BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Diabetes Melitus

2.1.1 Definisi Diabetes Melitus

Diabetes merupakan penyakit kronis yang terjadi akibat pankreas tidak mampu memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup, atau tubuh yang bersifat resisten terhadap insulin tersebut. Diabetes melitus merupakan suatu penyakit metabolik dimana kadar glukosa darah melebihi batas normal atau biasa disebut hiperglikemia, yang disebabkan akibat kelainan kerja dan sekresi insulin (Gayatri *et al.*, 2019).

Diabetes juga diartikan sebagai gangguan metabolisme kronis dengan berbagai penyebab yang memiliki karakteristik kadar glukosa darah yang tinggi disertai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lipid, dan protein yang disebabkan oleh insufisiensi fungsi insulin (WHO, 2019).

Insulin memiliki fungsi sebagai transportasi yang membawa glukosa dari karbohidrat masuk ke dalam inti sel tubuh untuk dirubah menjadi energi. Ketika tubuh tidak mampu menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif maka glukosa akan menumpuk di dalam aliran darah. Penumpukan glukosa di dalam darah tentu saja berakibat pada tingginya kadar glukosa darah atau hiperglikemia.

Kriteria diagnosis Diabetes pada orang dewasa dan tidak dalam kondisi hamil dapat ditegakkan berdasarkan pemeriksaan darah vena dengan hasil :

a. Glukosa Darah Puasa (GDP) > 126 mg/dl
b. Glukosa Darah Sewaktu (GDS) > 200 mg/dl

c. Glukosa darah 2 jam setelah TTGO (Tes Toleransi Glukosa Oral) atau setelah mengonsumsi 75 gram karbohidrat > 200 mg/dl.

2.1.2 Klasifikasi dan Etiologi Diabetes Melitus

Klasifikasi diabetes menurut *American Diabetes Association* tahun 2019 terbagi atas Diabetes Tipe 1 (*Insulin Dependent Diabetes Mellitus*), Diabetes Tipe 2 (*Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus*), Diabetes Gestasional, dan Diabetes tipe lain (Gayatri *et al.*, 2019).

a. Diabetes Tipe 1

DM tipe 1 dapat terjadi karena proses autoimun dimana sistem kekebalan tubuh menyerang sel beta pankreas yang memproduksi insulin. Hal ini berakibat pada pankreas yang hanya memproduksi insulin dalam jumlah sedikit atau tidak memproduksi insulin sama sekali. Diabetes Tipe 1 juga disebut dengan *Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (IDDM) (IDF, 2021a).

Proses autoimun yang terjadi pada penderita Diabetes Tipe 1 timbul karena adanya peradangan pada sel beta pankreas yang disebut insulitis. Kondisi tersebut menyebabkan terbentuknya antibody ICA (*Islet Cell Antibody*). Reaksi antigen sel beta pankreas dengan antibody ICA dapat menyebabkan hancurnya sel beta pankreas. Sedangkan insulitis sendiri dapat disebabkan oleh virus cocksakie, rubella, CMV, herpes, dan lainnya (Sulastri, 2022).

Diabetes Tipe 1 paling banyak diderita oleh anak-anak maupun remaja. Penatalaksanaan terhadap Diabetes Tipe 1 hanya dapat dilakukan dengan injeksi insulin, karena tubuh membutuhkan lebih banyak insulin

meskipun harus di suplai dari luar tubuh. Namun, pemberian injeksi insulin dibutuhkan pengawasan ketat untuk mencegah terjadinya ketosis dan *Diabetic Ketoachidosis* yang dapat menyebabkan koma atau bahkan kematian pada pendertita.

b. Diabetes Tipe 2

Pada DM Tipe 2 ditemukan jumlah insulin normal atau cenderung tinggi, tetapi insulin yang diproduksi tidak dapat bekerja dengan baik karena ketidakefektifan reseptor insulin sehingga terjadi resistensi. Dampak resistensi insulin menyebabkan glukosa tidak dapat disekresi dan dibawa menuju inti sel tubuh sehingga glukosa menumpuk di dalam darah dan terjadilah hiperglikemia (Gayatri *et al.*, 2019).

Resistensi insulin dapat terjadi tanpa sebab yang jelas, namun beberapa faktor seperti obesitas, diet tinggi lemak rendah karbohidrat, kurang aktivitas dan olahraga, serta adanya faktor keturunan memiliki pengaruh terjadinya resistensi insulin. Kebanyakan penderita DM tipe 2 ialah orang dengan usia lebih dari 30 tahun, namun untuk saat ini tidak menutup kemungkinan usia muda juga menderita diabetes dilihat dari gaya hidup tidak sehat yang dilakukan.

c. Diabetes Gestasional

Diabetes Gestasional terjadi karena tubuh tidak mampu memproduksi insulin sesuai kebutuhan semasa kehamilan yang disebabkan oleh pembentukan hormon pada ibu hamil yang menyebabkan tubuh resisten terhadap insulin. Diabetes Gestasional juga dapat diartikan sebagai kondisi

hiperglikemia, tetapi nilai kadar gula darah di bawah nilai dalam pemeriksaan penunjang diagnosa diabetes.

Umumnya diabetes gestasional hanya terjadi di masa kehamilan pada ibu dan akan kembali normal setelah melahirkan. Namun diabetes gestasional yang tidak mendapat penatalaksanaan yang sesuai menyebabkan resiko komplikasi pada kehamilan dan saat melahirkan. Selain itu bayi yang dilahirkan juga beriko menderita DM Tipe 2. Diagnosis diabetes gestasional sendiri didapatkan melalui skrining prenatal, bukan karena munculnya tanda dan gejala diabetes.

d. Diabetes Tipe Lain

Diabetes tipe lain atau disebut dengan diabetes sekunder merupakan penyakit yang muncul akibat penyakit lain yang mengganggu produksi atau mempengaruhi proses kerja insulin (Fatika, 2019). Penyakit yang dapat mempengaruhi proses produksi dan kerja insulin yaitu radang pankreas (pankreatitis), gangguan pada kelenjar adrenal (hipofisis), penggunaan hormone kortikosteroid, mengonsumsi obat antihipertensi atau antikolesterol, malnutrisi, dan infeksi.

2.1.3 Patofisiologi Diabetes Melitus

Diabetes melitus tidak memiliki patologi yang jelas karena banyaknya faktor penyebab penyakit ini. Hiperglikemia yang terjadi pada diabetes menyebabkan rusaknya sel beta pankreas sehingga sekresi insulin menjadi terganggu. Penderita akan mengalami peningkatan keinginan buang air kecil akibat gula darah yang berlebih masuk ke tubulus ginja. Tingginya kadar gula darah

memiliki efek yang bervariasi namun akan cenderung menyebabkan poliuria dan polidipsi.

Resistensi insulin dapat terjadi karena asam lemak dan sitokin proinflamasi yang berlebih menyebabkan gangguan transportasi glukosa dan meningkatnya katabolisme lemak. Ketidakadekuatan produksi insulin menyebabkan tubuh merespon dengan meningkatkan glukagon secara tidak tepat, sehingga berkontribusi lebih lanjut terhadap hiperglikemia. Pada penderita DM tipe 2, resistensi insulin menjadi komponen penyakit ini karena produksi insulin penderita yang tidak memadai untuk mengkompensasi resistensi insulin yang terjadi (Sapra and Bhandari, 2022).

Hiperglikemia kronis menyebabkan glikasi atau terikatnya glukosa pada protein dan lipid nonenzimatik, yang dapat diukur dengan tes HbA1c atau glikasi hemoglobin. Glikasi sendiri dapat menyebabkan kerusakan pembuluh darah kecil di retina, ginjal, dan saraf perifer, serta kondisi ini dapat diperparah oleh kadar glukosa darah yang tinggi. Kerusakan yang terjadi menyebabkan komplikasi klasik diabetes seperti retinopati diabetik, nefropati, dan neuropati diabetik.

