

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Mellitus

2.1.1 Pengertian Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus tipe 2 merupakan kelainan metabolisme yang ditandai dengan peningkatan gula darah penurunan sekresi insulin oleh sel beta pankreas dan/atau disfungsi insulin (resistensi insulin). Hasil penelitian Kesehatan Daar pada tahun 2018 menunjukkan angka diabetes di Indonesia sebesar 57 persen. sedangkan prevalensi global diabetes tipe 2 adalah 95%. Faktor risiko diabetes tipe 2 yaitu usia, jenis kelamin, obesitas, hipertensi, genetika, pola makan, merokok, alkohol, kurang aktivitas, lingkaran perut, Pengobatan dilakukan dengan obat hiperglikemik oral dan insulin, serta perubahan gaya hidup mengurangi kejadian diabetes dan komplikasi mikro dan makrovaskular tipe 2

2.1.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi DM menurut American Diabetes Assosiation :

- a. Diabetes tipe 1 (Destruksi sel P, umumnya menjurus ke defisiensi insulin absolut)
- b. Diabetes tipe 2 (resistensi insulin disertai defisiensi insulin relative sampai terutama defek sekresi insulin disertai resistensi insulin)
- c. Diabetes tipe lain

Diabetes tipe lain terdiri dari defek genetik fungsi sel beta : Defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati, karena obat/zat kimia, Infeksi, penyebab imunologi yang jarang : antibodi, anti insulin, sindrom genetik lain yang berkaitan dengan DM : Sindrom Down

- d. Diabetes Melitus Gestasional (DMG)

Diabetes Melitus Gestasional yakni Diabetes yang terjadi pada saat kehamilan.

2.1.3 Etiologi Diabetes Melitus Tipe 2

Etiologi DM disebabkan karena rusaknya sel P di pulau Langerhans akibat proses autoimun (DM tergantung insulin). Sementara itu, DM yang tidak bergantung pada insulin disebabkan oleh kegagalan relatif sel P dan resistensi insulin. Resistensi insulin merupakan penurunan kemampuan insulin dalam merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan menghambat produksi glukosa hepatik.

Diabetes tipe 2 disebabkan oleh resistensi insulin atau berkurangnya efektivitas insulin, sehingga dapat mengganggu metabolisme glukosa dan akhirnya menyebabkan tingginya gula darah (Departemen Kesehatan, 2015). DM tipe 2 disebabkan oleh kekurangan relatif sel (3) pada pankreas dan resistensi insulin, sehingga sel (3) tidak dapat sepenuhnya mengkompensasi resistensi insulin tersebut, sehingga terjadi kekurangan relatif insulin.

Ketidakmampuan ini dapat dilihat sebagai penurunan sekresi insulin bila distimulasi oleh glukosa atau bila distimulasi dengan glukosa yang dikombinasikan dengan tindakan sekresi insulin lainnya (Supariasa, 2017). DM tipe 2 merupakan jenis diabetes yang paling umum terjadi, dengan 90-95 persen penderita diabetes terdiagnosis diabetes tipe 2

2.1.4 Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe 2

Pada DM tipe 2, terdapat dua masalah utama yang berhubungan dengan insulin, yaitu resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin. Biasanya, insulin berikatan dengan reseptor spesifik di permukaan sel. Akibat pengikatan insulin pada reseptor ini terjadi serangkaian reaksi metabolisme glukosa di dalam sel. Resistensi insulin pada DM tipe 2 dikaitkan dengan berkurangnya respon intraseluler yang menyebabkan insulin tidak efektif merangsang glukosa dalam jaringan. Untuk mengatasi resistensi insulin dan mencegah pembentukan glukosa dalam darah, jumlah insulin yang disekresi harus ditingkatkan. Pada orang dengan gangguan toleransi glukosa, kondisi ini disebabkan karena sekresi insulin yang berlebihan dan kadar glukosa tetap normal atau sedikit meningkat. Namun, jika sel beta tidak mampu mengkompensasi peningkatan kebutuhan insulin, kadar glukosa meningkat dan berkembang menjadi diabetes tipe 2.

2.1.5 Komplikasi

Komplikasi pada pasien Diabetes Melitus dibagi menjadi dua kategori yaitu komplikasi akut dan komplikasi kronik (Black dan Hawks dalam Setyawati, 2015).

1. Komplikasi Akut

Komplikasi terjadi ketika kadar gula darah seseorang naik atau turun secara cepat dalam waktu singkat. Menurut Yulia S (2015) komplikasi akut antara lain hipoglikemia, ketoasidosis diabetikum dan koma hiperosmolar non ketotik. Hipoglikemia adalah suatu kondisi di mana kadar darah turun hingga 50-60 mg/dL. Hipoglikemia dapat terjadi akibat obat diabetes dosis tinggi, terlalu sedikit makan, atau aktivitas fisik

berlebihan. (Yulia, S, 2015) Gejala hipoglikemia ditandai dengan rasa lapar, gemetar, berkeringat, pusing, gelisah, jantung berdebar, dan penderita juga bisa koma. Ketoasidosis diabetik adalah suatu kondisi kekurangan insulin dalam tubuh yang parah dan disebabkan oleh infeksi mendadak, lupa menyuntikkan insulin, makan berlebihan atau stres (Yulia, S, 2015). Ada tiga Gambaran klinis ketoasidosis diabetik adalah dehidrasi, kehilangan elektrolit, dan asidosis. Penderita ketoasidosis diabetikum dapat kehilangan hingga 6,5 liter air dan 400-500 mEq natrium, kalium, dan klorida dalam 24 jam.

2. Komplikasi Kronik

Komplikasi kronik diabetes antara lain: kerusakan saraf (neuropati), kerusakan ginjal (nefropati diabetik), kerusakan mata (retinopati), dan penyakit arteri koroner. Kerusakan saraf terjadi ketika gula darah tidak dapat kembali normal dalam jangka waktu lama, sehingga menyebabkan lemah dan rusaknya dinding kapiler yang memberi makan ke saraf pusat, kerusakan saraf yang disebut neuropati diabetik.

