

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Diabetes Melitus**

#### **1. Definisi Diabetes Melitus**

Diabetes melitus adalah suatu penyakit yang dapat menimbulkan gejala pada seseorang ditandai dengan adanya peningkatan pada kadar glukosa darah atau disebut (Hiperglikemia) akibat penurunan sekresi insulin, aktifitas insulina atau keduanya (Soegondo, 2011).

Diabetes Melitus atau yang lebih dikenal dengan penyakit kencing manis merupakan penyakit yang dapat berlangsung selama satu tahun atau lebih yang dapat diderita seumur hidup (Sitohang, 2017). Menurut Buraerah (2010) penyakit ini ditandai dengan terjadinya hiperglikemia dan gangguan metabolisme pada karbohidrat, lemak, dan protein yang dapat dihubungkan dengan kekurangan secara absolut atau relatif dari kerja sekresi insulin. Saputri (2016) menyatakan diabetes melitus dapat disebabkan oleh gangguan pada metabolisme yang terjadi pada organ pankreas berupa peningkatan gula darah atau disebut dengan kondisi Hiperglikemia yang disebabkan karena jumlah insulin pada pankreas menurun.

#### **2. Klasifikasi**

Menurut *American Diabetes Assosiation/World Health Organization* (2015), Diabetes Melitus diklasifikasikan menjadi 4 jenis berdasarkan penyebabnya, yaitu:

##### **a. Diabetes Melitus Tipe 1**

Diabetes Melitus tipe 1 merupakan penyakit yang ditandai dengan terjadinya kerusakan sel  $\beta$  pada organ pankreas yang disebabkan oleh proses autoimmune, akibat yang terjadi yaitu defisiensi insulin absolut sehingga penderita memerlukan insulin dari luar (eksogen) karena agar dapat mempertahankan kadar gula darah dalam batas normal, bisa juga disebut dengan *Juvenile Diabetes* atau *Insulin Dependent Diabetes Melitus* (IDDM). Penyakit ini pada awal kemunculan kebanyakan penderita yang mengalami Diabetes Melitus Tipe I memiliki kesehatan dan berat badan yang cukup baik

serta respon tubuh terhadap insulin masih normal. Diabetes Melitus Tipe I tergolong penyakit yang tidak dapat dicegah maupun dengan cara diet atau olahraga. Kehilangan sel  $\beta$  pankreas penderita Diabetes Melitus Tipe 1 menjadi penyebab utama pada kesalahan reaksi autoimunitas yang menghancurkan sel  $\beta$  pankreas.

b. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe 2 terjadi karena resistensi insulin sehingga terjadi berkurangnya jumlah reseptor insulin pada permukaan sel walaupun jumlah insulin tidak berkurang. Hal ini menyebabkan meskipun jumlah insulin tersedia tetapi glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel. Keadaan ini disebabkan oleh faktor obesitas, diet tinggi lemak dan rendah karbohidrat, kurangnya aktivitas fisik serta faktor keturunan.

c. Diabetes Melitus Gestational (DMG)

Diabetes tipe ini ditemukan pada saat kehamilan yang mengalami gangguan toleransi glukosa, kebanyakan penderita Diabetes tipe ini yaitu wanita hamil yang belum pernah mengidap diabetes tetapi memiliki kadar gula darah cukup tinggi selama kehamilan, hal ini dapat dikatakan menderita diabetes gestational. Bagi wanita penderita Diabetes Gestational memiliki kadar glukosa yang relatif normal selama kehamilan pada usia paruh pertama kehamilan yaitu sekitar usia 5 bulan dan pada kasus ini penderita juga bisa mengalami defisiensi insulin relative pada paruh kedua, tetapi kadar gula darah biasanya dapat kembali menjadi normal setelah melahirkan.

d. Diabetes Melitus Tipe Lain

Menurut Perkeni (2011) pada diabetes jenis ini berhubungan dengan keadaan timbulnya hiperglikemia pada usia dini umumnya sebelum usia 25 tahun. Hal ini disebabkan karena adanya penyakit lain seperti, kelainan genetik yang spesifik (kerusakan genetik sel  $\beta$  pankreas dan kerja insulin), penyakit pada pankreas, gangguan endokrin lain, infeksi, obat-obatan dan beberapa bentuk lain yang jarang.

## **2.2 Diabetes Melitus Tipe 2**

### **1. Definisi Diabetes Melitus Tipe 2**

Diabetes melitus tipe 2 adalah penyakit hiperglikemik karena suatu sel tubuh tidak sensitif terhadap hormon insulin. Kadar sel Insulin mungkin sedikit berkurang atau berada dalam batas normal, karena insulin tetap dihasilkan oleh sel-sel beta pankreas, maka diabetes mellitus tipe 2 dianggap sebagai *non insulin dependent diabetes*, yaitu diabetes yang tidak tergantung pada insulin (Slamet, 2008). Sutanto (2013) berpendapat bahwa pada Diabetes Melitus tipe II pankreas tetap menghasilkan insulin pada tubuh tetapi pada tubuh menyebabkan efek membentuk kekebalan, sehingga terjadi kekurangan insulin, juga disebut dengan resisten insulin.

### **2. Etiologi Diabetes Melitus Tipe 2**

Menurut Marewa (2015), terjadinya diabetes melitus disebabkan karena berkurangnya kadar insulin atau tidak adanya insulin yang menyebabkan kadar gula dalam darah menjadi tinggi. Tidak adanya insulin pada tubuh karena pengaruh fungsi pankreas yang menurun, atau karena kemampuan insulin berkurang yang menyebabkan terjadinya resistensi insulin. Resistensi insulin adalah kondisi jaringan sel tubuh sudah tidak bisa memberikan respon serta sel akan menolak insulin yang akan masuk ke dalam jaringan sel sehingga dapat menyebabkan sistem metabolisme sel terganggu. Pada pankreas akan bekerja lebih keras agar insulin yang dihasilkan lebih banyak dari biasanya sehingga dapat membuat kadar gula darah di dalam darah tetap dalam kondisi yang normal. Pankreas akan melakukan tugasnya dengan baik jika masih dalam kondisi yang normal dan sehat. Pankreas bisa mengalami kerusakan karena terus selalu bekerja untuk menghasilkan insulin yang dapat menyebabkan kerusakan pada sel beta pankreas sehingga tidak bisa melakukan tugasnya secara optimal. Produksi insulin jika pankreas mengalami kerusakan tentunya akan berdampak pada kadar insulin yang ada di dalam darah tidak mencukupi untuk menormalkan kadar gula darah sehingga mengakibatkan gula darah pada tubuh akan meningkat.