2.1.4 Faktor Resiko Diabetes Melitus

Terjadinya diabetes dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terbagi atas faktor yang dapat diubah atau dimodifikasi dan faktor yang tidak dapat dimodifikasi. Faktor resiko diabetes yang tidak dapat dimodifikasi yaitu (Sulastri, 2022) :

1) Ras dan etnik
2) Riwayat keluarga dengan diabetes
3) Usia lebih dari 45 tahun

4) Riwayat melahirkan bayi dengan berat badan lahir lebih dari 4kg
5) Riwayat diabetes gestasional
6) Riwayat lahir dengan berat badan rendah atau kurang dari 2500g.

Adapun faktor penyebab diabetes yang dapat dimodifikasi, berupa :

1) Berat badan berlebih dengan IMT ≥ 23 kg/m^2
2) Kurangnya latihan dan aktivitas fisik
3) Hipertensi atau tekanan darah > 140/90 mmHg
4) Profil lemak darah abnormal (HDL <35 gm/dL dan trigliserida >250 mg/dL
5) Diet tinggi gula dan rendah serat
6) Perokok aktif
7) Orang yang memiliki gangguan pada glukosa darah puasa dan toleransi glukosa
8) Menderita sindrom metabolik (tekanan darah tinggi, peningkatan kolesterol darah, gula darah tinggi, dan obesitas)
9) Riwayat stroke dan menderita penyakit jantung koroner

2.1.5 Manifestasi Klinis Diabetes Melitus

Manifestasi klinis yang dialami penderita diabetes memiliki perbedaan sesuai dengan tingkat hiperglikemia yang dialaminya. Pada umumnya tanda dan gejala klasik yang pasti muncul pada penderita diabetes berupa polifagia (banyak makan), polidipsia (banyak minum) dan poliuria (sering kencing). Selain itu muncul tanda dan gejala lain, yaitu (Sulastri, 2022; Gayatri *et al.*, 2019) :

1) Berat badan menurun
2) Keletihan
3) Kelemahan

4) kesemutan
5) Perubahan pandangan secara tiba-tiba
6) Kebas pada tangan atau kaki
7) Kelembapan kulit menurun dan cenderung kering
8) Luka yang sulit sembuh dan sering terjadi infeksi.
9) Disfungsi ereksi pada pria
10) Adanya pruritus vulva pada wanita

2.1.6 Komplikasi Diabetes Melitus

Diabetes merupakan penyakit yang diderita seumur hidup dan seiring berjalannya waktu, diabetes akan dapat merusak fungsi organ tubuh seperti jantung, pembuluh darah, mata, ginjal, dan sistem persarafan. Komplikasi yang timbul akibat diabetes muncul dengan derajat ringan hingga derajat berat apabila penyakit telah berlangsung sekitar 10-15 tahun. Menurut PERKENI 2019 dalam Yuliani dan Sasmithae (2021), komplikasi diabetes terbagi menjadi kategori akut dan kronis yang diuraikan sebagai berikut :

a. Komplikasi akut
    a) Hipoglikemia

        Hipoglikemia merupakan kondisi dimana kadar glukosa darah dibawah rentang normal atau dibawah 70 mg/dL. Hipoglikemia dapat terjadi akibat adanya peningkatan kadar insulin pasca penyuntikan insulin subkutan atau akibat obat yang dapat meningkatkan sekresi insulin seperti obat sejenis sulfonylurea. Selain itu, kadar gula darah dapat mengalami penurunan karena berat badan yang turun, sesudah berolah raga, pasca melahirkan, sembuh dari sakit, dan jumlah

konsumsi makanan kurang dari ketentuan. Rendahnya kadar glukosa darah dapat menyebabkan sel -sel otak kekurangan pasokan energi yang berakibat pada hilangnya fungsi atau bahkan kerusakan sel otak tersebut. Hipoglikemia muncul dengan tanda dan gejala berupa :

1) Autonomik

   Tanda: rasa lapar terus menerus, berkeringat, gelisah, parathesia (kebas), palpitasi (berdebar) dan tremulousness (gemetar).

   Gejala : pucat, takikardia, *widened pulse pressure* atau nadi melemah dan melebar.

2) Neuroglikopenik

   Tanda: lemah, lesu, *dizziness, confusion*, pusing, perubahan sikap, gangguan kognitif, pandangan kabur, serta diplopia atau pengelihatan ganda.

   Gejala : *cortical blindness*, hipotermia, kejang, bahkan koma.

   Pasien dengan hipoglikemia terbagi menjadi hipoglikemia berat dan hipoglikemia ringan berdasarkan derajat keparahannya. Hipoglikemia berat merupakan kondisi dimana pasien membutuhkan bantuan orang lain untuk memberikan karbohidrat, glukagon, atau untuk resusitasi lainnya. Sedangkan pada hipoglikemia ringan pasien tidak memerlukan bantuan orang lain dalam pemberian glukosa per oral. Selain itu terdapat hipoglikemia simtomatik dimana nilai gula darah sewaktu dibawah 70 mg/dL

dan disertai gejala hipoglikemia, hipoglikemia asimtomatik dengan gula darah sewaktu bernilai 70 mg/dL disertai gejala hipoglikemia, serta *probable* hipoglikemia dimana muncul gejala hipoglikemia tanpa pemeriksaan kadar gula darah sewaktu.

b) Hiperglikemia

Hiperglikemia merupakan komplikasi akut yang terjadi baik pada DM tipe 1 mauapun DM tipe 2, atau bahkan dapat terjadi pada kondisi DM yang terkontrol baik. Krisis hiperglikemia sendiri dapat terjadi berupa Ketoasidosis Diabetik (KAD), Status Hyperosmolar Hiperglikemik (SHH), atau kondisi dengan keduanya. KAD terjadi akibat pembentukan keton yang berlebihan. SHH terjadi dengan tanda adanya hiperosmolalitas berat diikuti kadar glukosa serum lebih tinggi dari KAD murni (Sulastri, 2022).

Krisis hiperglikemia pada DM tipe 1 umumnya terjadi karena pasien menghentikan injeksi insulin maupun pengobatan yang tidak adekuat. Pada kondisi ini juga terjadi KAD yang ditandai dengan kadar glukosa darah berada di rentang 300-600 mg/dL, yang disertai dengan tanda dan gejala asidosis serta adanya plasma keton kuat. Pada kasus SHH kadar glukosa darah bernilai 600-1200 mg/dL tanpa adanya tanda gejala asidosis, namun terjadi peningkatan osmolaritas (330-380 mOs/ml).

Krisis hiperglikemia muncul dengan faktor pencetus berupa :

1) Infeksi, yang berupa infeksi pneumonia, infeksi traktur urinarius, abses, sepsis, dan lainnya.

2) Penyakit vaskular akut, berupa penyakit serebrovaskuler, infark miokard akut, emboli paru, serta thrombosis vena mesentika.
3) Trauma, luka bakar, dan hematom subdural.
4) Heatstroke.
5) Kelainan pada gastrointestinal berupa pankreatitis akut, kholesistitis akut, dan obstruksi intestinal.
6) Obat-obatan seperti diuretika, steroid, dan lainnya.

b. Komplikasi kronis

Terjadinya komplikasi kronis pada hiperglikemia disebabkan karena adanya kelainan pada disfungsi endotel yang menjadi awal mula terjadinya komplikasi makroangiopati maupun mikroangiopati. Mikroangiopati merupakan lesi khas diabetes yang menyerang kapiler dan arteriol retina, glomerulus ginjal, dan saraf perifer. Sedangkan makroangiopati dapat menyebabkan penyumbatan vaskuler. Apabila makroangiopati diabetik mengenai arteri perifer maka dapat terjadi insufisiensi vaskuler perifer yang disertai *claudication intermittent* dan adanya gangren pada ekstremitas. Namun apabila makroangiopati diabetik menyerang arteri koroner dan aorta, maka dapat terjadi infark miokard dan angina (Sulastri, 2022).

a) Makroangiopati

Komplikasi diabetes pada sistem makrovaskuler dapat berupa penyakit kardiovaskuler, stroke, hipertensi, dislipidemia, dan penyakit pada pembuluh darah perifer yang timbul akibat aterosklerosis. Tingginya kadar insulin berpengaruh terhadap peningkatan resiko mortalitas koroner. Adanya gangguan pada koroner maka timbul

insufisiensi koroner atau angina pektoris yang ditandai dengan nyeri dada seperti tertindih benda berat di daerah rahang bawah, pergelangan tangan, lengan, hingga bahu. Namun, kondisi ini dapat mereda setelah dilakukan pemberian nitrat sublingual dan beristirahat. Selain itu adanya gangguan pada koroner dapat menyebabkan infark miokardium dengan tanda gejala nyeri yang lebih hebat dan lama serta tidak mereda setelah dilakukan pemberian nitrat.