Neuropati diabetik menyebabkan saraf tidak mampu mengirimkan pesan rangsangan impuls saraf, salah kirim, atau terlambat dikirim (Ndraha, 2014). Hermopati (neuropati) menyebabkan kesemutan pada kaki dan tangan. Jika saraf yang menuju ke lengan, tungkai, dan kaki rusak (polineuropati diabetik), lengan dan tungkai mungkin terasa kesemutan dan nyeri. Kerusakan saraf lebih sering menyebabkan kerusakan kulit karena penderita tidak mampu meredakan perubahan tekanan atau suhu.

2.2 Pengukuran Status Gizi pada Penderita DM Tipe 2

Status gizi merupakan ekspresi dari keadaan keseimbangan atau perwujudan dari nutriture dalam bentuk variabel tertentu. Penilaian terhadap status gizi dapat dilakukan dengan melakukan antropometri, pemeriksaan biokimia, klinis, dan biofisik. Pemeriksaan antropometri memiliki prosedur yang lebih sederhana, aman, dan relatif tidak membutuhkan tenaga ahli, tetapi cukup dengan tenaga yang telah dilatih. Beberapa dari indeks antropometri yang dapat digunakan untuk mengukur status gizi yaitu pengukuran indeks massa tubuh (IMT), pengukuran lingkaran lengan atas, dan pengukuran lingkaran pinggang.

2.2.1 Indeks Masa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan metode sederhana yang digunakan untuk menentukan status gizi seorang individu. Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan metode yang murah dan mudah digunakan dalam mengukur status gizi namun tidak dapat mengukur lemak tubuh secara langsung.

Gizi kurang dapat meningkatkan risiko terhadap penyakit infeksi dan gizi lebih dengan akumulasi lemak tubuh yang berlebih dapat meningkatkan risiko menderita penyakit degeneratif

Indeks Massa Tubuh (kg/m²) didapatkan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{IMT (Indeks Massa Tubuh)} = \frac{\text{BB (kg)}}{\text{TB}^2(\text{m}^2)}$$

Dibawah ini tabel klasifikasi berat badan berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT) untuk orang dewasa.

Tabel 1. Klasifikasi IMT

Klasifikasi	IMT (kg/m ²)
Berat badan kurang	< 18,5
Berat badan normal	18,50-22,9
Berat badan lebih	≥ 23
Beresiko (pra obese)	23 — 24,9
Obese I	25 — 29,9
Obese II	≥ 30

Sumber WHO 2020

2.2.2 Rasio Lingkar Pinggang Panggul

Pengukuran IMT, pengukuran antropometri dari obesitas abdominal, seperti lingkar pinggang dan rasio lingkar pinggang panggul memiliki hubungan yang lebih kuat dengan faktor risiko metabolik dan penyakit kardiovaskular. Lingkar pinggang dan rasio lingkar pinggang panggul merupakan metode pengukuran yang digunakan untuk mengetahui distribusi lemak tubuh, dapat menggambarkan obesitas sentral, dan lebih baik dalam memprediksi risiko penyakit kardiovaskular dibandingkan dengan IMT (Wahyuni N, 2016).

Banyaknya lemak dalam perut menunjukkan ada beberapa perubahan metabolisme dalam tubuh terhadap insulin dan meningkatnya produksi asam lemak bebas dibanding dengan banyaknya lemak bawah kulit atau pada kaki dan tangan.

Perubahan metabolisme ini memberikan gambaran tentang pemeriksaan penyakit yang berhubungan dengan distribusi lemak tubuh. Untuk melihat tersebut ukuran yang telah umum digunakan adalah rasio lingk pinggang dan pinggul. (Supariasa, 2014)

Pengukuran lingk pinggang pinggul harus dilakukan oleh tenaga yang terlatih dan posisi pengukuran harus tepat (Supariasa 2014) memberikan petunjuk bahwa rasio Lingk Pinggang dan Pinggul untuk perempuan adalah 0,77 dan 0,90 untuk laki laki. Pada studi prospektif menunjukkan bahwa rasio pinggang pinggul berhubungan erat dengan penyakit kardiovaskuler. Rata rata rasio lingk pinggang dan pinggul penderita penyakit kardiovaskuler dengan orang sehat adalah 0,938 dan 0,925

2.2.3 Persen Lemak Tubuh

2.2.3.1 Pengertian

Persen Lemak Tubuh (*Persen Body Fat*) merupakan komponen penyusun komposisi tubuh yang menggambarkan kondisi berat badan atau massa lemak baik itu lemak sub kutan ataupun visceral. Persen lemak tubuh merupakan persen nilai yang menggambarkan total lemak tubuh terhadap berat badan, tinggi badan, usia dan jenis kelamin dan merupakan salah satu cara mengukur status gizi yang lebih valid jika dibandingkan dengan rumus IMT karena benar-benar menggambarkan simpanan lemak tubuh (Gibson, 2015). Persen lemak tubuh diperoleh melalui pengukuran antropometri yaitu pengukuran total lemak tubuh dibagi berat badan dikali 100 %.

Persen lemak tubuh merupakan salah satu aspek yang digunakan untuk melihat adanya masalah gizi. Persen lemak tubuh dapat mencerminkan proporsi komposisi tubuh. Apabila persen lemak tubuh seseorang lebih tinggi dari angka normal artinya massa lemak tubuh orang tersebut berlebihan. Persen lemak tubuh tidak hanya mempengaruhi berat badan dan bentuk tubuh tetapi juga dapat mempengaruhi kesehatan seseorang. Dengan bertambahnya usia, melambatnya metabolisme dan berkurangnya aktifitas fisik umumnya jumlah lemak dalam tubuh seseorang akan meningkat.

