

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Diabetes Melitus Tipe II**

Penyakit Diabetes Melitus adalah kelainan yang bersifat kronis ditandai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, protein dan lemak yang disebabkan oleh kekurangan insulin baik absolut ataupun relatif. Etiopatologi heterogen termasuk defek pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya, dan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak dan protein. Efek spesifik jangka panjang dari diabetes termasuk retinopati, nefropati dan neuropati komplikasi lainnya. Orang dengan diabetes juga memiliki peningkatan risiko penyakit lain termasuk jantung, penyakit arteri perifer dan serebrovaskular, obesitas, katarak, disfungsi ereksi, dan non alkohol penyakit hati berlemak. Mereka juga berisiko lebih tinggi terkena beberapa penyakit menular, seperti TBC (World Health Organization, 2019).

Diabetes Melitus merupakan salah satu penyakit kronis penyebab kematian tertinggi di Indonesia. Bahkan jumlah angka kesakitannya terus meningkat. Data Riskesdas 2018 menunjukkan prevalensi diabetes yakni sebesar 8,5%, meningkat dibandingkan Riskesdas 2013 yaitu sebesar 6,9%. Pada tahun 2021, Indonesia berada di posisi kelima dengan jumlah pengidap diabetes sebanyak 19,47 juta. Dengan jumlah penduduk sebesar 179,72 juta, ini berarti prevalensi diabetes di Indonesia sebesar 10,6% (International Diabetes Federation, 2021).

Diabetes Melitus (DM) tipe II merupakan penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia, pada kondisi ini pankreas mampu memproduksi insulin, tetapi sel tubuh tidak dapat menggunakan insulin secara efisien untuk mengubah glukosa menjadi energi. Hiperglikemia kronik pada pasien DM tipe II dapat menyebabkan disfungsi, kegagalan bahkan kerusakan organ terutama mata, ginjal, pembuluh darah dan saraf (American Diabetes Association, 2011). Diabete Melitus tipe 2 merupakan penyakit kronis yang membutuhkan pengawasan dalam hal penentuan waktu makan, kandungan makanan, aktivitas fisik, pemantauan kadar gula darah, pengelolaan berbagai upaya pengobatan termasuk insulin dan perawatan diri lainnya (Vora & Buse 2013).

## 2.2 Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe II

Menurut Maryanto & Purnasari (2011) Diabetes Mellitus Tipe 2 disebabkan kegagalan relatif sel $\beta$  dan resisten insulin. Dengan penjelasan tersebut semakin membuktikan bahwa masalah utama pada Diabetes Mellitus tipe 2 ini adalah insulin yang mengalami resistensi dan kegagalan relatif yang dihasilkan oleh sel B. Resistensi insulin banyak terjadi akibat dari keadaan obesitas dan berkurangnya aktivitas fisik serta penuaan.

Namun masih terdapat beberapa insulin dengan jumlah yang adekuat untuk mencegah pemecahan lemak dan produksi badan keton yang menyertainya. Karena itu ketoasidosis diabetes jarang terjadi pada Diabetes Mellitus tipe 2 tidak normal dapat menimbulkan masalah akut lainnya yang dinamakan sindrom hiperglikemik hyperosmolar nonketotik (HHNK) (Wulandari dkk., 2019)

Pada penderita DM Tipe 2 dapat juga terjadi produksi glukosa hepatic yang berlebihan namun tidak terjadi pengrusakan sel - sel  $\beta$  Langerhans secara otoimun seperti DM Tipe 1. Defisiensi fungsi insulin pada penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 hanya bersifat relatif, tidak absolut (Depkes, 2015). Patofisiologis diabetes melitus disebabkan oleh adanya kekurangan insulin secara relatif maupun absolut. Defisiensi insulin dapat terjadi melalui 3 jalan, yaitu:

- a. Rusaknya sel-sel B pansen karena pengaruh dari luar (virus, zat kimia, dll).
- b. Desensitasi atau penurunan reseptor glukosa pada kelenjar pancreas.
- c. Desensitasi atau kerusakan reseptor insulin di jaringan perifer (Burarerah, 2010).

Cara mengatasi resistensi insulin dan mencegah pembentukan glukosa dalam darah, harus terdapat peningkatan jumlah insulin yang disekresikan, pada penderita toleransi glukosa terganggu, keadaan ini terjadi akibat sekresi insulin yang berlebihan dan kadar glukosa akan di tahan pada tingkat yang normal atau sedikit meningkat. Namun demikian jika sel - sel beta tidak mampu mengimbangi peningkatan kebutuhan akan insulin, maka kadar glukosa akan meningkat dan terjadi DM tipe 2 (Ernawati, 2013).