Stroke aterosklerosis dapat terjadi akibat berkurangnya aliran arteri karotis interna dan arteri vertebralis, muncul gangguan neurologis akibat iskemia berupa rasa pusing, pingsan atau sinkop, afasia sensorik dan motorik, serta hemiplegia parsial atau total. Aterosklerosis yang terjadi pada pembuluh darah koroner akan meningkatkan resiko terjadinya infark miokard dan pada akhirnya terjadi gagal jantung. Resiko tersebut dapat diperparah dengan kondisi penderita yang mengalami dislipidemia, obesitas, hipertensi, atau merokok. Pada pasien dengan diabetes, penyakit pembuluh darah perifer umunya terlambat mendapatkan diagnosis dan baru diketahui setelah mencapai fase IV. Gangrene dapat muncul karena faktor neuropati, makroangiopati, dan mikroangiopati. Penderita diabetes dengan gangrene dapat mengalami amputasi, sepsis, faktor yang dapat menyebabkan koma, atau bahkan kematian.

b) Mikroangiopati

- Retinopati diabetik

Kondisi dimana terjadi penyumbatan pada pembuluh darah di retina mata dengan gejala kemampuan pengelihatan menurun, terdapat bercak hitam pada pengelihatan, tampak seperti ada noda melayang pada pengelihatan (*floaters*), sulit membedakan warna, nyeri mata atau mata merah, serta pengelihatan yang berbayang (Sulastri, 2022). Retinopati diabetik terjadi akibat memburuknya kondisi sirkulasi pembuluh darah retina sehingga terjadi kebocoran. Kondisi yang tidak segera ditangani seiring waktu akan menjadi kebutaan (Gayatri *et al.*, 2019).

- Nefropati diabetik

Nefropati diabetika terjadi karena buruknya mikrosirkulasi yang dapat menyebabkan gangguan pada ginjal. Kondisi ini muncul ditandai dengan proteinuria, adanya pembengkakan, hipertensi, serta kegagalan fungsi ginjal yang menahun. Nefropati diabetik muncul akibat adanya hiperglikemia, hipertensi sistemik maupun glomerular, dislipidemia, genetik dan ras, serta merokok.

- Neuropati

Neuropati diabetika merupakan komplikasi diabetes yang terjadi akibat kerusakan sistem saraf sensorik secara dominan dibandingkan saraf motorik. Gejala yang muncul berupa kebas, terasa panas seperti terbakar dibagian ujung tubuh, nyeri, kesemutan, dan sensitifitas terhadap panas dan dingin berkurang.

Selain itu, adanya pengelihatan ganda, otot pada lengan atas melemah, impotensi sementara, banyak berkeringat, serta perasaan berdebar saat istirahat.

2.1.7 Penatalaksanaan Diabetes Melitus

Penatalaksanaan diabetes dapat dilakukan dengan mengatasi pencetus serta dengan pemberian insulin agar kadar glukosa darah dapat terkontrol dan bernilai normal. Pengelolaan diabetes melitus bertujuan untuk mengembalikan sistem metabolisme yang terganggu, untuk mencegah atau menunda komplikasi penyakit jangka pendek maupun panjang, dan untuk memberikan pengetahuan dan motivasi dalam perawatan diri (Raut, Tiwaskar and Umate, 2022).

Penderita diabetes membutuhkan banyak intervensi dalam mencapai keberhasilan pengelolaan penyakit. Keterlibatan individu sendiri dalam pelaksanaan manajemen diet, latihan fisik, serta pemantauan kadar gula darah sangat dibutuhkan konsistensinya agar penatalaksanaan diabetes itu sendiri dapat maksimal. Perawatan penderita diabetes dapat juga terjadi dalam jangka panjang, atau perawatan seumur hidup untuk mencegah terjadinya komplikasi yang tidak diinginkan. Pemberian injeksi insulin merupakan cara andalan dalam mengatasi masalah defisiensi insulin itu sendiri pada penderita DM tipe 1. Sedangkan pada DM tipe 2 diet dan olahraga menjadi strategi awal dan utama dalam pengelolaan penyakit (Sapra and Bhandari, 2022).

Pengendalian diabetes melitus diawali dengan edukasi terkait penerapan pola hidup sehat, pengaturan diet, aktivitas fisik, kemudian diikuti dengan pengendalian secara farmakologis dengan obat anti hiperglikemia oral maupun injeksi. Pengendalian diabetes dilakukan sesuai dengan konsep ‘Empat Pilar’ yang

terbagi atas edukasi, terapi nutrisi atau diet, latihan fisik, dan terapi farmakologis (Sulastri, 2022).

a. Edukasi

Edukasi kesehatan yang dilakukan pada penderita DM bertujuan sebagai promosi hidup sehat sebagai upaya pencegahan dan pengelolaan diabetes secara holistik atau keseluruhan. Perilaku hidup sehat pada penderita diabetes dapat dilakukan secara teratur, berupa :

a) Pola makan sehat
b) Meningkatkan dan melakukan latihan fisik
c) Mengonsumsi obat diabetes dengan aman
d) Pemantauan glukosa darah mandiri
e) Perawatan kaki berkala
f) Mampu mengenal dan menghadapi penyakit akut dengan tepat
g) Mampu mengatasi masalah sederhana, serta mengajak keluarga memahami pengelolaan penderita diabetes secara tepat
h) Memanfaatkan fasilitas kesehatan yang ada

b. Terapi nutrisi atau diet

Pengaturan nutrisi atau diet dilakukan untuk mempertahankan dan mengoreksi kadar glukosa darah pada rentang normal, mengendalikan tekanan darah, kadar kolesterol, serta untuk mencapai berat badan di rentang ideal sesuai dengan *Body Mass Index* (BMI). Perencanaan diet pada pasien DM dilakukan dengan prinsip gizi seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori masing-masing individu (Yuliani & Sasmithae, 2021).

Komposisi makanan pada penderita diabetes yang dianjurkan berupa karbohidrat sebesar 45-65% total asupan energi, lemak tidak jenuh ganda kurang dari 10%, konsumsi kolesterol yang dianjurkan kurang dari 200 mg/hari, protein sebesar 10-20% total asupan energi, natrium sebanyak kurang dari 2300 mg/hari, serta pemanis alternatif yang dikonsumsi tidak melebihi batas aman. Pada penderita diabetes dihitung kebutuhan kalori basal yang besarnya 25-30 kal/kgBB ideal. Jumlah kebutuhan kalori tersebut dapat berubah sesuai dengan jenis kelamin, usia, aktivitas, berat badan, dan sebagainya.

Diet yang dilakukan pada penderita diabetes melitus memiki prinsip '3J' atau jumlah, jadwal, dan jenis yang harus dilaksanakan secara patuh dan sesuai dengan ketetapan. Prinsip tersebut berupa :

a) J1 : Jumlah kalori yang diberikan sesuai dengan yang telah ditentukan
b) J2 : Jadwal diet harus diikuti sesuai ketentuan
c) J3 : Jenis makanan yang dikonsumsi sesuai dengan yang telah ditentukan.

c. Latihan fisik

Pada penderita diabetes tanpa nefropati dapat dilakukan latihan fisik secara teratur selama 30-45 menit sebanyak 3-5 kali seminggu, dengan jeda latihan tidak lebih dari 2 hari. Sebelum melakukan latihan fisik, dianjurkan melakukan pemeriksaan glukosa darah. Apabila kadar glukosa darah mencapai 250 mg/dl atau lebih, dianjurkan untuk menunda latihan hingga kadar gula darah menurun. Latihan fisik dilakukan dengan tujuan untuk

menjaga kebugaran tubuh, menurunkan atau menjaga berat badan agar ideal, dan memperbaiki sensitivitas insulin untuk memperbaiki kendali glukosa darah.