2.2.3.2 Faktor faktor yang mempengaruhi Persen Lemak Tubuh

Persen lemak tubuh (*persen body fat*) merupakan komponen penyusun komposisi tubuh yang bisa menggambarkan kondisi berat badan atau massa lemak baik lemak sub kutan ataupun visceral. Massa Lemak Tubuh sangat bervariasi antar individu dan bergantung dari beberapa hal yaitu usia, jenis kelamin, suku bangsa dan keturunan (Ding, *et al.*, 2017). Beberapa faktor yang mempengaruhi massa lemak tubuh seseorang antara lain:

a. Jenis Kelamin

Wanita cenderung memiliki persen lemak tubuh yang tinggi dikarenakan perbedaan anatomi dan hormonal. Wanita memiliki hormon estrogen yang membutuhkan lemak untuk bekerja. Pada saat menopause, kadar hormon estrogen berkurang drastis hingga menimbulkan penumpukan lemak. Selain itu pada wanita saat mengalami menopause, kerja hormon tiroid akan berkurang hingga akhirnya kemampuan aktivitas fisik dapat berkurang (Inandia, 2012).

b. Usia

Pada umumnya lemak tubuh akan meningkat pada usia lebih dari 20 hingga 40 tahun, atau dari dewasa awal hingga usia pertengahan pada laki laki dan dan usia tua pada perempuan. Peningkatan lemak karena terkait aktivitas fisik yang menurun dengan bertambahnya usia. Hal ini terjadi karena perubahan biologis yang mengakibatkan peningkatan lemak dan penurunan massa otot (Inandia, 2012)

Usia dikategorikan berdasarkan standar WHO. Usia 75-90 tahun dimasukkan dalam kategori *Old*, sementara usia 60-74 tahun digolongkan usia *elderly*, usia 45-59 tahun golongan *middle age*. Sementara menurut Depkes (2019) dibedakan menjadi 9 golongan, yaitu: masa balita (0-5 tahun), masa kanak-kanak (5-11 tahun), masa remaja awal (12-16 tahun), masa remaja akhir (17-25 tahun), masa dewasa awal (26-35 tahun), masa dewasa akhir (35-45 tahun), masa lansia awal (46-55 tahun), masa lansia akhir (56-65 tahun), masa manula (> 65 tahun). Pada usia 30 hingga 70 tahun akan terjadi penurunan massa tubuh bebas lemak sebanyak 2%-3%, yang diikuti oleh penurunan massa otot sejak umur 40 tahun meskipun berat badan tetap stabil

c. Aktivitas

Aktivitas fisik akan meningkatkan metabolisme glukosa dan lemak. Peningkatan terjadi pada hormon yang memiliki peran dalam proses glikogenolisis (pemecahan glikogen) yaitu glukagon, epinefrin, dan norepinefrin. Saat melakukan aktivitas fisik, kebutuhan energi akan meningkat, sehingga bila glukosa sebagai sumber energi utama kurang mencukupi maka akan terjadi peningkatan metabolisme lemak berupa oksidasi asam lemak sebagai respon terhadap hormon epinefrin, norepinefrin, kortisol, dan hormon pertumbuhan. Hal ini menyebabkan penurunan persentase lemak tubuh (Hayudanti, *et al.*, 2016).

Aktivitas fisik yang kurang dapat menjadi penyebab terjadinya penumpukan lemak tubuh. Penelitian di Amerika menunjukkan bahwa 50% individu dengan tingkat aktivitas fisik rendah mempunyai risiko lebih besar dalam peningkatan simpanan lemak tubuh dibandingkan individu dengan aktivitas fisik tinggi. Aktivitas fisik dapat meningkatkan oksidasi lemak tubuh sehingga dapat menurunkan simpanan lemak tubuh di jaringan adiposa (Habibaturochmah DY dan Fitrianti, 2017)

e. IMT

Menurut Acharya, *et al.*, (2017) lemak tubuh memiliki hubungan erat dengan IMT karena nilai IMT yang tinggi dapat mengindikasikan lemak tubuh yang lebih tinggi. Pernyataan ini didukung oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Handayani, *et al.*, (2013) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara status gizi berdasarkan IMT/U dengan persen lemak tubuh

f. Obat-obatan yang dikonsumsi

Salah satu jenis obat-obatan yang dikonsumsi pasien diabetes adalah OAD (obat anti diabetes). Obat Anti Diabetes seperti Metformin terbukti selain mengontrol gula darah, efek positif lain yang dimiliki mempengaruhi kanker, mengurangi berat badan, memperbaiki kesehatan kardiovaskular, penyakit tiroid, sindrom ovarium polikistik. Mekanisme utama metformin dalam menurunkan berat badan adalah melalui reduksi konsumsi makanan pasien dan jaringan adiposa, bukan pengeluaran atau pengolahan energi. Metformin mengatur selera makan melalui beberapa *pathways* seperti regulasi sistem saraf pusat, mekanisme sensor jaringan

adiposa, dan sinyal 'kenyang' (*satiety*) dari jaringan gastrointestinal. Dengan adanya penurunan asupan makanan, persen lemak tubuh juga menurun.

g. Asupan Zat Gizi

Persen lemak tubuh yang tinggi dipengaruhi oleh asupan zat gizi yang diperoleh dari makanan yang dikonsumsi. Asupan zat gizi terdiri dari energi, zat gizi makro dan zat gizi mikro. Zat gizi makro terdiri dari karbohidrat, lemak dan protein. Energi yang berlebihan dari zat gizi makro akan disimpan di jaringan adipose sebagai lemak tubuh. Zat gizi protein menyumbang sebesar 4 kalori ke dalam makanan dalam setiap 1 gram protein. Protein sederhana jika dihidrolisis, maka akan menghasilkan asam amino sedangkan protein konjugasi jika dihidrolisis selain menghasilkan asam amino juga menghasilkan bahan non protein lainnya seperti lemak dan karbohidrat. Lemak merupakan zat penyumbang kalori terbesar dalam makanan, yaitu 1 gram lemak menghasilkan 9 kalori.

