik et al., 2010) diantaranya :

- a. Murah dan mudah dibuat karena pembuatan dilakukan menggunakan media cetak, sehingga biaya yang dikeluarkan bisa lebih murah jika dibandingkan dengan media audio dan audio visual.
- b. Proses penyampaian kepada sasaran dapat dilakukan sewaktu-waktu dan disesuaikan dengan kondisi sasaran.
- c. Selain tulisan, didalam *booklet* juga memuat gambar sehingga dapat menimbulkan rasa keindahan dan meningkatkan pemahaman, serta keinginan untuk belajar, lebih terperinci, jelas, mudah dimengerti, serta tidak menimbulkan beda persepsi.
- d. *Booklet* merupakan media informasi yang praktis karena sangat mudah dalam pendistribusiannya sehingga bisa langsung diberikan

kepada sasaran dan mencakup banyak orang. Oleh karena itu *booklet* memiliki kelebihan praktis dalam penggunaannya.

- e. *Booklet* adalah media cetak yang tidak memerlukan listrik serta dapat dibawa kemana-mana.

Menurut (Prasetya et al., 2018), menjelaskan bahwa terdapat beberapa kelebihan penggunaan e-book antara lain :

- a. Praktis dan mudah dibawa kemana-mana
- b. Dapat dibaca dimanapun dan kapanpun menggunakan perangkat elektronik
- c. Ramah lingkungan
- d. Tahan lama atau tidak mudah rusak
- e. Mudah didistribusikan

Pendistribusian dapat dilakukan dengan menggunakan media elektronik seperti internet.

3. Kekurangan

Selain memiliki kelebihan, media *booklet* juga memiliki kekurangan, diantaranya :

- a. Waktu pembuatan relatif lama
- b. Tidak dapat menstimulir efek suara dan gerak
- c. Membutuhkan ketrampilan membaca dan menulis
- d. Mudah terlipat

Menurut (Prasetya et al., 2018), e-book juga memiliki kekurangan diantaranya :

- a. Jika terlalu lama membaca dapat menyebabkan sakit mata
- b. Jika membaca menggunakan smartphone banyak godaan dari media sosial lainnya yang mengganggu konsentrasi pembaca.

1.2.3 Materi Edukasi

1. Definisi, faktor resiko, pengendalian diabetes melitus
2. Klasifikasi kadar glukosa darah
3. Gejala DM
4. Prinsip diet (3J)
5. Pemilihan bahan makanan
6. Indeks Glikemik

7. Keterkaitan IG dengan DM
8. Terapi Nutrisi Medis pasien DM
9. Aktivitas fisik
10. Contoh makanan dengan indeks glikemik rendah
11. Contoh makanan dengan karbohidrat sederhana tinggi dan serat tinggi

1.2.4 Metode Edukasi

1. Ceramah
Menyampaikan teori dan konsep yang sangat prinsip dan mudah dimengerti oleh peserta edukasi.
2. Demonstrasi
Peserta dapat melihat secara langsung seluruh teknik yang diberikan, misalnya teknik penyuntikan insulin atau teknik senam DM.
3. Pendidikan Massa
Mengkomunikasikan pesan melalui pendekatan massa, tidak membedakan umur, jenis kelamin, pekerjaan, status sosial, pendidikan. Metode dapat dilakukan dengan media *booklet*.

1.2.5 Proses Edukasi Kesehatan

Proses pembelajaran terdapat tiga tipe pengetahuan : Belajar *Psikomotor* (menghasilkan kemampuan secara fisik) ; Belajar keilmuan (akan mendapatkan pengetahuan); dan belajar sikap (dengan merubah perilaku) (Rankin, 2013).

1. Proses belajar *Psikomotor* (pengkajian, menetapkan tujuan dan mempersiapkan rencana pengajaran untuk sebuah pertemuan, melaksanakan rencana yang telah ditetapkan).
2. Proses belajar keilmuan (*kognitif*)
Seseorang membutuhkan secara terus menerus perkembangan terhadap informasi terbaru untuk pemenuhan secara lebih mendalam.
3. Proses belajar sikap (*afektif*)
Perubahan sikap dan nilai secara umum akan berubah secara berangsur-angsur, tipe pembelajaran ini sulit untuk dilakukan pengukuran.
4. Latihan atau praktik
Peserta melakukan teknik-teknik yang sudah diajarkan oleh tim edukasi secara maksimal.