Aktivitas sehari-hari tidak termasuk ke dalam latihan fisik. Latihan fisik yang dilakukan berupa aerobik seperti jalan cepat, jogging, bersepeda santai, dan berenang. Melakukan latihan beban atau *resistance training* pada penderita diabetes tanpa kontraindikasi sebanyak 2-3 kali seminggu sesuai dengan anjuran dokter. Selain itu, latihan fisik yang dilakukan harus disesuaikan pula dengan umur dan kondisi fisik penderita diabetes tersebut.

d. Terapi farmakologis

Penatalaksanaan diabetes dengan terapi non farmakologis yang dianggap kurang berhasil, dapat dilakukan intervensi tambahan dengan terapi farmakologis menggunakan obat anti hipoglikemik oral atau injeksi insulin. Pemberian terapi farmakologis dilakukan ketika kadar glukosa darah penderita belum terkoreksi dengan terapi diet dan latihan fisik yang telah dilakukan. Obat anti hiperglikemia terbagi atas obat anti hiperglikemia oral dan injeksi.

Obat anti hiperglikemia oral terbagi menjadi 5 golongan yang terbagi atas cara kerjanya, meliputi :

a) Pemacu sekresi insulin

- Sulfonilurea

Memiliki fungsi meningkatkan sekresi insulin oleh sel beta pankreas. Tetapi obat ini juga memiliki efek samping hipoglikemia dan peningkatan berat badan. Perlu diwaspadai

penggunaan sulfonilurea pada penderita diabetes usia lanjut, memiliki gangguan faal hati dan ginjal.

- Glinid

Bekerja seperti sulfonilurea dengan peningkatan sekresi insulin di fase pertama. Terbagi menjadi Repaglinid (devirat asam benzoate) dan Nateglinid (derivate fenilalanin). Obat ini di sekresi melalui hati dan berfungsi untuk mengatasi hiperglikemia post prandial. Efek samping obat ini yang mungkin terjadi adalah hipoglikemia.

b) Peningkat sensivitas insulin

- Metformin

Efek utama obat ini adalah mengurangi produksi glukosa hati atau glukoneogenesis, dan merupakan obat pilihan utama pada kebanyakan kasus DM tipe 2. Dosis metformin diturunkan pada penderita diabetes dengan gangguan fungsi ginjal, gangguan hati berat, dan pasien dengan kecendeerungan hipoksemia. Efek samping yang muncul setelah mengonsumsi obat ini kemungkinan berupa gangguan saluran pencernaan.

- Tiazolidindion (TZD)

Obat golongan ini berfungsi sebagai penurun resistensi insulin dengan cara meningkatkan jumlah protein pengangkut glukosa, sehingga transportasi glukosa ke jaringan perifer meningkat. Tiazolindindion dapat meningkatkan retensi cairan

sehingga berkontraindikasi pada penderita dengan edema. Obat yang termasuk ke dalam golongan ini adalah Pioglitazone.

c) Penghambat absorbsi glukosa di saluran pencernaan

Obat penghambat *alfa glucosidase* bekerja dengan cara memperlambat absorbsi glukosa di usus halus, sehingga berdampak menurunkan glukosa darah post prandial. Efek samping yang mungkin muncul pasca penggunaan obat ini adalah terjadinya *bloating* atau penumpukan gas dalam usus, kemudian akan sering terjadi *flatus* atau buang angin. Dosis kecil diberikan di awal guna mengurangi efek samping yang mungkin terjadi. Obat yang termasuk dalam penghambat absorbsi glukosa adalah *Acarbose*.

d) Penghambat DPP-IV (*Dipeptidyl Peptidase* IV)

Bekerja dengan cara menghambat kerja enzim DPP-IV obat ini menjaga GLP-1 (*Glucose Like Peptide* 1) tetap dalam konsentrasi tinggi yang aktif sehingga GLP-1 dapat meningkatkan sekresi insulin dan menekan sekresi glukagon. Sitagliptin dan Linagliptin merupakan obat yang masuk dalam golongan penghambat DPP-IV.

e) Penghambat SGLT-2 (Sodium Glucose Cotransporter 2)

Obat ini merupakan obat anti diabetes oral yang menghambat penyerapan kembali glukosa di tubulus distal ginjal dengan cara menghambat kerja transporter glukosa SGLT-2. Obat dalam golongan ini adalah Canagliflozin, Empagliflozin, Dapagliflozin, dan Ipragliflozin.

Obat antihiperglikemia injeksi dapat berupa insulin, agonis GLP-1, serta kombinasi insulin dan agonis GLP-1. Insulin diperlukan ketika kadar HbA1c lebih dari 9% dengan kondisi dekompensasi metabolik, kehilangan berat badan dengan cepat, hiperglikemia berat disertai ketosis, kegagalan kombinasi obat hipoglikemik oral dosis optimal, stres akibat infeksi sistemik, operasi besar, stroke, dan infark miokard akut, DM gestasional yang tidak terkendali, adanya gangguan berat fungsi ginjal dan hati, alergi atau terdapat kontraindikasi terhadap obat hipoglikemik oral, serta kondisi perioperatif sesuai indikasi jenis dan lama kerja insulin. Jenis insulin terbagi berdasarkan lama kerjanya, yang meliputi :

a) Insulin kerja cepat (*Rapid-Acting Insulin*)
b) Insulin kerja pendek (*Short-Acting Insulin*)
c) Insulin kerja menengah (Intermediate Acting Insulin)
d) Insulin kerja panjang (*Long Acting Insulin*)
e) Insulin kerja ultra panjang (*Ultra Long Acting Insulin*)
f) Insulin campuran tetap, berupa kerja pendek dengan menengah dan kerja cepat dengan menengah (*Premixed Insulin*).

2.2 Konsep Kadar Glukosa Darah

2.2.1 Definisi Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah merupakan jumlah konsentrasi glukosa yang terdapat di dalam darah dan terbentuk dari karbohidrat yang terkandung di dalam makanan kemudian disimpan sebagai glikogen di dalam hati dan otot rangka. Selain itu, glukosa merupakan sumber energi utama yang kemudian kegunaannya dikontrol oleh insulin (Siregar *et al.*, 2020; Santi and Septiani, 2021).

Glukosa darah setiap individu akan mengalami perubahan dalam berbagai kegiatan, seperti saat bangun tidur, beranjak tidur, atau sedang melakukan aktivitas Peningkatan kadar glukosa darah post prandial memicu pankreas menghasilkan insulin untuk mencegah kenaikan kadar glukosa darah berkelanjutan sehingga kadar glukosa darah mengalami penurunan perlahan (Siregar *et al.*, 2020; Dewi, 2022).

2.2.2 Mekanisme Pengaturan Kadar Glukosa Darah

Karbohidrat merupakan sumber energi utama metabolism tubuh. Makanan yang dikonsumsi akan hancur di dalam mulut dan bercampur dengan enzim saliva yang mengubah tepung menjadi disakarida maltose, sukrosa, dan laktosa. Enzim lactase, sukrase, maltase, dan a-dekstrinase di vili usus halus akan memecah disakarida laktosa, sukrosa, dan maltose, serta polimer glukosa lain menjadi monosakarida. Laktosa akan dipecah menjadi satu molekul galaktosa dan satu molekul glukosa. Sukrosa kemudian dipecah menjadi satu molekul fruktosa dan satu molekul glukosa. Sedangkan maltose dan polimer glukosa lainnya diubah menjadi molekul glukosa.

Produk karbohidrat dalam bentuk monosakarida diabsorbsi, dan glukosa di dalam hepatosit akan mengalami banyak proses metabolism berupa glikogenesis, glikogenolisis, dan glukoneogenesis. Glikogenesis merupakan proses transfigurasi glukosa menjadi glikogen, sedangkan glikogenesis merupakan suatu proses pemecahan glikogen menjadi glukosa. Zat non karbohidrat (asam amino, gliserol, dan laktat) yang dirubah menjadi glukosa disebut glukoneogenesis. Selanjutnya, hati akan melepaskan produk monosakarida ke sirkulasi darah, yang hampir seluruhnya berupa glukosa. Glukosa akan mengalami degradasi di dalam sel

melalui proses glikolisis sebagai sumber energi dalam proses metabolisme. Penurunan konsentrasi glukosa darah di atur oleh hati, pankreas, dan kelenjar endokrin lainnya pada rentang tertentu. Pengaturan kadar glukosa darah dilakukan oleh insulin dan glukagon yang diproduksi pankreas.