### 3. Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe 2

Terdapat beberapa keadaan yang berperan dalam perkembangan patofisiologi dalam diabetes melitus tipe 2, yaitu :

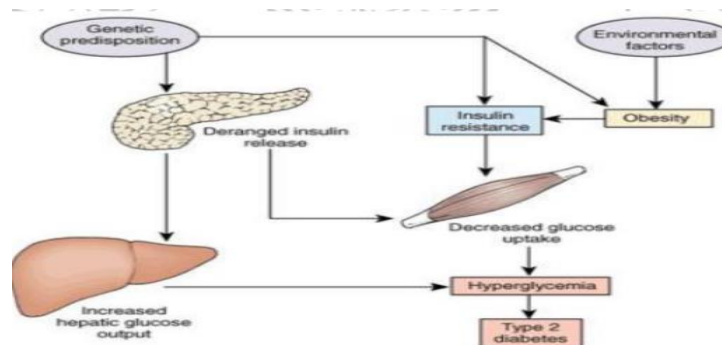
#### a. Resistensi Insulin

Kurangnya sekresi pada insulin bukan menjadi penyebab utama diabetes melitus tipe 2 akan tetapi hal ini disebabkan oleh sel-sel sasaran insulin yang gagal atau tidak mampu untuk merespon insulin secara normal atau disebut juga dengan resistensi insulin (Bennett, 2000)

Resistensi insulin bisa terjadi karena faktor dari obesitas, kurangnya aktivitas fisik , dan penuaan. Defisiensi fungsi insulin pada penderita diabetes melitus tipe II hanya bersifat relative dan tidak absolut (Hastuti, 2008).

#### b. Disfungsi sel B Pankreas

Sel B telah menunjukkan gangguan pada sekresi insulin fase pertama, artinya resistensi insulin gagal dikompensasi dengan sekresi insulin, jika tidak ditangani dengan baik, akan terjadi kerusakan sel-sel B pankreas pada perkembangan selanjutnya. Kerusakan sel-sel B inilah yang terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan defisiensi insulin, sehingga akhirnya penderita sangat memerlukan insulin eksogen. Kedua faktor umum yang memang ditemukan pada penderita diabetes melitus tipe II, yaitu resistensi insulin dan defisiensi insulin (Harding, 2003).



Gambar 1. Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe 2 (Grossman, 2014)

Faktor genetik dan faktor lingkungan seperti pola hidup yang tidak sehat merupakan faktor yang mengakibatkan disfungsi sel beta

pankreas. Penderita diabetes melitus tipe II predisposisi genetik atau versi gen yang membuat seseorang menjadi rentan terkena penyakit yang terjadi akibat penyerapan insulin terganggu sehingga membuat produksi glukosa di hati meningkat dan hiperhlikemia. Obesitas merupakan penyebab dari faktor lingkungan seperti pola makan yang tidak sehat, dari obesitas inilah dapat mengakibatkan terjadinya resistensi insulin. Apabila insulin di dalam sel tidak bekerja secara optimal maka mengakibatkan penurunan penyerapan glukosa di otot sehingga terjadi hiperglikemia.

#### **4. Faktor Risiko Diabetes Melitus Tipe 2**

Prevalensi penyakit Diabetes Melitus yang tinggi dan semakin meningkat dapat menyebabkan timbulnya komplikasi yang cukup berat, serta mempengaruhi pada kualitas sumber daya manusia dan adanya kenaikan pada biaya kesehatan yang cukup besar, oleh karena itu penyakit Diabetes Melitus Tipe 2 dapat dicegah dengan mengetahui faktor risikonya (Kemenkes, 2014). Perkeni (2021) menyimpulkan faktor risiko Diabetes Melitus Tipe 2 dibagi menjadi dua golongan yaitu faktor risiko yang dapat diubah (FRDD) dan faktor risiko yang tidak dapat diubah (FRTDD). Berikut merupakan faktor risiko yang tidak dapat diubah diantaranya yaitu:

1. Jenis kelamin
2. Faktor genetik atau riwayat keluarga
3. Faktor usia risiko untuk menderita intoleransi glukosa meningkat seiring dengan meningkatnya usia. Usia > 40 tahun harus dilakukan skrining DM Tipe 2
4. Tingkat Pendidikan
5. Riwayat melahirkan bayi dengan BB lahir bayi > 4000 gram atau riwayat pernah menderita DM gestasional (DMG).
6. Riwayat lahir dengan berat badan rendah, kurang dari 2,5 kg. Bayi yang lahir dengan BB rendah mempunyai risiko yang lebih tinggi dibanding dengan bayi yang lahir dengan BB normal.

Faktor risiko yang dapat diubah diantaranya yaitu:

1. Pola makan yang tidak sehat
2. Tingkat stress
3. Obesitas (Berat badan lebih (IMT >23 kg/m<sup>2</sup>)
4. Aktivitas fisik
5. Tingkat pengetahuan
6. Dislipidemia (HDL < 35 mg/dL dan/atau trigliserida > 250 mg/dL)
7. Hipertensi (> 140/90 mmHg)
8. Diet tak sehat (unhealthy diet). Diet dengan tinggi glukosa dan rendah serat akan meningkatkan risiko menderita prediabetes/intoleransi glukosa dan DM tipe 2.
9. Riwayat gula darah
10. Durasi tidur

Dari dua faktor risiko tersebut menurut penelitian studi literatur Sari & Adelina (2020) menyimpulkan bahwa faktor risiko yang dapat diubah paling dominan yaitu pola makan tidak sehat, tingkat stres, IMT obesitas, dan aktivitas fisik, sedangkan pada faktor risiko yang tidak dapat diubah yang paling dominan ialah jenis kelamin dan riwayat keluarga DM.