1.2.6 Pengaruh Edukasi Penatalaksanaan DM terhadap Kadar Glukosa Darah

Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi yang dibutuhkan oleh manusia dan berfungsi untuk menghasilkan energi bagi tubuh manusia. Karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama kelompok zat-zat organik yang memiliki struktur molekul berbeda-beda walaupun terdapat persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Karbohidrat terdiri atas unsur Carbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O) (Siregar, 2014).

Edukasi diabetes membantu individu dengan diabetes belajar bagaimana mengelola penyakit mereka dan menjadi sesehat mungkin. Edukasi yang terstruktur dapat memiliki efek mendalam pada hasil kesehatan yaitu dapat menurunkan kadar gula darah dan secara signifikan dapat meningkatkan kualitas hidup (American Diabetes Association, 2014). Proses ini menggabungkan kebutuhan, tujuan, dan pengalaman hidup orang dengan DM, dan dituntun oleh panduan standar berdasarkan berbagai penelitian. Tujuan dari program edukasi DM adalah untuk mendukung informasi pengambilan keputusan, perilaku perawatan diri, pemecahan masalah dan kolaborasi aktif dengan tim kesehatan dan untuk meningkatkan hasil klinis, status kesehatan, dan kualitas kehidupan (Funnel, M.M., & Anderson, R. M, 2011). Dalam penelitian (Rahmawati, 2014) yang berjudul "Pengaruh program diabetes self-management education terhadap manajemen diri pada penderita diabetes mellitus tipe 2" menunjukkan bahwa ada perbedaan efikasi diri pasien diabetes mellitus tipe 2. Setelah dilakukan edukasi DSME sebanyak 6 sesi, terdapat nilai efikasi diri yang signifikan sebelum dan sesudah dilakukan DSME dengan peningkatan rata-rata sebesar pada kelompok intervensi 27.363 dan kelompok kontrol 19.939. Nilai ($p=0,000$) pada kelompok intervensi dan pada kelompok kontrol nilai ($p=0,000$).

1.3 Karbohidrat dan Serat

1.3.1 Pengertian dan Metabolisme

1. Pengertian Karbohidrat dan Serat
 - a. Pengertian Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi yang dibutuhkan oleh manusia dan berfungsi untuk menghasilkan energi bagi tubuh

manusia. Karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama kelompok zat-zat organik yang memiliki struktur molekul berbeda-beda walaupun terdapat persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Karbohidrat terdiri atas unsur Carbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) (Siregar, 2014).

Seluruh karbohidrat berasal dari tumbuh-tumbuhan melalui proses fotosintesis, klorofil tanaman dengan bantuan sinar matahari mampu membentuk karbohidrat dari karbondioksida (CO_2) yang berasal dari udara dan air (H_2O) yang berasal dari tanah. Karbohidrat yang dihasilkan adalah karbohidrat sederhana glukosa. Disamping itu juga dihasilkan O_2 yang dilepaskan ke udara. Di negara-negara berkembang, kurang lebih 80% energi makanan berasal dari karbohidrat. Di negara maju seperti Amerika Serikat dan Eropa Barat, angka ini lebih rendah yaitu sekitar 50%. Nilai energi karbohidrat adalah 4 kkal per gram (Setyawati & Hartini, 2018).

b. Pengertian Serat

Serat makanan merupakan komponen karbohidrat kompleks yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan, tetapi dapat dicerna oleh mikro bakteri pencernaan. Serat menurut jenisnya terbagi menjadi dua, yaitu serat larut dan tidak larut dalam air (Lubis, 2014). Serat merupakan sisa dari dinding sel tumbuhan yang tidak terhidrolisis atau tercerna oleh enzim pencernaan yang mana meliputi hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum, dan lapisan lilin (Herminingsih, 2013).