Insulin dan glukagon merupakan faktor yang berperan dalam pengaturan kadar glukosa darah. Dimana kadar glukosa darah mengalami peningkatan setelah makan, konsentrasi glukosa tersebut akan merangsang sel beta pankreas untuk memproduksi insulin. Hormon glukagon yang disekresi sel alfa pankreas akan mengalami peningkatan maupun penurunan bergantung pada makanan yang dikonsumsi. Makanan tinggi karbohudrat akan membuat kadar hormon glukagon megalami penurunan, sedangkan akan menurun apabila mengonsumsi makanan tinggi protein. Tetapi, setelah mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, lemak, dan protein seimbang, kadar glukagon akan relatif tetap, tetapi insulin akan mengalami peningkatan. Kadar glukosa akan meningkat hingga puncak setelah makanan dicerna dan diserap. Penyerapan glukosa yang telah diserap oleh sel hati, sel otot, dan jaringan adipose dapat menurunkan kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah akan kembali ke kadar puasa normal dua jam post prandial atau setelah makan, atau sekitar 80 – 100 mg/dl.

Kadar glukosa darah akan mengalami gangguan diawali dengan kelainan dinamika sekresi insulin, berupa gangguan fase pertama sekresi insulin yang tidak sesuai dengan kebutuhan. Defisiensi insulin mengakibatkan dampak buruk terhadap homeostasis glukosa darah berupa hiperglikemia akut sekitar 10 – 30 menit setelah beban glukosa (makan atau minum). Faktor genetik yang dapat menjadi penyebab gangguan ini adalah disfungsi sel beta pankreas dan resistensi

insulin. Hiperglikemia bersifat progresif dan cenderung melibatkan gangguan metabolisme lemak atau protein. Hiperglikemia memberikan dampak buruk jangka panjang terhadap jaringan dan mengakibatkan komplikasi kronis diabetes (Dewi, 2022).

2.2.3 Klasifikasi Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah

Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia, pemeriksaan kadar glukosa darah terbagi menjadi tiga macam, meliputi (Kustaria, 2017):

1) Glukosa darah sewaktu

   Pemeriksaan glukosa darah sewaktu atau acak dilakukan setiap saat tanpa harus memperhatikan waktu dan makanan terakhir yang dikonsumsi. Pada penderita diabetes, kadar glukosa darah dikatakan terkendali apabila bernilai kurang dari 200 mg/dl.

2) Glukosa darah puasa

   Pemeriksaan kadar glukosa darah puasa dilakukan setelah penderita diabetes tidak makan maupun minum selama 8-10 jam. Kadar glukosa darah puasa dikatakan normal apabila berada pada rentang 80 – 130 mg/dl.

3) Glukosa darah 2 jam post prandial

   Pemeriksaan 2 jam post prandial atau setelah makan dilakukan dan dihitung setelah 2 jam penderita mengonsumsi karbohidrat tinggi atau minimal 75 gram glukosa. Kadar glukosa darah diatas 130 mg/dl dapat diindikasikan sebagai diabetes, dan kadar kurang dari 180 mg/dl pada penderita diabetes dapat dikatakan terkendali (Dewi, 2022).

2.2.4 Faktor Pengaruh Kadar Glukosa Darah

a. Usia

Setiap individu akan mengalami proses menua yang akan menyebabkan perubahan anatomis, fisiologis, serta biokimiawi. Perubahan terjadi dari tingkat sel, selanjutnya tingkat jaringan, kemudian pada tingkat organ yang dapat mempengaruhi fungsi homeostasis. Komponen kadar glukosa darah yang ikut mengalami perubahan yaitu sel beta pankreas yang menghasilkan insulin, sel jaringan target yang memproduksi glukosa, sistem saraf, dan hormon yang mempengaruhi kadar glukosa darah lainnya (Dewi, 2022).

b. Makanan atau diet

Makanan berkarbohidrat, berprotein, dan berlemak dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah setelah mengonsumsi makanan tersebut selama 1-2 jam setelah makan akan mengalami peningkatan dan mencapai kadar yang paling tinggi.

c. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan kondisi yang terjadi akibat kontraksi otot rangka dan memerlukan energi lebih dibandingkan saat istirahat. Peningkatan permeabilitas otot akan terjadi saat melakukan latihan otot dan aliran darah ikut mengalami peningkatan sehingga membrane kapiler terbuka dan lebih banyak reseptor insulin yang aktif. Kemudian terjadilah pergeseran penggunaan energi oleh otot yang bersumber dari asam lemak menjadi penggunaan glukosa dan glikogen otot (Kustaria, 2017).

d. Obat-obatan

Beberapa obat-obatan dapat mempengaruhi kerja atau menghambat sekresi insulin, atau bahkan keduanya karena interaksinya dengan agen

antidiabetik. Kadar glukosa darah dipengaruhi oleh penggunaan obat hipoglikemia oral maupun insulin. Obat hipoglikemia bekerja dengan merangsang peningkatan produksi insulin, menurunkan glukosa dalam hepar, serta menghambat absorbsi glukosa.

e. Stres

Stres dapat meningkatkan kadar glukosa darah karena ketika individu mengalami stres, maka endokrin akan terstimulus untuk mengeluarkan hormon epinefrin. Hormon ini menyebabkan proses glikoneogenesis di dalam hepar sehingga glukosa dilepaskan ke dalam darah dalam jumlah besar hanya dalam beberapa menit. Kondisi ini hanya dapat dikendalikan tanpa bisa diobati, namun komplikasi yang timbul sangat besar seperti penyakit jantung, stroke, disfungsi ereksi, gagal ginjal, serta kerusakan pada sistem saraf (Kustaria, 2017).

2.2.5 Metode Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah

Pemeriksaan kadar glukosa darah dapat dilaksanakan secara mandiri maupun melalui tes klinik, meliputi (Kustaria, 2017):

a. Tes Darah

Tes darah dilakukan di laboratorium klinis dengan memeriksa darah saat puasa (12 jam) dan setelah makan. Kadar glukosa darah akan dilakukan pemeriksaan kembali 2 jam setelah makan, dan apabila hasilnya melebihi 140 mg/dl dapat diindikasikan sebagai diabetes melitus.

b. Tes Urine

Sama seperti tes darah, tes urine juga dilakukan di laboratorium klinik dengan cara memeriksa urine untuk dilihat kadar albumin, glukosa,

dan mikroalbuminurea sebagai pemeriksaan penunjang apakah seseorang menderita diabetes atau tidak.

c. Glukometer

Tes kadar glukosa darah menggunakan glukometer dapat dilakukan di laboratorium dengan jenis tes glukosa darah sewaktu, glukosa darah puasa, dan glukosa darah 2 jam post prandial. Selain itu, tes ini juga dapat dilakukan secara mandiri dirumah dengan alat yang lebih *portable*. Namun, hasil pemeriksaan dengan *glucometer portable* tidak selalu akurat.

2.3 Konsep Carbohydrate Counting

2.3.1 Definisi Carbohydrate Counting

Carbohydrate counting atau yang biasa disebut dengan Carbing, merupakan suatu metode pendekatan perencanaan makan pada pasien diabetes dengan menghitung jumlah gram karbohidrat yang dikonsumsi agar glukosa darah tetap terkontrol. Pengukuran jumlah gram karbohidrat dalam makanan utama dan makanan pendamping dikonversikan ke unit Carbing, yang disesuaikan dengan aktivitas dan dinamika kadar glukosa darah harian (Sukesih and Siswanti, 2017).

Carbing merupakan metode yang diperuntukkan bagi penderita diabetes baik tipe 1 maupun 2 yang mendapatkan *Multiple Daily Insulin* (MDI) atau terapi insulin yang intensif. Komposisi karbohidrat yang dibutuhkan harus sebanding dengan unit insulin yang digunakan. Semakin banyak karbohidrat yang dikonsumsi maka kadar glukosa darah juga akan mengalami peningkatan sehingga semakin banyak pula insulin yang diperlukan untuk menyeimbangkan peningkatan kadar glukosa tersebut. Dengan metode carbing ini, penderita diabetes dapat lebih leluasa memilih jenis makanan yang akan dikonsumsinya dibandingkan dengan diet

konvensional yang dianggap tidak bervariasi sehingga sering kali terjadi kegagalan diet (Melfazen, Dachlan and Mustofa, 2012).