## **5. Tanda dan Gejala Diabetes Melitus Tipe 2**

Menurut Dewi (2014), tanda dan gejala-gejala khas pada diabetes melitus tipe II yaitu:

- a. Banyak minum karena terasa haus terus-menerus (Polidipsi)
- b. Sering buang air kencing (Poliuri)
- c. Banyak makan (Poliphagi)
- d. Berat badan mengalami penurunan yang drastis
- e. Kelelahan
- f. Luka sulit sembuh
- g. Gatal-gatal pada tubuh (Pruritus)
- h. Pada luka mengalami infeksi
- i. Transtoric Refraction Anoalies (refraksi mata mudah berubah)
- j. Katarak
- k. Gejala saraf
- l. Serangan jantung

## 6. Diagnosis Diabetes Melitus Tipe 2

Setelah mengetahui tanda dan gejala yang khas maka diketahui diagnosisnya yaitu menurut Perkeni (2021) hasil pemeriksaan yang tidak memenuhi kriteria normal atau kriteria Diabetes Melitus digolongkan ke dalam kelompok prediabetes yang meliputi toleransi glukosa terganggu (TGT) dan glukosa darah puasa terganggu (GDPT). Diagnosis berdasarkan hasil pemeriksaan HbA1c yang menunjukkan kadar diabetes >6,5 %, kadar prediabetes 5,7-6,4%, dan kadar yang normal <5,7 %. Tes hemoglobin terglikosilasi, yang disebut juga sebagai glikohemoglobin, atau hemoglobin glikosilasi (disingkat sebagai HbA1c), merupakan cara yang digunakan untuk menilai efek perubahan terapi 8 - 12 minggu sebelumnya. Untuk melihat hasil terapi dan rencana perubahan terapi, HbA1c diperiksa setiap 3 bulan. 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: anemia, hemoglobinopati, riwayat transfusi darah 2 - 3 bulan terakhir, keadaan lain yang memengaruhi umur eritrosit dan gangguan fungsi ginjal. Karena keterbatasan pemeriksaan HbA1c akibat faktor - faktor di atas, maka terdapat cara lain seperti pemeriksaan glycated albumin (GA) yang dapat dipergunakan dalam pemantauan.

Pada hasil pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu yaitu > 200 mg/dL, glukosa darah puasa > 126 mg/dL hal tersebut sudah cukup untuk menegakkan diagnosis Diabetes Melitus. Pemeriksaan kadar glukosa memerlukan 2 kali abnormal untuk konfirmasi diagnosis Diabetes Melitus pada hari lain atau tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) yang abnormal. Pada keadaan khas hiperglikemia dengan dekompensasi metabolik akut, seperti ketoasidosis, berat badan yang menurun cepat tidak perlu adanya konfirmasi (Fatimah, 2015).

Ada perbedaan antara tes Diagnostik dan pemeriksaan Diabetes Melitus dan pemeriksaan penyaring. Tes diagnostik dilakukan pada seseorang yang menunjukkan gejala Diabetes Melitus, sementara untuk pemeriksaan penyaring bertujuan untuk mengidentifikasi seseorang tanpa gejala, akan tetapi mempunyai resiko dengan kategori Diabetes

Melitus (usia > 45 tahun, berat badan lebih, terdapat hipertensi, riwayat keluarga DM, riwayat abortus berulang, melahirkan bayi > 4000 gr, kolesterol HDL  $\leq$  35 mg/dL, atau trigliserida > 250 mg/dL). Tes diagnostik dilakukan pada seseorang yang hasilnya positif tes penyaring (Waspadji, 2009).

Untuk mengetahui hasil dari pemeriksaan penyaring yaitu dilakukan pada pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu atau kadar glukosa darah puasa, kemudian dapat dilanjutkan dengan tes toleransi glukosa oral (TTGO) standar.

## **7. Empat Pilar Penatalaksanaan Diabetes Melitus**

Penatalaksanaan diabetes melitus sebagai upaya pengelolaan untuk mengendalikan kadar glukosa darah sehingga diabetes tidak berkembang menjadi penyakit lain. Terdapat enam pilar utama yaitu sebagai berikut:

### **1. Edukasi**

Pemberian edukasi pada penderita Diabetes Melitus perlu untuk dilakukan, menurut Perkeni (2021) menyatakan bahwa edukasi merupakan tujuan penting promosi hidup sehat karena sebagai upaya pencegahan dan bagian yang sangat penting dari pengelolaan Diabetes Melitus. berikut merupakan salah satu contoh anjuran perilaku hidup sehat bagi penyandang Diabetes Melitus:

- a. Mengikuti pola makan sehat.
- b. Meningkatkan kegiatan jasmani dan latihan jasmani yang Teratur.
- c. Menggunakan obat DM dan obat lainnya pada keadaan khusus secara aman dan teratur.
- d. Melakukan Pemantauan Glukosa Darah Mandiri (PGDM) dan memanfaatkan hasil pemantauan untuk menilai keberhasilan pengobatan.
- e. Melakukan perawatan kaki secara berkala.
- f. Memiliki kemampuan untuk mengenal dan menghadapi keadaan sakit akut dengan tepat.



- g. Mempunyai keterampilan mengatasi masalah yang sederhana dan mau bergabung dengan kelompok penderita diabetes serta mengajak keluarga untuk mengerti pengelolaan DM.
- h. Mampu memanfaatkan fasilitas pelayanan kesehatan yang ada.

## **2. Pola makan**

Menurut Susanti dan Bistara (2018) dalam hal pengaturan pola makan bagi penderita diabetes melitus merupakan peranan penting dalam penatalaksanaan diabetes melitus. Jika seseorang penderita diabetes melitus tipe 2 tidak bisa mengatur pola makan dengan pengaturan 3J yaitu (jadwal, jenis, dan jumlah) maka akan mengakibatkan kadar gula darah mengalami peningkatan.

Berdasarkan Perkeni (2021) Terapi Nutrisi Medis atau yang disingkat TNM merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan bagi penderita diabetes melitus untuk mengendalikan kesehatan. Terdapat beberapa prinsip untuk pengaturan makan pada penderita diabetes melitus yang hampir sama dengan anjuran makan untuk masyarakat umum, yaitu makanan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi masing-masing individu. berikut komposisi makanan yang dianjurkan bagi penderita diabetes mellitus.

### **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.
- 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 energi.
- b) Komposisi lemak yang dianjurkan:
  - Lemak jenuh (SAFA) <7 % kebutuhan kalori.
  - Lemak tidak jenuh ganda (PUFA) <10 %.
  - Selebihnya dari lemak tidak jenuh tunggal.(MUFA) sebanyak 12-15%.
  - Rekomendasi perbandingan lemak jenuh: lemak tak jenuh tunggal: lemak tak jenuh ganda = 0.8 : 1.2: 1.
- 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 <200 mg/hari.

## 3. Protein

- a) Kebutuhan protein sebesar 10% 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 penderita dengan nefropati diabetik perlu penurunan asupan protein menjadi 0,8 g/Kg BB per hari atau 10% dari kebutuhan energi, dengan 65% diantaranya bernilai biologis tinggi. Untuk penderita DM yang sudah menjalani hemodialisis, asupan protein menjadi 1-1,2 g/KgBB per hari.