2. Metabolisme Karbohidrat dan Serat

Pencernaan karbohidrat dimulai dari mulut. Makanan akan dikunyah dan bercampur dengan ludah yang mengandung enzim amilase. Pati atau amilum kemudian dihidrolisis oleh enzim amilase menjadi bentuk yang lebih sederhana yaitu dekstrin. Bolus kemudian ditelan dan menuju lambung. Amilase ludah ikut masuk ke dalam lambung kemudian dicerna oleh asam klorida dan enzim pencerna proteiin yang terdapat di lambung, dan selanjutnya pencernaan karbohidrat dalam lambung terhenti.

Karbohidrat dari sisa pencernaan makanan yang tinggal di lambung sebentar atau kurang dari dua jam, dan segera diteruskan ke

usus halus. Selanjutnya pada usus halus pankreas mengeluarkan enzim pankreas, yang berfungsi mencernakan amilum menjadi dekstrin dan maltosa. Enzim Disakaridase yang dikeluarkan oleh sel-sel mukosa usus halus berupa maltase, sukrase, dan laktase melakukan penyelesaian pencernaan karbohidrat. Hasil hidrolisis dikasarida yang terjadi di mikrovili, serta monosakarida yang dihasilkan berupa maltosa yang dipecah oleh maltase menjadi dua mol glukosa, sakarosa dipecah oleh sukrase menjadi satu mol glukosadan satu mol fruktosa, serta laktose dipecah oleh laktase menjadi satu mol glukosa dan satu mol galaktosa.

Glukosa, fruktosa dan galaktosa kemudia diserap oleh dinding usus, masuk ke cairan limpa dan pembuluh darah kapiler kemudian dialirkan melalui vena porta ke hati. Dalam waktu 1-4 jam setelah selesai makan, pati non karbohidrat atau serat makanan seperti selulosa galaktan, dan pentosan san sebagian pati yang tidak dicerna akan masuk ke dalam usus besar. Dalam usus besar, jenis karbohidrat kemudian dipecah sebagian oleh mikroba yang terdapat dalam usus melalui proses fermentasi dan menghasilkan energi untuk keperluan mikroba tersebut serta berupa bahan sisa seperti air dan karbondioksida. Fermentasi yang terjadi pada usus besar dan meningkat akan menghasilkan gas karbondioksida yang dikeluarkan sebagai flatus (kentut) kemudian sisa karbohidrat yang masih ada dibuang menjadi tinja (Siregar, 2014).

1.3.2 Klasifikasi dan Fungsi

1. Klasifikasi dan Fungsi Karbohidrat

Karbohidrat yang penting dalam ilmu gizi dibagi menjadi dua golongan yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana terdiri atas monosakarida yang merupakan molekul dasar dari karbohidrat, disakarida yang terbentuk dari dua monosa yang dapat saling terikat, dan oligosakarida yaitu gula rantai pendek yang dibentuk olh galaktosa, glukosa dan fruktosa. Karbohidrat kompleks terdiri atas polisakarida yang terdiri atas lebih dari dua ikatan monosakarida dan serat yang dinamakan juga polisakarida nonpati. Klasifikasi dan fungsi karbohidrat menurut (Setyawati & Hartini, 2018)

a. Karbohidrat Sederhana

1) Monosakarida

Terdapat 3 jenis monosakarida yang memiliki arti gizi, yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Glukosa dinamakan sebagai gula anggur. Glukosa memiliki peranan penting dalam ilmu gizi. Glukosa merupakan hasil akhir pencernaan pati, sukrosa, maltosa, dan laktosa baik pada hewan maupun manusia. Dalam metabolismenya, glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang beredar dalam sel tubuh yang digunakan sebagai sumber energi. Fruktosa, dinamakan sebagai gula buah yang merupakan jenis gula paling manis dan terdapat pada madu bersama glukosa dalam buah, mektar bunga dan juga dalam sayur. Terakhir yaitu Galaktosa, terdapat dalam tubuh sebagai hasil akhir dari pencernaan laktosa.