2.3.2 Jenis Carbohydrate Counting

Metode *carbohydrate counting* terbagi menjadi metode *basic* dan *advance carbohydrate counting*. Perbedaan jenis Cabing ini berada pada penggunaan injeksi insulin dan obat hipoglikemik oral, yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Basic Carbohydrate Counting

Metode Carbing ini dianggap mempermudah penderita diabetes yang tidak menggunakan insulin dalam menghitung jumlah karbohidrat yang dikonsumsi, serta disesuaikan dengan penggunaan obat hipoglikemik oral. Pada metode ini lebih cocok digunakan pada penderita DM tipe 2, dimana penderita harus mengonsumsi jumlah karbohidrat sesuai dengan ketetapan dalam menu diet yang telah disesuaikan dengan metode Carbing. Langkah yang perlu dilakukan dalam menggunakan metode *Basic Carbohydrate Counting* adalah :

1) Menghitung jumlah gram total karbohidrat yang dibutuhkan
2) Menghitung jumlah gram karbohidrat setiap makanan
3) Membagi porsi karbohidrat tiap sajian makanan
4) Membuat daftar bahan makanan penukar dalam karbohidrat

Tabel 2.1 Contoh menu makanan yang menggunakan metode *basic carbohydrate counting*

Waktu	Jenis Makanan (jumlah)	Karbohidrat (gram)	Unit Carbing
Sarapan	Oat (35 gram)	24	1½
	Susu *fat-free* (150 ml)	7	½
	Pisang (100 gram)	15	1
Makan siang	Salad tomat dan timun	0	0
	Daging ayam (55 gram)	0	0
	Papaya (150 gram)	15	1

Waktu	Jenis Makanan (jumlah)	Karbohidrat (gram)	Unit Carbing
Snack	Yogurt *fat-free* (220 gram)	15	1
	Jeruk 1 buah kecil	15	1
Makan malam	Ikan panggang (100 gram)	0	0
	Nasi beras merah (1 cup)	45	3
	Brokoli rebus (1 ½ cup)	5	½
Total		**171**	**11½**

b. Advanced Carbohydrate Counting

Metode Carbing ini umumnya digunakan pada penderita diabetes yang mendapatkan terapi insulin fast-acting 2 kali atau bahkan lebih dalam satu hari untuk mempermudah menentukan jumlah porsi karbohidrat yang akan dikonsumsi dan harus disesuaikan dengan jumlah unit insulin. Penderita akan mencatat riwayat asupan makan dan minum, serta jumlah gram karbohidrat setiap kali makan. Selain itu, penderita diabetes juga diharuskan mencatat kadar glukosa darah sebelum makan dan 2 jam setelah makan sebagai bahan analisis efek makanan yang dikonsumsi terhadap kadar glukosa darah penderita diabetes. Hal ini juga berguna bagi dokter dan ahli gizi untuk merencanakan jumlah asupan karbohidrat yang sebaiknya dikonsumsi.

a) Terapi insulin *fast-acting*

Dokter dan penderita diabetes akan memperkirakan jumlah insulin fast-acting yang dibutuhkan pada waktu makan. Istilah rasio Insulin : Karbohidrat ditentukan dengan cara membagi 500 dengan dosis harian insulin. Contoh perencanaan makan yang disesuaikan dengan penderita diabetes yang mendapat insulin sebanyak 34 unit perhari. Maka 500 : 34 = 14,7 gram KH atau setara dengan 15 gram. Sehingga rasio insulin

terhadap karbohidrat adalah 1 : 15 (1 unit insulin), atau 1 unit insulin dibutuhkan untuk memetabolisme 15 gram karbohidrat.

b) Terapi insulin *pump*

Pada penderita diabetes dengan insulin *pump* yang menerapkan metode *advanced* carbing harus disesuaikan untuk membantu mengeluarkan tingkat bolus yang diperlukan sebagai *cover* jumlah karbohidrat yang telah dikonsumsi. Insulin *pump* selama 24 jam melepaskan insulin basal yang bekerja meniru sekresi pankreas secara normal.

c) Intake protein

Protein bukan merupakan fokus pada perhitungan karbohidrat, namun perlu diingat bahwa sebanyak 35 – 60% protein dikonversikan menjadi glukosa. Sebagai contoh, 180 gram daging yang mengandung 50 gram protein, 60% protein yang dikonversikan menjadi glukosa = 0,6. Maka 50 x 0,6 = 30 gram karbohidrat.

Tabel 2.2 Contoh perencanaan makan yang menggunakan metode *advanced* carbing

Waktu	**Jenis Makanan (jumlah)**	**Karbohidrat (gram)**	**Protein (gram)**
Makan siang	Nasi putih (4 sdm)	25,47	2,32
	Kedelai hitam (5 sdm)	15,6	6,68
	Wortel parut (4 sdm)	16,18	6,51
	Daging ayam tepung (1 potong kecil, fillet)	8,69	18,17
	Jus semangka tanpa gula (1 gelas)	15,12	1,29
Total makronutrien (g)		71,6	30,35
Konversi protein dalam karbohidrat : 30,35 x 0,6 = 18,21 gram karbohidrat Total karbohidrat dalam makanan : 71,6 + 18,21 = 89,81 gram karbohidrat			
Insulin yang diperlukan saat makan (unit) : 71,6 + (30,35 x 0,6) = 89,81 : 15 = 5,98 unit		**171**	**11½**

2.3.3 Hal Penting Dalam Carbohydrate Counting

Dalam aplikasi *Carbohydrate counting* perlu diketahui dan dipahami hal-hal yang penting dalam pelaksanaan metode perencanaan makan Carbing, antara lain (Melfazen, Dachlan and Mustofa, 2012):

c. *Carbohydrate counting* memerlukan perhitungan

Perencanaan Carbing penderita diabetes bersama dengan ahli gizi dan dokter akan menentukan kebutuhan insulin berdasarkan kebutuhan harian penderita yang berfokus pada jumlah asupan karbohidratnya.

d. Selalu melakukan penyesuaian perencanaan makan

Ahli gizi berperan dalam penyesuaian dan pembaharuan perencanaan makan pada penderita diabetes yang melaksanakan Carbing. Perencanaan ulang dilakukan untuk menemukan bentuk perencanaan yang tepat bagi setiap individu sehingga dapat meningkatkan motivasi dalam pelaksanaan diet.

e. Selalu ingat pola makan sehat dan terjadwal

Perencanaan makan dengan variasi makanan yang lebih longgar tidak mengartikan bahwa penderita diabetes dapat makan secara bebas tanpa aturan. Karbohidrat merupakan salah satu bagian dari makanan sehat, masih terdapat protein, lemak, vitamin, dan mineral yang juga harus diperhatikan jumlahnya guna mempertahankan kualitas asupan makanan yang sehat dan seimbang.

f. Memantau dan mencatat kadar glukosa darah

Pemantauan kadar glukosa darah secara mandiri diperlukan untuk mengevalusi keberhasilan teknik Carbing yang dilakukan. Pemeriksaan

kadar glukosa darah dilakukan sebelum dan sesudah makan untuk mengetahui pengaruh dari berbagai komposisi makanan terutama karbohidrat terhadap kadar glukosa darah. Selama pemantauan kadar glukosa darah akan didapatkan rekaman atau catatan yang dapat dijadikan acuan spesifik dalam menentukan Carbing yang tepat dan sesuai diskusi dengan bersama ahli gizi, dokter, dan perawat.