## 4. Natrium

- a) Anjuran asupan natrium untuk penderita DM sama dengan orang sehat yaitu <1500 mg perhari.
- b) Penderita 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 sumber karbohidrat yang tinggi serat.
- b) Anjuran konsumsi serat adalah 20-35 gram/hari yang berasal dari berbagai sumber bahan makanan.

### 6. Pemanis Alternatif

- a) Pemanis alternatif dikelompokkan menjadi pemanis berkalori dan pemanis tak berkalori.
- b) Pemanis berkalori perlu diperhitungkan kandungan kalornya sebagai bagian dari kebutuhan kalori, seperti glukosa alkohol dan fruktosa.
- c) 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.

### 3. Latihan Jasmani

Latihan kegiatan jasmani merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan Diabetes Melitus tipe 2, bisa dilakukan secara teratur sebanyak 3-5 kali per minggu, dan dilakukan selama 30-45 menit. Untuk melakukan latihan jasmani dianjurkan untuk mengecek glukosa darah, apabila kadar glukosa darah <100 mg/dL penderita harus mengonsumsi karbohidrat terlebih dahulu dan bila kadar glukosa darah >250 mg/dL maka penderita harus menunda latihan jasmani sampai kadar glukosa sudah membaik. Tidak hanya latihan jasmani saja tetapi kegiatan lainnya seperti berjalan kaki ke pasar, naik turun tangga, dan berkebun harus tetap dilakukan. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani bersifat aerobik seperti jalan kaki, bersepeda santai, jogging, dan berenang (Perkeni, 2021).

Ilyas (2009) menyatakan kegiatan latihan jasmani juga sangat membantu dalam pengaturan kadar glukosa darah. Masalah utama Diabetes Melitus tipe II yakni kurangnya respon terhadap insulin (resistensi insulin), hal ini menyebabkan insulin tidak bisa untuk mengirim glukosa ke dalam sel. Saat melakukan kegiatan olahraga, resistensi insulin berkurang namun sensitivitas insulin meningkat, hal ini yang dapat menyebabkan kebutuhan insulin berkurang, tetapi respon ini hanya terjadi ketika berolahraga dan bukan suatu efek yang menetap atau berlangsung lama sehingga menyebabkan olahraga harus dilakukan terus menerus. Olahraga pada penderita diabetes melitus tipe II juga sangat bermanfaat bagi tubuh sebagai glycemic control, menurunkan berat badan dan lemak pada tubuh.

#### **4. Terapi Farmakologis**

Penatalaksanaan penderita diabetes yang terakhir yaitu terapi farmakologis. Bagi penderita diabetes melitus pengendalian dalam pola makan dan melakukan aktivitas jasmani belum tentu cukup untuk mengendalikan kadar glukosa darah, oleh karena itu Perkeni (2021) menyatakan bahwa pengelolaan dalam terapi farmakologis berupa Obat Hipoglikemik Oral (OHO) dan Insulin. Berikut merupakan contoh obat dari Obat Hipoglikemik Oral (OHO) dan Insulin.

##### **a. Obat Hipoglikemik Oral (OHO)**

Berdasarkan cara kejanya, OHO dibagi menjadi 6 golongan:

- 1) Pemicu sekresi insulin (insulin secretagogue) : terdiri dari sulfonirurea dan glinid.
- 2) Peningkat sensitivitas terhadap insulin: terdiri dari metformin, tiazolidindion (TZD)
- 3) Penghambat Alfa Gluconeogenesis contoh obat acarbose bisa menggunakan metformin.
- 4) Penghambat sekresi glukosadi saluran pencernaan : penghambat alfa glukosidasi
- 5) Penghambat enzim Dipeptidil Peptidase-4 yang termasuk dalam golongan ini adalah vildagliptin, linagliptin, sitagliptin, saxagliptin dan alogliptin.

6) Penghambat enzim Sodium Glucose co-Transporter 2

b. Obat Antihiperglikemia Suntik

1) Insulin (digunakan pada saat HbA1c saat diperiksa  $>7.5\%$  dan sudah menggunakan satu atau dua obat antidiabetes, HbA1c saat diperiksa  $> 9\%$  ,Penurunan berat badan yang cepat ,Hiperglikemia berat yang disertai ketosis ,Krisis hiperglikemia gagal dengan kombinasi OHO dosis optimal, dsb)

2) Agonis GLP-1/ *Incretin mimetic* (GLP-1 RA adalah obat yang disuntikkan secara subkutan untuk menurunkan kadar glukosa darah, dengan cara meningkatkan jumlah GLP-1 dalam darah)

c. Terapi Kombinasi

Pengaturan diet dan kegiatan jasmani merupakan hal yang utama dalam penatalaksanaan DM, namun bila diperlukan dapat dilakukan bersamaan dengan pemberian obat antihiperglikemia oral tunggal atau kombinasi sejak dini. Pemberian obat antihiperglikemia oral maupun insulin selalu dimulai dengan dosis rendah, untuk kemudian dinaikkan secara bertahap sesuai dengan respon kadar glukosa darah. Terapi kombinasi obat antihiperglikemia oral, baik secara terpisah ataupun fixed dose combination, harus menggunakan dua macam obat dengan mekanisme kerja yang berbeda. Pada keadaan tertentu apabila sasaran kadar glukosa darah belum tercapai dengan kombinasi dua macam obat, dapat diberikan kombinasi dua obat antihiperglikemia dengan insulin. Pada pasien yang disertai dengan alasan klinis dan insulin tidak memungkinkan untuk dipakai, maka dapat diberikan kombinasi tiga obat oral. terapi dapat diberikan kombinasi tiga obat antihiperglikemia oral.

d. Kombinasi Insulin Basal dengan GLP-1 RA

Manfaat insulin basal terutama adalah menurunkan glukosa darah puasa, sedangkan GLP-1 RA akan menurunkan glukosa darah setelah makan, dengan target akhir adalah penurunan HbA1c. Manfaat lain dari kombinasi insulin basal dengan GLP-1

RA adalah rendahnya risiko hipoglikemia dan mengurangi potensi peningkatan berat badan. Keuntungan pemberian secara terpisah adalah pengaturan dosis yang fleksibel dan terhindar dari kemungkinan interaksi obat, namun pasien kurang nyaman karena harus menyuntikkan 2 obat sehingga dapat menurunkan tingkat kepatuhan pasien.