### **2.3 Diagnosa Diabetes Melitus Tipe II**

Keluhan dan gejala yang khas ditambah hasil pemeriksaan glukosa darah sewaktu  $>200$  mg/dl, glukosa darah puasa  $>126$  mg/dl sudah cukup untuk menegakkan diagnosis DM. Untuk diagnosis DM dan gangguan toleransi glukosa lainnya diperiksa glukosa darah 2 jam setelah beban glukosa. Sekurang- kurangnya diperlukan kadar glukosa darah 2 kali abnormal untuk konfirmasi diagnosis DM pada hari yang lain atau Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) yang abnormal. Konfirmasi tidak diperlukan pada keadaan khas hiperglikemia dengan dekompensasi metabolik akut, seperti ketoasidosis, berat badan yang menurun cepat (Tendra H, 2008).

Ada perbedaan antara uji diagnostik DM dan pemeriksaan penyaring. Uji diagnostik dilakukan pada mereka yang menunjukkan gejala DM, sedangkan pemeriksaan penyaring bertujuan untuk mengidentifikasi mereka yang tidak bergejala, tetapi punya resiko DM (usia  $> 45$  tahun, berat badan lebih, hipertensi, riwayat keluarga DM, riwayat abortus berulang, melahirkan bayi  $> 4000$  gr, kolesterol HDL  $\leq 35$  mg/dl, atau trigliserida  $\geq 250$  mg/dl). Uji diagnostik dilakukan pada mereka yang positif uji penyaring. Pemeriksaan penyaring dapat dilakukan melalui pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu atau kadar glukosa darah puasa, kemudian dapat diikuti dengan tes toleransi glukosa oral (TTGO) standar (Waspadji, 2009).

### **2.4 Faktor-Faktor Risiko Diabetes Melitus Tipe II**

Peningkatan jumlah penderita DM yang sebagian besar DM tipe 2, berkaitan dengan beberapa faktor yaitu faktor risiko yang tidak dapat diubah, faktor risiko yang dapat diubah dan factor lain. Menurut American Diabetes Association (ADA) bahwa DM berkaitan dengan faktor risiko yang tidak dapat diubah meliputi riwayat keluarga dengan DM (first degree relative), umur  $\geq 45$  tahun, etnik, riwayat melahirkan bayi dengan berat badan lahir bayi  $>4000$  gram atau riwayat pernah menderita DM gestasional dan riwayat lahir dengan berat badan rendah ( $<2,5$  kg).<sup>1,9</sup> Faktor risiko yang dapat diubah meliputi obesitas berdasarkan IMT  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> atau lingkar perut  $\geq 80$  cm pada wanita dan  $\geq 90$  cm pada laki-laki, kurangnya aktivitas fisik, hipertensi, dislipidemi dan diet tidak sehat (Waspadji, 2009).

Faktor lain yang terkait dengan risiko diabetes adalah penderita polycystic ovarysindrome (PCOS), penderita sindrom metabolik memiliki riwayat toleransi glukosa terganggu (TGT) atau glukosa darah puasa terganggu (GDPT) sebelumnya, memiliki riwayat penyakit kardiovaskuler seperti stroke, PJK, atau peripheral rrterial Diseases (PAD), konsumsi alkohol, faktor stres, kebiasaan merokok, jenis kelamin, konsumsi kopi dan kafein (Tjokroprawiro, 2001).

1. Obesitas (kegemukan) Terdapat korelasi bermakna antara obesitas dengan kadar glukosa darah, pada derajat kegemukan dengan IMT > 23 dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah menjadi 200mg%.  
1,2
2. Hipertensi Peningkatan tekanan darah pada hipertensi berhubungan erat dengan tidak tepatnya penyimpanan garam dan air, atau meningkatnya tekanan dari dalam tubuh pada sirkulasi pembuluh darah perifer.
3. Riwayat Keluarga Diabetes Melitus Seorang yang menderita Diabetes Melitus diduga mempunyai gen diabetes. Diduga bahwa bakat diabetes merupakan gen resesif. Hanya orang yang bersifat homozigot dengan gen resesif tersebut yang menderita Diabetes Melitus.
4. Dislipidemia Adalah keadaan yang ditandai dengan kenaikan kadar lemak darah (Trigliserida > 250 mg/dl). Terdapat hubungan antara kenaikan plasma insulin dengan rendahnya HDL (< 35 mg/dl) sering didapat pada pasien Diabetes.
5. Umur Berdasarkan penelitian, usia yang terbanyak terkena Diabetes Melitus adalah > 45 tahun.
6. Riwayat persalinan Riwayat abortus berulang, melahirkan bayi cacat atau berat badan bayi > 4000gram
6. Faktor Genetik DM tipe 2 berasal dari interaksi genetis dan berbagai faktor mental Penyakit ini sudah lama dianggap berhubungan dengan agregasi familial. Risiko empiris dalam hal terjadinya DM tipe 2 akan meningkat dua sampai enam kali lipat jika orang tua atau saudara kandung mengalami penyakit ini.
7. Alkohol dan Rokok Perubahan-perubahan dalam gaya hidup berhubungan dengan peningkatan frekuensi DM tipe 2. Walaupun kebanyakan peningkatan ini dihubungkan dengan peningkatan obesitas dan