2.3.4 Daftar Penukar Makanan

a. Karbohidrat

Kandungan gizi setiap 1 porsi nasi putih seberat 100 gram atau setara ¾ gelas. Energi = 175 kalori, protein = 4 gram, dan Karbohidrat = 40 gram

Tabel 2.3 Daftar penukar makanan pangan sumber karbohidrat

Nama Pangan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Bihun	½ gelas	50
Biskuit	4 buah besar	40
Havermut	5½ sendok besar	45
Jagung besar	3 buah sedang	125
Kentang	2 buah sedang	210
Maizena	10 sendok makan	50
Makaroni	½ gelas	50
Mie basah	2 gelas	200
Mie kering	1 gelas	50
Nasi beras giling putih	¾ gelas	100
Nasi beras giling merah	¾ gelas	100
Nasi beras giling hitam	¾ gelas	100
Nasi beras ½ giling	¾ gelas	100
Nasi ketan putih	¾ gelas	100
Roti putih	3 iris	70
Roti gandum	3 iris	70
Singkong	1½ potong	120
Sukun	3 potong sedang	150
Talas	½ biji sedang	125
Tape beras ketan	5 sendok makan	100
Tape singkong	1 potong sedang	100
Tepung tapioka	8 sendok makan	50
Tepung beras	8 sendok makan	50
Tepung hunkwe	10 sendok makan	50

Nama Pangan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Tepung sagu	8 sendok makan	50
Terpung singkong	5 sendok makan	50
Tepung terigu	5 sendok makan	50
Ubi jalar kuning	1 biji sedang	135
Kerupuk udang / ikan	3 biji sedang	30

b. Protein Hewani

Golongan A (Rendah Lemak)

Daftar sumber protein hewani dengan satuan penukar mengandung :

Energi = 50 kalori, Protein = 7 gram, Lemak = 2 gram

Tabel 2.4 Daftar penukar makanan pangan sumber protein hewani rendah lemak

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Cumi-cumi	1 ekor kecil	45
Daging asap	1 lembar	20
Daging ayam	1 potong sedang	40
Daging kerbau	1 potong sedang	35
Dendeng sapi	1 potong sedang	15
Gabus kering	1 ekor kecil	10
Hati sapi	1 potong sedang	50
Ikan asin kering	1 potong sedang	
Ikan kakap	1/3 ekor besar	35
Ikan kembung	1/3 ekor sedang	30
Ikan lele	1/3 ekor sedang	40
Ikan mas	1/3 ekor sedang	45
Ikan mujair	1/3 ekor sedang	30
Ikan peda	1 ekor kecil	35
Ikan pindang	½ ekor sedang	25
Ikan segar	1 potong sedang	40
Ikan teri kering	1 sendok makan	20
Ikan cakalang asin	1 potong sedang	20
Ikan lemuru	1 potong sedang	35
Kerang	½ gelas	90
Kepiting	1/3 gelas	50
Putih telur ayam	2½ butir	65
Rebon kering	2 sendok makan	10
Rebon basah	2 sendok makan	45
Selar kering	1 ekor	20
Sepat kering	1 potong sedang	20
Teri kering	1 sendok makan	15
Teri nasi	1/3 gelas	20

Golongan B (Lemak Sedang)

Daftar **sumber** protein hewani dengan satuan penukar yang mengandung : Energi = 75 kalori, Protein = 7 gram, Lemak = 5 gram

Tabel 2.5 Daftar penukar makanan pangan sumber protein hewani lemak sedang

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Bakso	10 biji sedang	170
Daging sapi	1 potong sedang	35
Daging kambing	1 potong sedang	40
Daging domba	1 potong sedang	40
Ginjal sapi	1 potong besar	45
Hati ayam	1 buah sedang	30
Hati sapi	1 potong besar	50
Hati babi	1 potong besar	35
Otak	1 potong besar	65
Telur ayam	1 butir	55
Telur bebek asin	1 butir	50
Telur puyuh	5 butir	55
Usus sapi	1 potong besar	50

Golongan C (Tinggi Lemak)

Daftar sumber protein hewani dengan satuan penukar yang mengandung : **Energi** = 150 kalori, Protein = 7 gram, Lemak = 13 gram

Tabel 2.6 Daftar penukar makanan pangan sumber protein hewani tinggi lemak

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Bebek	1 potong sedang	45
Belut	3 ekor kecil	50
Corned beef	3 sendok makan	45
Daging ayam dengan kulit	1 potong sedang	55
Daging babi	1 potong sedang	50
Ham	1½ potong kecil	40
Kuning telur ayam	4 butir	45
Telur bebek	1 butir	55
Telur ikan	1 potong sedang	40

c. Protein Nabati

Daftar sumber protein nabati dengan satuan penukar yang mengandung:

Energi = 75 kalori, Protein = 7 gram, Lemak = 3 gram

Tabel 2.7 Daftar penukar makanan pangan sumber protein nabati

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Kacang hijau	2 sendok makan	20
Kacang kedelai	2½ sendok makan	25
Kacang merah	2 sendok makan	20
Kacang mente	1½ sendok makan	15
Kacang tanah kupas	2 sendok makan	15
Kacang tolo	2 sendok makan	20
Kedelai bubuk	2½ sendok makan	25
Kembang tahu	1 lembar	20
Oncom	2 potong kecil	40
Pete segar	½ gelas	55
Selai kacang tanah	1 sendok makan	15
Tahu	1 biji besar	110
Tempe	2 potong sedang	50
Sari kedelai	2½ gelas	185

d. Golongan Sayuran

Golongan sayuran merupakan sayuran hijau dan berwarna lain. 1 penukar = 100 gram sayuran, atau dengan URT 1 gelas setelah dimasak dan ditiriskan.

Sayuran A

Digunakan sekehendak karena mengandung sedikit sekali kalori.

Tabel 2.8 Daftar penukar makanan pangan golongan sayuran A

Gambas (oyong)	Kubis
Jamur kuping segar	Lobak
Ketimun	Selada
Labu air	Selada air
Daun bawang	Tomat sayur

Sayuran B

Satuan penukar sebanyak 100 gram, mengandung :

Energi = 25 kalori, Karbohidrat =5 gram, Protein = 1 gram

Tabel 2.9 Daftar penukar makanan pangan golongan sayuran B

Bawang Bombay	Daun pakis	Kembang kol	Sawi
Bayam	Genjer	Kucai	Seledri
Bit	Jagung muda	Kol	Tauge
Brokoli	Jantung pisang	Labu siam	Terong
Buncis	Kangkong	Labu waluh	Wortel
Cabe merah / hijau besar	Kacang panjang	Pare	Daun talas
Daun kemangi	Kapri muda	Papaya muda	Caisim
Daun koro	Kecipir	Rebung	Daun beluntas

Sayuran C

1 satuan penukar sebanyak 100 gram, mengandung :

Energi = 50 kalori, Karbohidrat = 10 gram, Protein = 3 gram

Tabel 2.10 Daftar penukar makanan pangan golongan sayuran C

Bayam merah	Daun katuk	Tauge kacang kedelai	Daun mangkokan
Daun melinjo	Daun papaya	Daun singkong	Daun talas
Kacang kapri	Kluwih	Melinjo	Nangka muda

e. Golongan Buah-Buahan dan Gula

Berat buah-buahan yang terdaftar ditimbang tanpa kulit dan biji. 1 satuan penukar mengandung :

Energi = 50 kalori, Karbohidrat = 12 gram

Tabel 2.11 Daftar penukar makanan pangan golongan buah-buahan dan gula

Bahan Makanan	**Ukuran Rumah Tangga (URT)**	**Berat (gram)**
Anggur	15 buah sedang	125
Apel merah	1 buah kecil	85
Apel malang	1 buah sedang	75
Arbei	6 buah sedang	135
Belimbing	1 buah besar	140
Blewah	1 potong sedang	70
Cempedak	7 biji sedang	45
Duku	9 buah sedang	80
Durian	2 biji besar	35
Jambu air	2 buah besar	110
Jambu biji	1 buah besar	100
Jambu bol	1 buah kecil	90
Jambu monyet	1 buah besar	80
Jeruk bali	1 potong	105