Makanan yang mengandung sumber lemak tinggi akan menyebabkan penyimpanan lemak berlebih di dalam tubuh. Lemak merupakan zat gizi penghasil energi terbesar, besarnya lebih dari dua kali energi yang dihasilkan karbohidrat dan protein. Jika asupan berlebih, tubuh lebih cepat menyimpan lemak di jaringan adiposa dibandingkan dengan karbohidrat dan protein sehingga asupan lemak berperan penting dalam peningkatan lemak tubuh seseorang. (Habibaturochmah, 2014)

2.2.3.3 Cara mengukur Persen Lemak Tubuh

Cara pengukuran persentase lemak tubuh menggunakan BIA (Bioelectrical Impedance Analysis):

- a. Setelah responden melakukan pengukuran berat badan yang merupakan bagian dari alat BIA, kemudian memasukkan data usia
- b. Pilih jenis kelamin
- c. Masukkan data tinggi badan responden.
- d. Akan keluar hasil dari pengukuran persentase lemak tubuhnya.
- e. mencatat hasil dari pengukuran persentase lemak tubuhnya.
- f. Jika sudah selesai responden dipersilahkan untuk turun
- g. Matikan unit alat ukur BIA jika tidak digunakan

2.3 Asupan Karbohidrat

2.3.1 Jenis Karbohidrat

a. Karbohidrat sederhana

1. Monosakarida

Monosakarida merupakan jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari 1 gugus cincin. Contoh dari monosakarida terdapat di dalam sel tubuh manusia yakni glukosa, fruktosa dan galaktosa. Glukosa di dalam industri pangan disebut sebagai dekstrosa atau juga gula anggur. Di alam, glukosa banyak terkandung di dalam buah-buahan, sayuran dan juga sirup jagung. Fruktosa dikenal juga sebagai gula buah dan merupakan gula dengan rasa yang paling manis. Di alam fruktosa banyak mengandung madu bersama glukos, dan juga terkandung diberbagai macam buah-buahan. Sedangkan galaktosa merupakan karbohidrat hasil proses pencernaan laktosa sehingga tidak terdapat di alam secara bebas. Selain sebagai molekul tunggal, monosakarida juga akan berfungsi sebagai molekul dasar bagi pembentukan senyawa karbohidrat kompleks pati (starch) atau selulosa.

Glukosa merupakan suatu dekstrosa karena memutar bidang polarisasi ke kanan. Glukosa merupakan komponen utama gula darah, menyusun 0,065- 0,11% darah kita. Glukosa dapat terbentuk dari hidrolisis pati, glikogen, dan maltosa. Glukosa sangat penting bagi kita karena sel tubuh kita menggunakannya langsung untuk menghasilkan energi.

2. Disakarida

Disakarida merupakan jenis karbohidrat yang banyak dikonsumsi oleh manusia di dalam kehidupan sehari-hari. Contoh disakarida yang umum digunakan dalam konsumsi sehari-hari adalah sukrosa yang terbentuk dari gabungan 1 molekul glukosa dan fruktosa dan juga laktosa yang terbentuk dari gabungan 1 molekul glukosa & galaktosa. Di dalam produk pangan, sukrosa merupakan pembentuk hampir 99% dari gula pasir atau gula meja (table sugar) yang biasa digunakan dalam konsumsi sehari-hari sedangkan laktosa merupakan karbohidrat yang banyak terdapat di dalam susu sapi dengan konsentrasi 6.8 gr /100 ml. Maltosa adalah suatu disakarida dan merupakan hasil dari hidrolisis parsial tepung (amilum). Sukrosa terdapat dalam gula tebu dan dalam

kehidupan sehari-hari sukrosa dikenal dengan gula pasir

3. Karbohidrat kompleks

Karbohidrat kompleks disebut polisakarida dan. Jenis karbohidrat kompleks yang menjadi sumber utama bahan makanan yang umum dikonsumsi oleh manusia adalah pati. Glikogen dan amilum merupakan polimer glukosa. Beberapa polisakarida terpenting adalah selulosa dan pati. Selulosa menurut Budiman (2019) merupakan polisakarida yang banyak dijumpai dalam dinding sel pelindung seperti batang, dahan, daun dari tumbuh-tumbuhan. Selulosa merupakan polimer yang berantai panjang dan tidak bercabang.

Suatu molekul tunggal selulosa merupakan polimer rantai lurus dari 1,4'- β -D-glukosa. Selulosa sering digunakan dalam pembuatan plastik. Selulosa nitrat digunakan sebagai bahan peledak, campurannya dengan kamper menghasilkan lapisan film (seluloid).

Pati/Amilum yang juga merupakan simpanan energi di dalam sel-sel tumbuhan ini berbentuk butiran-butiran kecil mikroskopik dengan berdiameter berkisar antara 5-50 nm. Pati terdapat dalam umbi-umbian sebagai cadangan makanan pada tumbuhan. Jika dilarutkan dalam air panas, pati dapat dipisahkan menjadi dua fraksi utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Perbedaan terletak pada bentuk rantai dan jumlah monomernya. Komposisi kandungan amilosa dan amilopektin ini akan bervariasi dalam produk pangan dimana produk pangan yang memiliki kandungan amilopektin tinggi akan semakin mudah untuk dicerna.

Amilosa adalah polimer linier dari α -D-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan 1,4- α . Dalam satu molekul amilosa terdapat 250 satuan glukosa atau lebih. Amilosa membentuk senyawa kompleks berwarna biru dengan iodium. Warna ini merupakan uji untuk mengidentifikasi adanya pati. Hidrolisis lengkap pati akan menghasilkan D-glukosa. Hidrolisis dengan enzim tertentu akan menghasilkan dextrin dan maltosa

2.3.2 Fungsi Karbohidrat

- a. Penyedia energi utama
- b. Pengatur metabolisme lemak
- c. Mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna.