## **2.3 Kadar HbA1c**

### **1. Definisi**

HbA1 merupakan singkatan dari hemoglobin glikosilat, terdapat 3 jenis dari HbA1 yaitu HbA1a, HbA1b, dan HbA1c. Dari keseluruhan hemoglobin total, HbA1c merupakan komponen terpenting dan terbanyak yaitu sekitar 4-5%. HbA1c inilah yang merupakan ikatan antara glukosa dengan hemoglobin sedangkan untuk jenis lainnya merupakan ikatan antara hemoglobin dan heksosa yang lain.

Eritrosit akan menyimpan HbA1c dalam tubuh dan akan terurai secara bertahap bersama dengan masa hidup sel darah merah (rata-rata umur sel darah merah adalah 120 hari). Jumlah HbA1c terbentuk adalah yang sesuai dengan konsentrasi glukosa darah serta HbA1c dapat menggambarkan konsentrasi glukosa darah rata-rata selama 2-3 bulan terakhir (Braatvedt, 2012).

Pemeriksaan GA (Glycated Albumin) dapat digunakan untuk menilai indeks kontrol glikemik yang tidak dipengaruhi oleh gangguan metabolisme hemoglobin dan masa hidup eritrosit seperti HbA1c. Pemeriksaan HbA1c merupakan indeks kontrol glikemik jangka panjang (2-3 bulan). Sedangkan proses metabolik albumin terjadi lebih cepat daripada hemoglobin dengan perkiraan 15-20 hari sehingga GA merupakan indeks kontrol glikemik jangka menengah. Beberapa gangguan seperti sindroma nefrotik, pengobatan steroid, obesitas berat dan gangguan fungsi tiroid dapat memengaruhi kadar albumin yang berpotensi memengaruhi nilai pengukuran GA (Perkeni, 2021).

Pemeriksaan HbA1c memang penting untuk menentukan terapi dan eskalasi terapi, namun tidak setiap fasilitas kesehatan bisa melaksanakan pemeriksaan HbA1c. Pada kondisi dimana tidak bisa

dilakukan pemeriksaan HbA1c maka bisa dipergunakan konversi dari rerata glukosa darah puasa dan atau glukosa 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 yang dimodifikasi (Tabel 2). Tabel konversi yang dimodifikasi ini tidak secara akurat menggambarkan HbA1c sesungguhnya dan hanya dipergunakan pada keadaan bila pemeriksaan HbA1c tidak dapat dilakukan.

Tabel 1 Konversi Glukosa Darah Rerata ke Perkiraan HbA1C

HbA1C	Rerata Glukosa Plasma (mg/dL) selama 3 bulan terakhir	Rerata Glukosa Darah Puasa 3 bulan terakhir (mg/dL)	Rerata Glukosa Darah Post Prandial 3 bulan terakhir (mg/dl)
6	126 (100-152)		
5.5-6.49		122 (177-217)	144 (139-148)
6.5-6.99		142 (135-150)	164 (159-169)
7	154 (123-185)		
7.0-7.49		152 (143-162)	176 (170-183)
7.5-7.99		167 (157-177)	189 (180-197)
8	183 (147-217)		
8.0-8.5		178 (164-192)	206 (195-217)
9	212		
10	240		
11	269		
12	298		

Sumber : (ADA, 2019)

## 2. Nilai Kontrol HbA1c pada Diabetes Melitus

Terdapat perbedaan mengenai kadar glukosa dan kadar Hba1c. Kadar glukosa darah mengalami kondisi naik turun dari menit ke menit, jam ke jam, dan hari-ke hari. Kadar HbA1c mengalami perubahan secara perlahan, sehingga dapat mengetahui kualitas dari kontrol glukosa darah (ADA, 2011)

Menurut Clinical Practice Recommendation yang diterbitkan oleh American Diabetes Association (ADA) nilai sasaran kadar HbA1c pada pasien DM dewasa (tidak hamil) adalah <7,0% bahwa sebagai tanda status kendali metabolik yang baik, dan dapat dijadikan sebagai pedoman untuk mengurangi resiko penyakit mikrovaskular (Baziad, 1996).

Menurut Waspadji (2009) dalam Buku Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu yang mengklasifikasikan tentang kriteria pengendalian Diabetes Melitus melalui nilai kadar HbA1c yaitu :

- a) Nilai HbA1c <6,5% : Baik
- b) Nilai HbA1c 6,5 – 8% : Sedang
- c) Nilai HbA1c >8% : Buruk

### 3. Persyaratan Pengukuran HbA1c

Pengukuran kadar glukosa darah hanya memberikan informasi mengenai homeostasis glukosa yang sesaat dan tidak dapat digunakan untuk mengevaluasi pengendalian glukosa jangka panjang (beberapa minggu atau bulan sebelumnya). Untuk keperluan ini dilakukan pengukuran hemoglobin terglykosilasi dalam eritrosit atau juga dinamakan hemoglobin glikosilat atau hemoglobin A1c (HbA1c) (Masruroh,2018).

Hemoglobin glikosilat atau HbA1c dapat diukur dengan beberapa metode, seperti kromatografi afinitas, elektroforesis, immunoassay, atau metode afinitas boronat. Hemoglobin glikosilat atau HbA1c dapat diukur dengan beberapa metode, seperti kromatografi afinitas, elektroforesis, immunoassay, atau metode afinitas boronat.

Spesimen yang digunakan untuk pengukuran HbA1c adalah : darah kapiler atau vena dengan antikoagulan (EDTA, sitrat, atau heparin). Hindari terjadinya hemolisis selama pengumpulan sampel. Batasan asupan karbohidrat sebelum dilakukan uji laboratorium sifatnya dianjurkan (Waspadji, 2009).

Faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran kadar HbA1c adalah sebagai berikut:

- Anemia dapat menyebabkan hasil uji yang rendah.
- Hemolisis spesimen dapat menyebabkan hasil uji yang tidak akurat.
- Terapi heparin dapat menyebabkan hasil positif palsu.
- Setelah transfus darah hasil pembacaan HbA1c mungkin berubah.
- Kenaikan kadar HbF pada talasemia dapat menyulitkan interpretasi.



Dan juga terdapat masalah klinis diantaranya diabetes melitus tidak terkontrol, hiperglikemia, diabetes melitus yang baru terdiagnosis, alkohol, kehamilan, hemodialysis, pengaruh obat diantaranya kortison jangka panjang, ACTH, penurunan kadar hemoglobin yaitu anemia (pernisiosa, hemolitik, sel sabit), talasemia, kehilangan darah jangka panjang, gagal ginjal kronis (Braatvedt, 2012).