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Jeruk manis	2 buah sedang	110
Jeruk nipis	1¼ gelas	135
Kedondong	2 buah sedang	120
Kemang	1 buah besar	105
Kesemek	½ buah	65
Kolang kaling	5 biji sedang	20
Kurma	3 buah	15
Kiwi	1½ buah	110
Lontar	16 buah	185
Leci	10 buah	75
Mangga	¾ buah besar	90
Manggis	2 buah besar	80
Markisa	¾ buah sedang	35
Melon	1 potong besar	190
Menteng	4 buah besar	75
Nangka masak	3 biji sedang	45
Nanas	¼ buah sedang	95
Pala (daging)	4 buah sedang	120
Peach	1 buah kecil	115
Pear	½ buah sedang	85
Papaya	1 potong besar	110
Pisang ambon	1 buah kecil	50
Pisang kepok	1 buah	45
Pisang mas	2 buah	40
Pisang raja sereh	2 buah kecil	40
Plum	2½ buah	140
Rambutan	8 buah	75
Salak	2 buah sedang	65
Sawo	1 buah sedang	55
Semangka	2 potong sedang	180
Sirsak	½ gelas	60
Srikaya	2 buah sedang	50
Stoberi	4 buah besar	215
Gula	1 sendok makan	13
Madu	1 sendok makan	15

f. Golongan Susu

Susu Tanpa Lemak

1 satuan penukar mengandung :

Energi = 75 kalori, Karbohidrat = 10 gram, Protein = 7 gram

Tabel 2.12 Daftar penukar makanan pangan golongan susu tanpa lemak

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Susu skim cair	1 gelas	200
Tepung susu skim	4 sendok makan	20
Yogurt *non fat*	2/3 gelas	120

Susu Lemak Sedang

1 satuan penukar mengandung :

Energi = 125 kalori, Karbohidrat = 10 gram, Protein = 7 gram, Lemak = 6 gram.

Tabel 2.13 Daftar penukar makanan pangan golongan susu lemak sedang

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Keju	1 potong kecil	35
Susu kambing	¾ gelas	165
Susu kental tidak manis	½ gelas	100
Susu sapi	1 gelas	200
Tepung susu asam	7 sendok makan	35
Yogurt susu penut	1 gelas	200

Susu Tinggi Lemak

1 satuan penukar mengandung :

Energi = 150 kalori, Karbohidrat = 10 gram, Protein = 7 gram, Lemak = 10 gram.

Tabel 2.14 Daftar penukar makanan pangan golongan susu lemak sedang

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Susu kerbau	½ gelas	100
Tepung susu penuh	6 sendok makan	30

g. Golongan Lemak

Lemak Tidak Jenuh

1 satuan penukar mengandung energi = 50 kalori, lemak = 5 gram

Tabel 2.15 Daftar penukar makanan pangan golongan susu lemak tidak jenuh

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Alpukat	½ buah besar	60
Biji labu merah	2 biji	10
Kacang almond	7 biji	10
Margarin jagung	1 sendok teh	5
Mayones	2 sendok makan	20
Minyak biji kapas	1 sendok teh	5
Minyak bunga matahari	1 sendok teh	5
Minyak jagung	1 sendok teh	5
Minyak kacang kedelai	1 sendok teh	5
Minyak kacang tanah	1 sendok teh	5
Minyak *sunflower*	1 sendok teh	5

Lemak Jenuh

1 satuan penukar mengandung energi = 50 kalori, lemak = 5 gram

Tabel 2.16 Daftar penukar makanan pangan golongan susu lemak jenuh

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat (gram)
Lemak babi	1 potong kecil	5
Mentega	1 sendok teh	5
Santan (peras dengan air)	1/3 gelas	40
Kelapa	1 potong kecil	15
Keju krim	1 potong kecil	15
Minyak kelapa	1 sendok teh	5
Minyak inti kelapa sawit	1 sendok teh	5

2.3.5 Kelebihan Pemberian Insulin Berdasarkan *Carbohydrate Counting*

Kelebihan menggunakan metode Carbing dalam pemberian insulin antara lain:

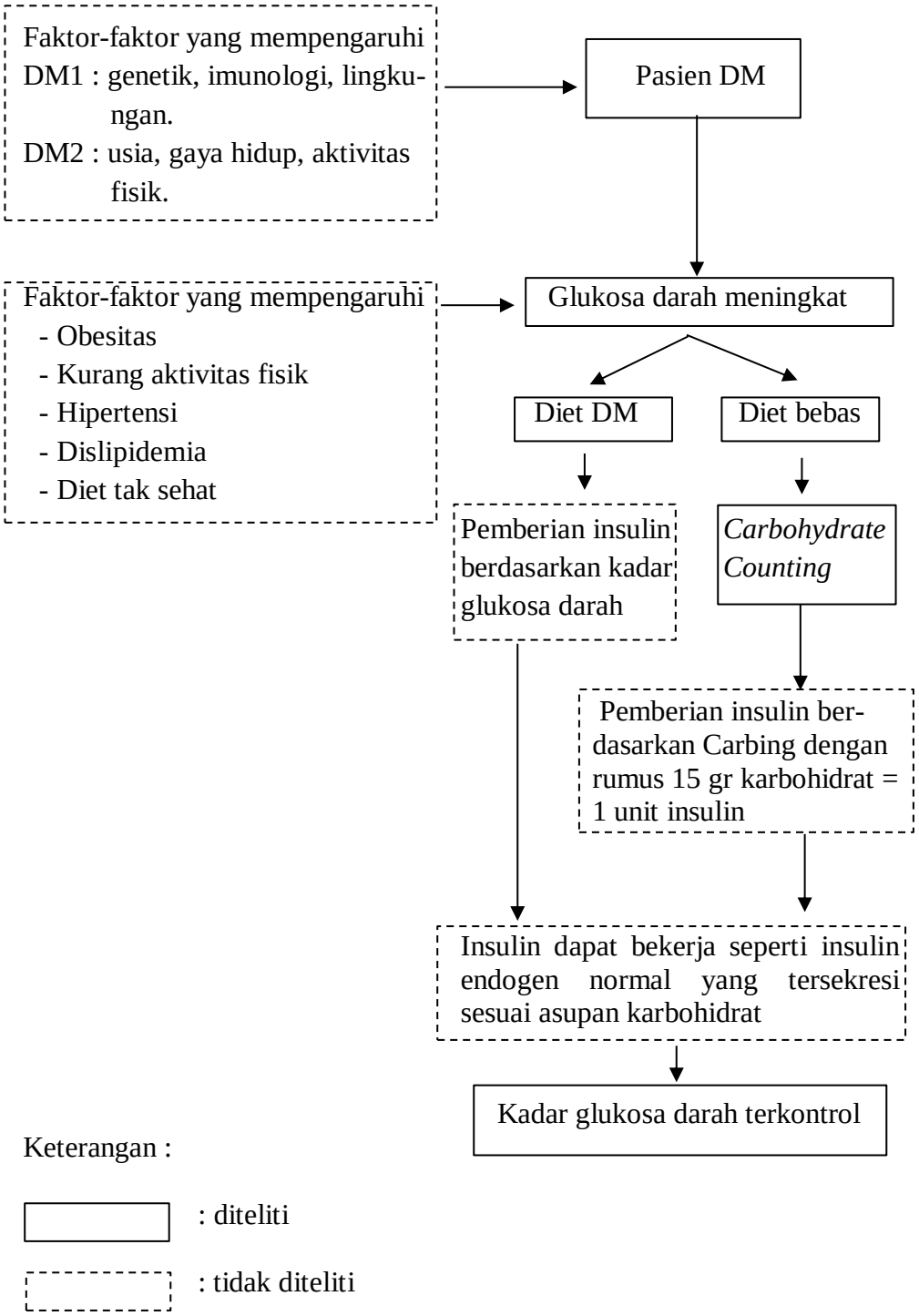
a. Memberikan kebebasan pada pasien makan sehingga pasien tidak tersiksa dengan diet DM yang ketat
b. Kerja insulin sesuai dengan insulin endogen (sesuai jumlah karbohidrat)
c. Pasien dapat melakukan secara mandiri karena mudah dilakukan
d. Kadar glukosa darah yang terkendali dapat menghindari komplikasi.

2.3.6 Kelemahan Pemberian Insulin Berdasarkan *Carbohydrate Counting*

Kelemahan yang muncul dalam penggunaan metode Carbing yaitu:

a. Intake makanan harus dicatat dengan tertib
b. Pasien diharuskan kooperatif terhadap Carbing dan penghitungan dosis insulin yang diberikan secara mandiri.

2.4 Kerangka Konseptual



Gambar 2.1 Kerangka konseptual