- d. Penghemat protein
- e. Penyuplai energi otak dan saraf
- f. Penyimpan glikogen

2.3.3 Metabolisme Karbohidrat

Di dalam metabolisme Karbohidrat ada beberapa proses yang dilewati (Mann, 2012)

a. Glikolisis

Glikolisis (pemecahan glukosa) terjadi pada sitosol semua sel dan dapat berlangsung dengan adanya oksigen (aerob) dan an aerob. Lintasan tersebut meliputi metabolisme heksosa menjadi piruvat. Banyak reaksi yang dikatalisis oleh beragam enzim turut terlibat dalam lintasan ini, tetapi glikolisis diregulasi oleh tiga enzim yang mengatalisis reaksi nonekuilibrium yaitu glikokinase, fosfofruktokinase, dan piruvat kinase. Di bawah kondisi aerob, piruvat diangkut ke mitokondria dan kemudian menjalani dekarboksilase oksidatif menjadi asetil ko-enzim (CoA) yang masuk ke dalam siklus asam sitrat. Dalam keadaan an aerob (misal pada otot yang melakukan olahraga atau dalam sel darah merah), piruvat dirubah menjadi laktat yang diangkut ke dalam hati tempat glukosa direformasi melalui proses glukoneogenesis dan glukosa tersedia melalui sirkulasi untuk proses oksidasi di dalam jaringan. Siklus ini dikenal sebagai siklus asam laktat atau siklus Cori.

b. Glukoneogenesis

Di dalam hati, glukoneogenesis terjadi dalam sitosol dan lintasan ini meliputi enzim yang sama seperti pada glikolisis kecuali pada glukosa 6-fosfatase yang menggantikan heksokinase ; fruktosa 1,6-bifosfatase yang menggantikan fosfofruktokinase; dan fosfoenoliruvat karboksikinase yang menggantikan piruvat kinase. Trigliserida dalam jaringan adipose terus menerus mengalami hidrolisis untuk membentuk gliserol bebas yang yang tidak dapat digunakan oleh jaringan adipose , dan karena itu berdifusi keluar ke dalam darah untuk mencapai hati tempat substansi tersebut diubah dahulu menjadi fruktosa 1,6-bifosfat sebelum diubah menjadi glukosa. Alanin adalah asam amino utama yang diangkut dari otot ke hati, yang akan mengubah alanine menjadi piruvat.

c. Glikogenolisis

Glikogen merupakan bentuk simpanan utama karbohidrat dan terutama terdapat di dalam hati dan otot. Di dalam hati, fungsi utama glikogen adalah melayani jaringan yang lain melalui pembentukan glukosa ketika tidak tersedia gula dari makanan sebagai sumber energi di antara sesaat setelah makan atau ketika berpuasa. Di dalam otot, glikogen melayani hanya kebutuhan otot itu sendiri dengan menyediakan sumber bahan bakar metabolik yang instan. Glikogenolisis adalah saluran untuk mengubah simpanan glikogen melalui glukosa 1-fosfat dan glukosa 6- fosfat menjadi glukosa. Setelah 12-18 jam berpuasa , hati akan kehabisan glikogen sama sekali, sementara glikogen otot akan habis hanya setelah berolahraga.

2.4 Pengukuran Asupan Zat Gizi

2.4.1 Pengertian

Menurut Handayani 2014, *Food record* atau *food diary* merupakan salah satu metode dietary assesmen yang berisi catatan atau daftar dari seluruh makanan dan minuman yang dikonsumsi oleh individu dalam satu hari atau beberapa hari tertentu.

2.4.2 Prinsip dan penggunaan Food Records :

- a. Mendokumentasikan banyaknya porsi dari makanan dan minuman yang dikonsumsi dalam periode waktu tertentu dengan menggunakan ukuran rumah tangga (URT).
- b. *Food Record* banyak digunakan dalam penelitian (riset), terutama studi epidemiologi dan control balik
- c. *Food Record* biasa digunakan untuk menilai actual atau usual intake individu, tergantung pada banyaknya hari penelitan.

2.4.3 Prosedur

- a. Responden diminta mencatat semua makanan dan minuman dan snack yang dimakan sesuai ukuran rumah tangga sesuai waktu yang telah ditentukan dan ditulis di form khusus yang telah disediakan
- b. Sebelum melakukan pencatatan terhadap makanan dan minuman maka responden akan mendapatkan instruksi bagaimana cara melakukan dan mencatatnya.
- c. Tuliskan rincian dari makanan, yaitu :

1. Nama makanan
 2. Metode pemasakan
 3. Kondisi makanan (mentah, masak, di kupas, olahan)
 4. Semua bumbu, herbal, dan rempah rempah.
 5. Gambaran lengkap dari masing dari masing makanan.
- d. Timbang seluruh makanan yang dikonsumsi (porci yang disajikan tidak termasuk sisa makanan) atau dengan memperkirakan ukuran dan jumlah makanan/minuman yang dikonsumsi dengan menggunakan ukuran rumah tangga (URT)
- e. Jika responden mengkonsumsi makanan yang dibeli di luar, responden diminta mencatat jumlah yang dimakan, jika memungkinkan peneliti bisa membeli makanan tersebut untuk mendapatkan perkiraan berat yang dikonsumsi.

2.5 Produk Makanan Komersial Khusus (PKMK)

2.5.1 Pengertian PKMK

Pangan Olahan untuk Keperluan Medis Khusus yang disingkat PKMK adalah pangan olahan yang diproses atau diformulasi secara khusus untuk manajemen diet bagi orang dengan penyakit/gangguan 12 tertentu. PKMK terdiri dari 2 jenis yaitu kelompok bayi dan anak serta kelompok dewasa. PKMK untuk kelompok dewasa terdiri dari PKMK untuk penyandang diabetes, PKMK untuk pasien penyakit ginjal kronik, PKMK untuk pasien penyakit hati kronik, PKMK untuk dukungan nutrisi bagi orang dewasa gizi kurang atau gizi buruk, dan PKMK untuk pasien kelainan metabolik (inborn errors of metabolism) (BPOM RI, 2018).