2) Disakarida

Terdapat 3 jenis disakarida yang memiliki arti gizi, yaitu sukrosa, maltosa, dan laktosa. Sukrosa dinamakan sebagai gula tebu atau gula bit. Sukrosa berada pada kandungan gula pasir sebanyak 99%. Sukrosa banyak terdapat dalam buah, sayuran, dan madu. Bila terhidrolisis, sukrosa terpecah menjadi satu unit glukosa dan fruktosa. Maltosa (gula malt), tidak terdapat bebas di alam. Maltosa terbentuk pada setiap pemecahan pati. Maltosa yang terhidrolisis akan menghasilkan dua unit glukosa. Laktosa (gula susu) hanya terdapat pada susu yang terdiri atas satu unit glukosa dan satu unit galaktosa.

3) Oligosakarida

Oligosakarida terdiri atas polimer dua hingga sepuluh monosakarida. Disakarida sebenarnya termasuk dalam jenis oligosakarida, namun karena perannya dalam ilmu gizi penting, maka dimasukkan dalam jenis yang berbeda.

b. Karbohidrat Kompleks

1) Polisakarida

Jenis polisakarida yang penting dalam ilmu gizi adalah pati, dekstrin, glikogen, dan polisakarida non pati. Pati, merupakan jenis karbohidrat utama yang dikonsumsi oleh manusia berasal dari

tumbuh-tumbuhan seperti padi-padian, biji-bijian, dan umbi-umbian. Dalam proses pencernaannya, pati dirubah menjadi bentuk glukosa. Pada tahap pertengahan prosesnya akan menghasilkan dekstrin dan maltosa. Dekstrin, merupakan jenis polisakarida yang dihasilkan pada tahap pertengahan pencernaan pati melalui hidrolisis parsial pati. Glikogen, disebut juga sebagai pati hewan karena merupakan bentuk simpanan karbohidrat di dalam tubuh manusia dan hewan yang terutama terdapat dalam hati dan otot. Glikogen yang disimpan dalam hati digunakan sebagai sumber energi dan keperluan sel tubuh, sedangkan glikogen yang disimpan dalam otot hanya digunakan untuk keperluan energi.

2) Polisakarida nonpati/ serat

Serat memiliki peran dalam mencegah berbagai penyakit. Definisi yang diberikan oleh serat makanan adalah polisakarida nonpati yang menyatakan polisakarida dinding sel.

2. Klasifikasi dan Fungsi Serat

Terdapat dua golongan serat, yaitu serat larut air dan tidak larut air. Serat yang tidak dapat larut air diantaranya selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Sedangkan serat larut air diantaranya adalah pektin, gum, mukilase, glukon, dan algal. Klasifikasi dan fungsi serat menurut (Setyawati & Hartini, 2018) adalah sebagai berikut:

a. Serat tidak larut air

Serat tidak larut air diantaranya selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan kerangka struktural tumbuh-tumbuhan. Selulosa merupakan bagian utama dinding sel tumbuhan yang terdiri dari polimer linier panjang hingga 10.000 unit glukosa dan terikat dalam bentuk ikatan beta (1-4). Selulosa merupakan jenis struktur kristal yang sangat stabil. Selulosa yang berasal dari makanan nabati akan melewati saluran cerna secara utuh. Selulosa memiliki fungsi yaitu memberi bentuk pada feses karena memiliki kemampuan menyerap air, sehingga mampu membantu gerakan peristaltik usus yang kemudian membantu defekasi dan mencegah konstipasi.

Hemiselulosa, merupakan bagian utama serat serelia yang terdiri atas polimer bercabang heterogen heksosa, pentosa, dan asam

uronat. Lignin terdiri atas polimer karbohidrat yang relatif pendek yaitu antara 50-2000 unit. Lignin memiliki fungsi memberi kekuatan pada bagian tumbuhan, sehingga jarang untuk dimakan. Lignin sesungguhnya bukan merupakan bagian dari karbohidrat yang seharusnya tidak dimasukkan dalam serat.

b. Serat larut air

Serat larut air berupa pektin, gum, dan mukilase terdapat di sekeliling dan di dalam sel tumbuh-tumbuhan. Ikatan-ikatan ini larut atau mengembang dalam air sehingga membentuk gel. Oleh karena itu, serat larut air pada industri pangan digunakan sebagai bahan pengental, emulsifier, dan stabilizer.