## **2.4 Glukosa Darah**

### **1. Definisi**

Glukosa darah adalah gula yang terdapat di dalam darah, gula tersebut berasal dari karbohidrat dalam makanan dan pada hati dan otot rangka gula dapat disimpan dalam bentuk glikogen (Fever, 2007). Menurut Dorland (2010) gula darah adalah sumber energi utama organisme hidup pada darah memiliki kegunaan yang dapat dikontrol oleh insulin. Menurut Perkeni (2015) kadar glukosa darah dapat diperiksa dalam kondisi puasa atau juga pada saat pasien datang untuk diperiksa, dengan hasil kadar pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu  $>200$  mg/dL, sedangkan untuk hasil kadar glukosa darah saat puasa yaitu  $>126$  mg/dL. Syauqy (2015) Menyatakan glukosa darah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, faktor utama terjadinya pengaruh pada kadar glukosa darah antara lain terjadinya pola makan yang salah, obat, umur dan kurangnya aktivitas fisik.

## 2. Nilai Normal Kadar Glukosa Darah

Tabel 2 Nilai Kadar Glukosa Darah Sewaktu dan Kadar Glukosa Darah Puasa

<b>Glukosa Darah</b>	<b>Jenis</b>	<b>Bukan Diabetes Melitus</b>	<b>Belum pasti Diabetes Melitus</b>	<b>Diabetes Melitus</b>
<b>Kadar Glukosa Darah Sewaktu (mg/dL)</b>	Plasma Vena	<100	100-199	>200
	Darah Kapiler	<90	100-125	>200
<b>Kadar Glukosa Darah Puasa (mg/dL)</b>	Plasma Vena	<100	100-125	>126
	Darah Kapiler	<90	90-99	>100

sumber: (Perkeni, 2015)

### 2.5 Tingkat Konsumsi Karbohidrat dan Serat

#### 1. Karbohidrat

Tingkat konsumsi karbohidrat adalah perbandingan kandungan karbohidrat yang dikonsumsi seseorang atau kelompok orang yang dibandingkan dengan kebutuhan tiap individu. Setiap 1 gram karbohidrat yang dikonsumsi menghasilkan energi sebesar 4 kkal dan energi hasil proses oksidasi (pembakaran) karbohidrat ini kemudian akan digunakan oleh tubuh untuk menjalankan berbagai fungsi-fungsinya seperti bernapas, kontraksi jantung dan otot, serta menjalankan berbagai aktivitas fisik seperti berolahraga atau bekerja. Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi yang sangat diperlukan bagi tubuh manusia karena berfungsi untuk menghasilkan energi bagi tubuh. Karbohidrat memiliki golongan senyawa-senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hydrogen, dan oksigen (Sumardjo, 2008).

Karbohidrat dibagi menjadi dua golongan yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Pada karbohidrat sederhana terdiri dari monosakarida yang termasuk dalam komponen molekul dasar

karbohidrat, disakarida terbentuk dari dua monosa yang dapat saling terikat, dan terakhir oligosakarida adalah gula yang memiliki rantai pendek, dibentuk oleh galaktosa, glukosa, dan fruktosa. Karbohidrat kompleks terdiri polisakarida, molekul ini tersusun lebih dari dua ikatan monosakarida dan serat yang juga dinamakan dengan polisakarida nonpati (Siregar, 2014).

Terdapat beberapa penyakit yang berhubungan dengan kelainan metabolisme karbohidrat, salah satunya yaitu diabetes melitus. Penyakit diabetes melitus ini ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah atau yang disebut dengan Hiperglikemia. Hiperglikemia disebabkan oleh glukosa dalam darah yang tidak dapat digunakan oleh tubuh dengan baik karena akibat defisiensi insulin maupun resistensi insulin. Insulin yang terganggu meskipun konsentrasinya sering meningkat hal ini dapat menyebabkan abnormalitas dalam pengendalian jalur-jalur reaksi di dalam proses metabolisme karbohidrat (Firani, 2017).

Kadar gula darah pada efek karbohidrat sangat kompleks. Berbagai sumber gula dengan proses pengolahan yang dimurnikan (*refined sugar*) akan lebih cepat diserap dibandingkan dengan karbohidrat yang sumbernya berasal dari pati atau makanan berserat contohnya seperti sereal atau buah yang disebut dengan karbohidrat kompleks. Kuantitas glikemia dalam makanan ditentukan oleh Indeks Glikemik (IG), makanan dengan IG tinggi akan mengakibatkan kenaikan kadar glukosa darah lebih cepat sehingga bagi penderita diabetes melitus agar lebih memperhatikan dalam memilih makanan, tentunya dengan kandungan IG yang rendah (Azrimaidaliza, 2011).

Sumber karbohidrat yaitu merupakan olahan dari padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan kering, dan gula. Hasil olahan dari bahan tersebut yaitu bahun, mie, roti, tepung-tepungan, selai, sirup, dan sebagainya. Sayur dan buah banyak yang tidak mengandung karbohidrat, sayur yang terdapat kandungan karbohidrat yang relatif banyak yaitu sayur seperti umbi-umbian contohnya wortel dan bit, serta sayur kacang-kacangan. Sumber karbohidrat sebagai makanan pokok masyarakat Indonesia yang paling banyak dimakan adalah beras, jagung, ubi, talas, singkong, dan sagu (Almatsier, 2009).

Makanan pokok atau umumnya digunakan peneru nasi, dengan satu porsi nasi setara dengan  $\frac{3}{4}$  gelas atau 100 gram, mengandung 175 kalori, 4 gram protein, dan 40 gram karbohidrat. Salah satu sumber karbohidrat lain yaitu diperoleh dari gula yang termasuk dalam karbohidrat sederhana, gula ini biasanya dicampur ke minuman seperti teh, kopi, susu, dan lainnya. Gula termasuk sumber karbohidrat tetapi bukan sumber energi utama, sumber energi utama adalah karbohidrat kompleks (nasi, kentang, bihun, jagung, mie).

Komposisi karbohidrat yang dianjurkan dalam sehari menurut Perkeni (2021) adalah:

- 1) Karbohidrat yang dianjurkan sebesar 45-65% total asupan energi. Terutama karbohidrat yang berserat tinggi.
- 2) Pembatasan karbohidrat total < 130 g/hari.
- 3) Glukosa dalam bumbu diperbolehkan sehingga penyandang diabetes dapat makan sama dengan makanan keluarga yang lain.
- 4) Sukrosa tidak boleh lebih dari 5% total asupan energi.
- 5) Dianjurkan makan tiga kali sehari dan bila perlu dapat diberikan makanan selingan seperti buah atau makanan lain sebagai bagian dari kebutuhan kalori sehari.