2.5.2 Jenis – jenis PKMK

- a) PKMK untuk kelompok bayi dan anak, antara lain:
1. PKMK untuk Pasien Kelainan Metabolik
 2. PKMK untuk Dukungan Nutrisi bagi Anak Berisiko Gagal Tumbuh, Gizi Kurang atau Gizi Buruk
 3. PKMK untuk Bayi Prematur
 4. Suplemen Air Susu Ibu (Human Milk Fortifier)
 5. PKMK untuk Pasien Alergi Protein Susu Sapi
 6. PKMK untuk Pasien Anak Kejang Intraktabel (Epilepsi)
 7. PKMK untuk Pasien Malabsorpsi
 8. PKMK untuk Pasien Penyakit Hati Kronik
 9. PKMK untuk Pasien Inflammatory Bowel Diseases

b) PKMK untuk kelompok dewasa, dapat berupa:

1. PKMK untuk Penyandang Diabetes
2. PKMK untuk Pasien Penyakit Ginjal Kronik
3. PKMK untuk Pasien Penyakit Hati Kronik
4. PKMK untuk Dukungan Nutrisi bagi Orang Dewasa Gizi Kurang/Buruk
5. PKMK untuk Pasien Kelainan Metabolik (Inborn Errors of Metabolism)

2.5.3 PKMK untuk Penyandang Diabetes Mellitus

Secara spesifik, BPOM RI Nomor 1 tahun 2018 tentang Pengawasan Pangan Olahan untuk Keperluan Gizi Khusus juga 13 membahas mengenai ketentuan PKMK untuk penyandang diabetes. PKMK untuk penyandang diabetes adalah pangan yang diformulasikan secara khusus bagi penyandang diabetes, dapat digunakan sebagai makanan pengganti ataupun makanan tambahan, dengan memperhitungkan kebutuhan dan asupan gizi per hari penyandang diabetes. PKMK untuk penyandang diabetes yang ditujukan sebagai makanan pengganti hanya diperuntukkan bagi penyandang diabetes yang tidak dapat mengonsumsi makanan dalam bentuk biasa. ilmiah. Produk harus mengandung bahan dengan jumlah yang cukup untuk memberikan manfaat yang diharapkan.

a) Kandungan gizi PKMK untuk penyandang diabetes:

Tabel 2. Kandungan Gizi PKMK untuk Penyandang Diabetes

No	Zat Gizi	Per hari	Per 100 kkal
1.	Protein	10-20% total kalori sehari	2,5 — 5 gr
2.	Karbohidrat	45-65% total kalori sehari	11,25 — 16,25 gr
	Sukrosa & glukosa	≤ 5% total kalori sehari	≤ 1,25 gr
	Serat	20gr — 35gr per 2000 kkal	1 — 1,75 gr
3.	Lemak	20-25% total kalori sehari	2,22 — 2,78 gr
	Lemak jenuh (SAFA)	< 7% total kalori sehari	< 0,78 gr
	Lemak tidak jenuh ganda (PUFA)	≤ 10% total kalori sehari	≤ 1,11 gr
	Lemak tidak jenuh tunggal (MUFA)	Sisa dari lemak total	Sisa dari lemak total
	Kolesterol	< 200 mg per hari	< 10 mg per hari
4.	Natrium	< 2300 mg per hari	< 115 mg

Sumber: Peraturan BPOM No. 1 Tahun 2018

2.6 Beras Coklat



Gambar 1. Beras Coklat

sumber: bogor.tribunnews.com

2.6.1 Definisi Beras Coklat

Beras coklat adalah beras tetapi tidak disosoh (*unpolished brown rice*) yang di giling pecah kulit tanpa disosoh (*unpolished*) sehingga tetap mempertahankan semua kebaikan padi yang terkandung dalam lapisan kulit ari beras. Kulit ari ini disebut juga bekatul atau aleuron yang kaya akan protein, lemak jenuh, vitamin, mineral, serat dan antioksidan (Zakaria, 2010).

Beras coklat merupakan bahan makanan yang berpotensi sebagai makanan fungsional untuk perbaikan kesehatan (Sun et al., 2010; Imam et al., 2012; Wu et al., 2013; Seung et al., 2016). Beras coklat memiliki komponen yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti karbohidrat, besi, antioksidan, dan vitamin B1, B2, B3, dan B6.

2.6.2 Kandungan Gizi Beras Coklat

Beras coklat memiliki nutrisi yang jauh lebih tinggi daripada beras putih, mulai dari kandungan serat sampai senyawa-senyawa mineralnya.

Tabel 3. Kandungan Energi dan Zat Gizi pada Beras Coklat dan Beras Putih Per 100 Gram

Komponen	Beras Coklat	Beras Putih
Energi (Kkal)	386,67	376,43
Protein (g)	8,39	7,84
Karbohidrat (g)	86,19	81,94
Lemak (g)	0,91	0,76
Serat Pangan (g)	22,04	20,58
Serat Larut (g)	1,79	0,74
Serat Tidak Larut (g)	20,25	19,84
β -Glukan (% berat)	4,90	0,00
Magnesium (mg)	230,0	30,0
Mangan (mg)	4,41	2,76
Kalium (mg)	340,0	60,0

Sumber: Sulistyowati E., Rudijanto A., Soeharto S., dan Handayani D. (2019)

2.6.3 Manfaat Beras Coklat

1. Menurunkan Resiko Kanker Usus Besar

Tingginya kadar selenium dan fenol di dalam beras coklat diduga membuatnya dapat membantu menurunkan resiko terjadinya kanker usus besar. Banyaknya serat di dalam beras coklat juga dapat membantu menjaga kesehatan usus besar dan saluran cerna.

2. Mencegah Penyakit Jantung

Karena mengandung banyak serat, mengonsumsi banyak beras coklat dapat membantu melindungi jantung dari berbagai gangguan jantung dan pembuluh darah. Sebuah penelitian di Amerika menduga bahwa suatu lapisan jaringan di sekitar beras coklat (lapisan ini dihilangkan saat membuat beras putih) dapat mengurangi kerja protein angiotensin II, yang telah dikenal dapat meningkatkan resiko terjadinya aterosklerosis (pengerasan pembuluh darah) dan tekanan darah tinggi

3. Menurunkan Kolesterol

Beras coklat merupakan sumber serat larut air yang dapat membantu menurunkan kadar kolesterol LDL di dalam darah.

4. Membantu Menjaga Berat Badan

Mengonsumsi makanan yang mengandung banyak serat biasanya dapat membuat tubuh merasa kenyang lebih lama sehingga membuat makan yang dikonsumsi lebih. Beras coklat merupakan sumber serat, yang memiliki indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan beras putih.