Pektin merupakan polimer ramnosa dan asam galakturonat dengan cabang-cabang yang terdiri atas rantai galaktosa dan arabinosa. Pektin terdapat dalam sayur dan buah, terutama jenis sitrus, apel, jambu biji, anggur, dan wortel. Senyawa pektin berfungsi sebagai bahan perekat antar dinding sel. Bahan yang memiliki pektin tinggi baik digunakan untuk membuat jam jeli. Gum adalah polisakarida larut air yang terdiri atas 10.000-30.000 unit yang terutama terdiri atas glukosa, galaktosa, manosa, arabinosa, ramnosa, dan asam uronat. Gum diekstraksi secara komersial yang kemudian digunakan dalam industri pangan sebagai pengental, emulsifier, dan stabilizer. Yang terakhir yaitu mukilase, merupakan struktur kompleks yang memiliki ciri khas yaitu memiliki komponen asam D-galakturonat. Mukilase terdapat pada biji-bijian dan akar yang memiliki fungsi mencegah terjadinya pengeringan.

1.3.3 Kebutuhan Komposisi Makanan yang Dianjurkan

Perhitungan Berat Badan Ideal (BBI) menggunakan rumus *Brocca* yang dimodifikasi :

$$\text{BBI} = 90\% \times (\text{TB dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg}$$

Pria dengan tinggi badan dibawah 160 cm dan wanita di bawah 150 cm, rumus dimodifikasi menjadi:

$$\text{Berat Badan Ideal (BBI)} = (\text{TB dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg}$$

- BB normal : BB Ideal \pm 10%
Kurus : Kurang dari BB ideal – 10%
Gemuk : Lebih dari BB ideal + 10%

Kebutuhan dihitung menggunakan perhitungan energi menggunakan rumus (PERKENI, 2021).

Tabel 6. Rumus PERKENI (PERKENI, 2021)

BMR Laki-laki = 30 x Berat Badan Ideal (BBI)	
BMR Perempuan = 25 x Berat Badan Ideal (BBI)	
Energi = (BMR + Faktor Aktivitas) - Faktor Usia	
Faktor Aktifitas (Konsesus Perkeni)	
Ringan	20% dari BMR
Sedang	30% dari BMR
Berat	40-50% dari BMR
Faktor Usia (Konsesus Perkeni)	
40-59 tahun	5% dari BMR
60-69 tahun	10% dari BMR

Sumber : PERKENI 2021 (PERKENI, 2021)

1. Karbohidrat

- Karbohidrat yang dianjurkan sebesar 45-65% total asupan energi. Terutama karbohidrat yang berserat tinggi
- Pembatasan KH total <130 g/ hari tidak dianjurkan
- Sukrosa tidak boleh lebih dari 5% total asupan energi
- Dianjurkan makan tiga kali sehari bila perlu dapat diberikan makanan selingan seperti buah atau makanan lain sebagian dari kebutuhan kalori sehari

2. Lemak

- Asupan lemak dianjurkan sekitar 20-25% kebutuhan kalori, dan tidak diperkenankan melebihi 30% total asupan energi
- Komposisi yang dianjurkan :

- c. Bahan makanan yang perlu dibatasi adalah yang banyak mengandung lemak jenuh dan lemak trans antara lain : daging berlemak dan susu full cream
 - 1) Lemak jenuh (SAFA) <7 % kebutuhan kalori
 - 2) Lemak tidak jenuh ganda (PUFA) <10%
 - 3) Selebihnya dari lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) sebanyak 12-15%
 - 4) Rekomendasi perbandingan lemak jenuh: lemak tak jenuh tunggal: lemak tak jenuh ganda = 0.8 : 1.2 : 1
 - d. Konsumsi kolesterol yang dianjurkan adalah <200 mg/hari
3. Protein
- a. Pada pasien dengan nefropati diabetik perlu penurunan asupan protein menjadi 0,8 kg/ BB perhari atau 10% dari kebutuhan energi, dengan 65% diantaranya bernilai biologik tinggi
 - b. Pasien DM yang sudah menjalani hemodialisis asupan protein menjadi 1-1,2 g/kg BB per hari
 - c. Sumber protein yang baik adalah ikan, udang, cumi, daging tanpa lemak, ayam tanpa kulit, produk susu rendah lemak, kacang-kacangan, tahu, dan tempe. Sumber bahan makanan protein dengan kandungan *saturated fatty acid* (SAFA) yang tinggi seperti daging sapi, daging babi, daging kambing dan produk hewani olahan sebaiknya dikurangi untuk dikonsumsi.
4. Serat
- a. Pasien DM dianjurkan mengonsumsi serat dari kacang-kacangan, buah dan sayuran serta sumber KH yang tinggi serat.
 - b. Jumlah konsumsi serat yang disarankan adalah 20-35 gram per hari.