Kategori Tingkat Konsumsi merupakan interpretasi hasil AKG dari suatu populasi dan individu dapat menggunakan persen kecukupan dari berbagai sumber seperti menggunakan sumber dari WNPG (2004). Hal ini menggambarkan tingkat konsumsi energi dan zat gizi tertentu sesuai dengan tujuan pengumpulan data survey konsumsi.

## **2. Serat**

Serat adalah penyusun dinding sel tumbuhan dari golongan Polisakrida non pati (Almatsier, 2009). Sunarti (2018) Menyatakan klasifikasi serat dibedakan menjadi dua macam yaitu serat pangan larut air atau yang disebut dengan *Soluble Dietary Fiber* dan serat pangan tidak larut air atau yang disebut dengan *Insoluble Dietary Fiber*. Mengonsumsi serat larut air sangat dibutuhkan bagi penderita diabetes melitus karena mempunyai peranan dalam tubuh diantaranya mampu membentuk larutan yang kental disebut dengan viskus sehingga dapat memperlambat pengosongan pada lambung dan memperlambat penyerapan glukosa

sehingga dapat mengurangi kenaikan kadar glukosa plasma setelah makan. Upaya penderita diabetes dalam hal mengonsumsi makanan salah satunya yaitu mengonsumsi serat larut air yang bermanfaat dalam mengontrol kadar glukosa darah. Contoh makanan yang memiliki kandungan serat larut air yang relatif tinggi yaitu buah-buahan, gandum, dan kacang-kacangan.

Pasien Diabetes Melitus dianjurkan mengonsumsi serat dari kacang-kacangan, buah, sayuran serta sumber karbohidrat yang tinggi serat dan jumlah konsumsi serat yang disarankan adalah 20-35 gram per hari yang berasal dari berbagai sumber bahan makanan (Perkeni, 2021). Makanan berserat dapat memberikan kandungan serat pangan, vitamin, dan mineral serta substansi lain ke dalam tubuh yang penting bagi kesehatan. Serat makanan banyak berasal dari sayuran, buah-buahan, kacang-kacangan, dan gandum (Azrimaidaliza, 2011). Dreher (2001) menyatakan bahwa kandungan serat pada sayuran dan buah-buahan lebih sedikit dari gandum untuk konsumsi per gram hal ini disebabkan karena terdapat kandungan air yang tinggi pada sayuran dan buah-buahan. serta makanan pada serat larut air memiliki jumlah sedikit tetapi, tetapi memiliki efek penting dalam pencernaan terutama di dalam usus. Kategori Tingkat Konsumsi merupakan interpretasi hasil AKG dari suatu populasi dan individu dapat menggunakan persen kecukupan dari berbagai sumber seperti menggunakan sumber dari WNPG (2004). Hal ini menggambarkan tingkat konsumsi energi dan zat gizi tertentu sesuai dengan tujuan pengumpulan data survey konsumsi.

## **2.6 Hubungan Tingkat Konsumsi Karbohidrat dan serat dengan Kadar HbA1c**

Konsumsi karbohidrat >65% dari kebutuhan mengakibatkan kadar HbA1c tinggi, karena penyandang DM tipe 2 memiliki kekurangan reseptor insulin sehingga menyebabkan rendahnya jumlah glukosa yang masuk ke dalam sel dan rendahnya laju oksidasi glikogenesis untuk merubah glukosa menjadi glikogen yang akan disimpan di hati dan otot sebagai cadangan energi. Tingginya asupan karbohidrat dan rendahnya reseptor insulin menyebabkan glukosa yang dihasilkan dari metabolisme karbohidrat yang dikonsumsi dalam

jumlah yang melebihi kebutuhan semakin meningkat di pembuluh darah dan tidak dapat dikendalikan dalam batas normal (Wang et al., 2018). Hal ini didukung juga dengan penelitian yang dilakukan Ratnawati (2012) yang menyatakan bahwa beras (nasi putih) merupakan makanan sumber energi yang memiliki kandungan karbohidrat dan memiliki indeks glikemik tinggi, sehingga mengakibatkan dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah. Menurut Tandra H. (2014) glukosa darah yang tinggi akan diikat oleh molekul hemoglobin (Hb) dalam darah selama usia hemoglobin yaitu 120 hari. Semakin tinggi glukosa darah semakin banyak molekul hemoglobin yang berikatan dengan gula.

Konsumsi serat sesuai kebutuhan dapat menimbulkan rasa kenyang akibat masuknya karbohidrat kompleks yang menyebabkan menurunnya selera makan dan akhirnya menurunkan konsumsi makan, disamping itu serat juga mengandung kalori rendah serta kandungan indeks glikemiknya juga rendah sehingga dapat menurunkan kadar HbA1c dalam tubuh (Paruntu dkk., 2018) . Berbagai jenis serat memiliki kemampuan dalam meningkatkan kontrol diabetes secara jangka pendek. Serat pangan yang memiliki viskositas tinggi mampu memperlambat tingkat penyerapan karbohidrat dalam saluran pencernaan dan mengurangi jumlah karbohidrat yang masuk ke dalam usus besar (Widyaningsih dkk., 2017). Serat lebih lama dicerna oleh tubuh sehingga dapat memperlambat peningkatan kadar glukosa darah, mengurangi penggunaan insulin, dan mengurangi beban pankreas dalam memproduksi insulin (Rendi, 2013). Penelitian lain juga menyebutkan serat yang masih utuh dalam usus besar kemudian difermentasi oleh bakteri di usus besar membentuk Short-Chain Fatty Acid (SCFA). Pembentukan SCFA ini menginduksi sekresi hormon Glucagon Like Peptide-1 (GLP-1), Gastric Inhibitory Polypeptide (GIP), dan Peptide YY (PYY) yang akan meningkatkan sensitivitas insulin dan akhirnya menyebabkan penurunan kadar glukosa dalam darah (Press, 2018).