5. Menjaga Kesehatan Sistem Pencernaan

Beras coklat juga mengandung serat tidak larut air yang dapat bertahan lebih lama di dalam usus dan membantu proses pencernaan serta proses pengeluaran sisa makanan. Serat jenis ini juga dapat menarik air ke dalam usus yang dapat memperlancar kerja usus dan mencegah terjadinya sembelit.

6. Membantu Mengendalikan Kadar Gula Darah

Adanya serat di dalam beras coklat membuatnya lebih lama dicerna dibandingkan dengan beras putih. Beras coklat memiliki indeks glikemik yang rendah, hal ini berarti bahwa beras coklat tidak menyebabkan peningkatan kadar gula darah.

2.7 Jamur Tiram



Gambar 2. Jamur Tiram

sumber: *gramedia.com*

2.7.1 Definisi Jamur Tiram

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu kelompok jamur yang sudah dikenal dengan baik karena bentuk dan ukuran tubuh buahnya sangat familiar di masyarakat. Jamur tiram merupakan jenis jamur yang dapat dimakan (*edible*) dan memiliki rasa yang khas. Jamur tiram merupakan jamur kayu yang banyak tumbuh pada pokok-pokok kayu yang sudah lapuk, syarat tumbuh jamur tiram tergantung dari sumber nutrisi, suhu, kelembapan, air, cahaya, udara dan keasaman.

2.7.2 Kandungan Gizi Jamur Tiram

Jamur tiram putih adalah salah satu jamur yang enak dimakan serta mempunyai kandungan gizi yang tinggi. Jamur ini mengandung protein (27%), vitamin dan mineral. Vitamin–vitamin yang terkandung dalam jamur ini meliputi tiamin, riboflavin, niasin, biotin dan vitamin C. Mineral yang ada pada jamur ini meliputi kalium, kalsium, magnesium, besi, natrium, kuprum, sulfur dan fosfor. Jamur ini mengandung 18 jenis asam amino yang meliputi isoleucine, leucine, lysine, methionine, cystine, phenylalanine, tyrosine, threonine, tryptophan, valine, arginine, histidine, alanine, aspartat, asam glutamate, glysin, proline dan serine. Jamur ini juga memiliki sejumlah enzim, terutama tripsin yang sangat dibutuhkan dalam proses pencernaan dan tripsin ini sama dengan tripsin yang dihasilkan oleh kelenjar lambung (Suriawiria, 2002).

2.7.3 Manfaat Jamur Tiram

1. Jamur tiram dapat menjadi sumber protein alternatif karena kadar protein jamur tiram lebih tinggi dibandingkan bahan makanan lain (jamur mengandung 19-35%, beras 7,3%, gandum 13,2% dan susu sapi 25,2%).
2. Jamur tiram dapat dijadikan suplemen bagi para pelaku diet karena jamur tiram mengandung serat berupa lignoselulosa yang sangat baik bagi pencernaan.
3. Jamur tiram dapat dijadikan sebagai makanan alternatif yang baik, khususnya bagi para penganut vegetarian dan penderita kolesterol tinggi. Kandungan gizi jamur setara dengan kandungan gizi pada daging, tetapi jamur tidak mengandung kolesterol jahat.
4. Kandungan senyawa pluran dalam jamur tiram dipercaya berkhasiat sebagai anti tumor dan anti kanker

2.8 Edukasi Gizi

1. Definisi Edukasi Gizi

. Edukasi gizi merupakan pendekatan edukatif untuk menghasilkan perilaku individu/masyarakat yang diperlukan untuk meningkatkan dan mempertahankan gizi tetap baik. Edukasi gizi adalah suatu proses yang berhubungan untuk menambah pengetahuan tentang gizi, membentuk sikap dan perilaku hidup sehat dengan memperhatikan pola makan sehari-

hari dan faktor lain yang mempengaruhi makanan, serta meningkatkan derajat kesehatan dan gizi seseorang. Tujuan dari pemberian edukasi gizi yaitu untuk mendorong terjadinya perubahan perilaku yang positif yang berhubungan dengan makanan dan gizi (Notoatmodjo, 2014).

2. Tujuan Edukasi

Secara umum tujuan edukasi gizi mendorong terjadinya perubahan perilaku yang positif berhubungan dengan makanan dan gizi. Menurut Undang-undang RI Nomor 36 tahun 2009 tentang kesehatan bab 15 VIII pasal 141 menyatakan bahwa upaya perbaikan gizi masyarakat ditujukan untuk peningkatan mutu gizi perseorangan dan masyarakat (Supriasa, 2014).

3. Metode Edukasi

Metode edukasi gizi terbagi menjadi dua yaitu metode edukasi untuk individu dan kelompok (Supriasa, 2014).

a. Metode edukasi individu digunakan untuk memotivasi atau membina individu agar tertarik kepada suatu perubahan perilaku. Bentuk metode individu antara lain:

- Penyuluhan, pada metode ini terjadi hubungan antara tenaga kesehatan dan masyarakat. Masyarakat dibantu dalam menyelesaikan masalah. Perubahan perilaku pada masyarakat terjadi dengan kesadaran masing-masing.
- Wawancara, pada metode ini terjadi komunikasi antara tenaga kesehatan dan masyarakat untuk mendapatkan informasi tentang penerimaan masyarakat terhadap perubahan atas kesadaran masyarakat dalam mengadopsi perubahan perilaku.

b. Metode edukasi kelompok perlu memperhatikan besarnya dan tingkat pendidikan kelompok sasaran. Bentuk metode kelompok antara lain:

- Ceramah digunakan untuk penguasaan materi dan penyampaian materi yang menarik serta tidak membosankan. Pelaksana harus menguasai sasaran yang meliputi sikap, suara yang jelas, pandangan tertuju kepada sasaran.
- Diskusi digunakan untuk kelompok kecil berpartisipasi dalam diskusi.