1.3.4 Hubungan Karbohidrat, Serat dengan Kadar Glukosa Darah

1. Hubungan Karbohidrat dengan Kadar Glukosa Darah

Dalam pelaksanaan terapi nutrisi medis, asupan karbohidrat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah karena hasil akhir dari metabolisme karbohidrat adalah glukosa (Almatsier, 2010) . Dalam proses metabolismenya, karbohidrat akan dibentuk menjadi monosakarida atau gula sederhana yang kemudian

diserap oleh usus yang kemudian masuk dalam peredaran darah (Siregar, 2014). Selain jumlah, perlu diperhatikan juga jenis karbohidrat yang dikonsumsi, karena jenis karbohidrat akan mempengaruhi kadar glukosa darah.

2. Hubungan Serat dengan Kadar Glukosa Darah

Serat pangan memiliki manfaat dalam penanggulangan penyakit diabetes. Serat pangan menyerap dan mengikat air serta glukosa yang kemudian mengurangi ketersediaan glukosa. Asupan serat yang cukup mengakibatkan terjadinya kompleks karbohidrat dan serat menyebabkan berkurangnya daya cerna karbohidrat. Keadaan tersebut dapat meredam naiknya glukosa darah sehingga menjadikannya tetap terkontrol (Santoso, 2015).

1.3.5 Pengukuran Asupan Karbohidrat dan Serat

Data asupan karbohidrat dan serat diperoleh melalui metode *recall* 24 jam yang dilakukan dengan pencatatan jenis dan jumlah dari bahan makanan yang dikonsumsi pada periode 24 jam yang lalu.

Langkah-langkah pelaksanaan *recall* 24 jam menurut (Supriasa, 2012) :

1. Petugas atau pewawancara menanyakan kembali dan mencatat semua makanan dan minuman yang dikonsumsi responden dalam ukuran rumah tangga (URT), dengan menggunakan *food models* terstandar atau foto/gambar alat terstandar, atau sampel nyata makanan serta dengan menggunakan alat makanan yang digunakan responden tersebut selama kurun waktu 24 jam yang lalu.
2. Dalam metode ini, responden/ibu atau pengasuh (jika anak masih kecil) diminta menceritakan semua makanan yang dimakan dan diminum selama 24 jam yang lalu (kemarin). Biasanya, waktu yang diambil dimulai sejak responden bangun pagi kemarin sampai istirahat tidur malam harinya, atau dapat juga dimulai dari waktu saat dilakukan wawancara mundur ke belakang sampai 24 jam penuh. Urutan waktu makan sehari dapat disusun berupa makan pagi, siang, malam, dan snack serta makanan jajanan.

3. Pengelompokan bahan makanan dapat berupa makanan pokok, sumber protein nabati, sumber protein hewani, sayuran, buah-buahan, dll. Makanan yang dikonsumsi diluar rumah juga dicatat.
4. Petugas melakukan konversi dari URT ke dalam ukuran berat (gram). Dalam menaksir/memperkirakan URT kedalam ukuran berat (gram) pewawancara menggunakan berbagai alat bantu seperti contoh ukuran rumah tangga (piring, mangkok, gelas, sendok, dan lain-lain) atau model makanan (*food model*). Makanan yang dikonsumsi dapat dihitung dengan alat bantu ini atau dengan menimbang langsung contoh makanan yang akan dimakan berikut informasi tentang komposisi makanan jadi.