## **2.7 Hubungan Tingkat Konsumsi karbohidrat dan Serat dengan Kadar**

### **Glukosa Darah Puasa**

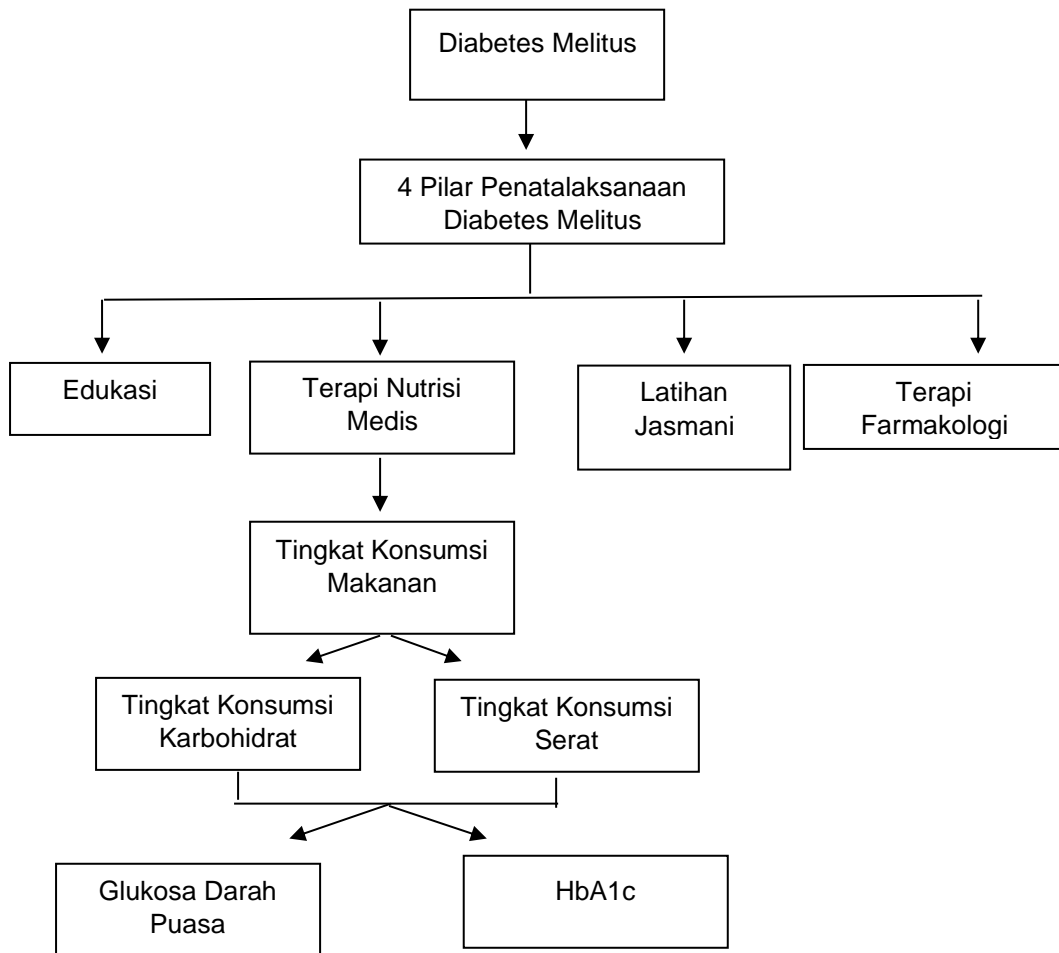
Mekanisme hubungan konsumsi karbohidrat dengan kadar glukosa darah sebagai berikut karbohidrat akan dipecah dan diserap dalam bentuk monosakarida, terutama glukosa. Penyerapan glukosa menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah dan meningkatkan sekresi insulin (Sheard dkk., 2004). Sekresi insulin yang tidak mencukupi dan resistensi insulin yang terjadi pada Diabetes Mellitus Tipe 2 menyebabkan terhambatnya proses penggunaan glukosa oleh jaringan sehingga terjadi peningkatan glukosa di dalam aliran darah. Konsumsi tinggi karbohidrat juga menyebabkan peningkatan kadar trigliserit setelah makan di dalam darah. Pengurangan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi terlalu banyak tidak diperbolehkan untuk pasien Diabetes Mellitus Tipe 2. Hasil penelitian Samaha dkk menyatakan bahwa pengurangan konsumsi karbohidrat dapat meningkatkan sensitivitas insulin pada individu sehat dan penurunan kadar glukosa darah puasa pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 (Arora dkk., 2005). Pengurangan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi terlalu banyak tidak diperbolehkan untuk pasien Diabetes Mellitus Tipe 2. Konsumsi karbohidrat minimal 130 gram dalam sehari. Hal ini disebabkan oleh beberapa jaringan dan sel tertentu seperti susunan saraf pusat dan eritrosit membutuhkan glukosa sebagai sumber energi (Sheard dkk., 2004).

Serat merupakan komponen yang tidak dapat dicerna dan diserap di dalam usus halus. Bagian serat yang tidak tercerna akan menuju ke dalam usus besar. Serat akan diubah menjadi substrat yang dapat difermentasikan oleh bakteri di dalam usus besar. Fermentasi serat oleh bakteri menghasilkan asam- asam lemak rantai pendek jenis asetat, propionat dan butirat. Asam – asam lemak tersebut akan diserap kembali menuju ke aliran darah. Asetat kemungkinan dapat menurunkan asam – asam lemak bebas di aliran darah dalam jangka waktu yang lama. Hal ini mungkin mempunyai efek baik bagi penurunan kadar glukosa darah dan sensitivitas insulin dalam jangka waktu lama karena asam – asam lemak bebas dapat menghambat proses utilisi glukosa di jaringan dan memperburuk resistensi insulin (Gropper dkk., 2005). Menurut Luo, dkk (2000) Serat larut air dapat menyerap cairan dan membentuk gel di dalam lambung. Gel memperlambat proses pengosongan

lambung dan penyerapan zat gizi. Gel dapat memperlambat gerak peristaltik zat gizi (glukosa) dari dinding usus halus menuju daerah penyerapan sehingga terjadi penurunan kadar glukosa darah. Serat mengandung kalori dan kandungan indeks glikemiknya juga rendah sehingga dapat menurunkan kadar gula darah dalam tubuh. Serat mampu memperlambat tingkat penyerapan karbohidrat dalam saluran pencernaan dan mengurangi jumlah karbohidrat yang masuk ke dalam usus besar.



## 2.6 Kerangka Konsep



**Skema 1. Kerangka Konsep**

### Penjelasan:

Bagi penderita Diabetes Melitus Terdapat 4 Pilar Penatalaksanaan diantaranya yaitu edukasi, latihan jasmani, terapi nutrisi medis, dan terapi farmakologi. Pada terapi nutrisi medis terdapat hal yang perlu diperhatikan pada tingkat konsumsi karbohidrat dan serat sudah sesuai kebutuhan atau belum mencukupi kebutuhan, dari hasil tersebut dapat diketahui hubungan dengan kadar HbA1c dan kadar glukosa darah penderita Diabetes Melitus Tipe 2 rawat jalan di Puskesmas Arjuno.