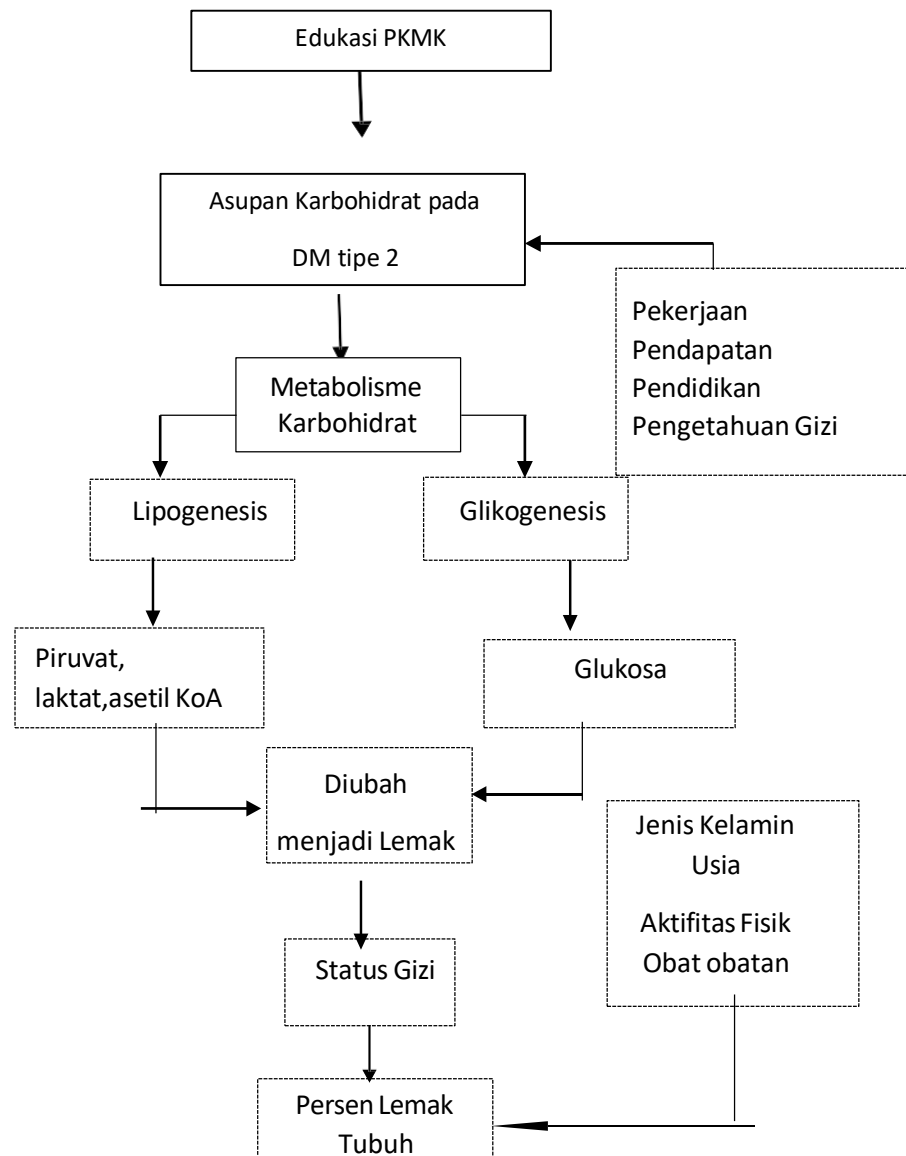
4. Media edukasi

Media dalam edukasi gizi merupakan sarana yang berisi materi mengenai nasehat atau pesan gizi. Penggunaan media akan memudahkan dalam penyampaian materi gizi dan memudahkan klien

memahami nasehat atau pesan yang diberikan. Media yang sering digunakan dalam edukasi gizi meliputi

- a. Leaflet merupakan bentuk penyampaian informasi atau pesan-pesan kesehatan melalui lembaran yang dilipat, dapat dalam bentuk kalimat, gambar, atau kombinasi kalimat dan gambar
- b. Flyer (selebaran) merupakan media yang menyerupai leaflet tetapi tidak dilipat
- c. Flipchart (lembar balik) merupakan media penyampaian pesan atau informasi kesehatan dalam bentuk lembar balik. Flipchart biasanya dalam bentuk buku dimana setiap lembar (halaman) berisi gambar peragaan dan pesan atau informasi.
- d. Poster merupakan bentuk media cetak berisi pesan atau informasi kesehatan yang biasa di tempel di tembok, tempat umum, atau kendaraan umum

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

Penjelasan dari kerangka konsep :

Asupan karbohidrat pada penderita DM tipe II dipengaruhi langsung oleh pekerjaan, pendapatan, pendidikan, pengetahuan gizi dan lama menderita DM, sedangkan persentase lemak tubuh dipengaruhi oleh jenis kelamin, umur, aktivitas fisik, obat-obatan, IMT dan asupan gizi. Karbohidrat dalam tubuh mengalami metabolisme, termasuk lipogenesis. Proses lipogenesis ini terjadi ketika asupan karbohidrat terlalu tinggi, saat aktivitas yang dilakukan cenderung kurang. Lipogenesis adalah proses dimana lemak terbentuk dari bahan lemak. Proses lipogenesis melibatkan konversi glukosa dan zat antara (piruvat, laktat, dan asetil-KoA) menjadi lemak yang menghasilkan persentase lemak tubuh yang

tinggi, yang menyebabkan stres oksidatif dan menyebabkan kerusakan dan komplikasi endotel pada individu tipe 2. DM seperti penyakit jantung dan stroke, neuropati diabetik, tukak kaki dan gagal ginjal. Oleh karena itu, persentase lemak tubuh harus dikontrol dengan mengatur konsumsi karbohidrat. Edukasi gizi dapat mempengaruhi asupan karbohidrat dan persen lemak tubuh pada penderita diabetes mellitus tipe 2

2.10 Hipotesis Penelitian

Ada pengaruh antara edukasi konsumsi pkmk terhadap asupan karbohidrat dan persen lemak tubuh penderita diabetes melitus tipe 2