pengurangan ketidak aktifan fisik, faktor-faktor lain yang berhubungan dengan perubahan dari lingkungan tradisional ke lingkungan kebarat-baratan yang meliputi perubahan-perubahan dalam konsumsi alkohol dan rokok, juga berperan dalam peningkatan DM tipe 2. Alkohol akan mengganggu metabolisme gula darah terutama pada penderita DM, sehingga akan mempersulit regulasi gula darah dan meningkatkan tekanan darah. Seseorang akan meningkat tekanan darah apabila mengkonsumsi etil alkohol lebih dari 60ml/hari yang setara dengan 100 ml proof wiski, 240 ml wine atau 720 ml. Faktor resiko penyakit tidak menular, termasuk DM Tipe 2, dibedakan menjadi dua. Yang pertama adalah faktor risiko yang tidak dapat berubah misalnya umur, faktor genetik, pola makan yang tidak seimbang jenis kelamin, status perkawinan, tingkat pendidikan, pekerjaan, aktivitas fisik, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, Indeks Masa Tubuh.

## **2.5 Karbohidrat**

Karbohidrat adalah sumber makanan yang memberikan energi bagi tubuh. Dalam proses metabolisme, karbohidrat diabsorpsi oleh tubuh dalam bentuk glukosa. Semakin tinggi asupan karbohidrat yang berlebihan, risiko terjadinya diabetes melitus juga meningkat. Mekanisme ini terjadi ketika karbohidrat dipecah menjadi monosakarida, terutama gula, yang kemudian diserap oleh tubuh. Penyerapan gula tersebut menyebabkan peningkatan kadar gula darah dan merangsang produksi insulin. Namun, jika terjadi kekurangan insulin atau sel tubuh tidak responsif terhadap insulin, maka kadar gula darah akan meningkat (Stedman, 2014).

Kelebihan asupan karbohidrat memicu terjadinya obesitas dan resistensi insulin. Karbohidrat yang diasup akan dipecah menjadi bentuk sederhana, yaitu glukosa yang kemudian akan diserap di usus. Glukosa tersebut akan masuk ke dalam peredaran darah. Oleh karena itu, asupan karbohidrat berlebih meningkatkan kadar glukosa dalam darah. Sebuah studi metabolis menemukan bahwa diet tinggi karbohidrat (>55% dari total kebutuhan kalori) meningkatkan kadar trigliserida dan kadar glukosa postprandial (Mahan dkk., 2012). Berikut tata cara pola makan bagi penderita diabetes yang direkomendasikan PERKENI:

- 1) Karbohidrat yang dianjurkan sebesar 45-65% total asupan energi. Jadwal makan tetap tiga kali sehari untuk mencukupi nutrisi yang dibutuhkan tubuh. Kalau diperlukan, dapat diberikan makanan selingan buah sebagai snack sebagai bagian dari kebutuhan kalori sehari.
- 2) Asupan lemak disarankan sekitar 20-25% kebutuhan kalori. Asupan lemak yang melebihi 30% tidak disarankan. Asupan kolesterol direkomendasikan adalah <200 mg/hari.
- 3) Protein yang dianjurkan adalah 10-20% total asupan energi dalam sehari. Namun, protein sudah terbatas pada penderita diabetes yang mengalami komplikasi. Hal ini bertujuan agar protein yang dimakan tidak merasa lemas. Sumber protein yang baik adalah yang berasal dari tumbuhan seperti kacang-kacangan juga produk laut seperti ikan, udang dan kerang.

a. Asupan karbohidrat

Karbohidrat merupakan zat gizi sumber energi paling penting bagi makhluk hidup karena molekulnya menyediakan unsur karbon yang siap digunakan oleh sel. Karbohidrat adalah salah satu atau beberapa senyawa kimia termasuk gula pati dan serat yang mengandung atom C, H dan O dengan rumus kimia  $C_n (H_2O)_n$ . Karbohidrat merupakan senyawa sumber energi utama bagi tubuh. Kira-kira 80% kalori yang didapat tubuh berasal dari karbohidrat. Secara kimia, karbohidrat dapat didefinisikan sebagai turunan aldehid atau keto dari alkohol polihidrik (karena mengandung gugus hidroksi lebih dari satu), atau sebagai senyawa yang menghasilkan turunan tersebut apabila dihidrolisis (Muchtadi, 2009).

Karbohidrat banyak terdapat dalam berbagai bahan makanan yang dikonsumsi, terutama pada bahan pangan yang banyak mengandung zat tepung/pati dan gula. Bahan pangan yang cukup dikonsumsi rakyat Indonesia mengandung karbohidrat yang tinggi, yaitu sekitar 70% sampai 80%, terutama sereal (padi-padian) dan umbi-umbian. Bahan makanan sumber karbohidrat biasa dikonsumsi sebagai makanan pokok, makanan antara atau

makanan kecil (Kartasapoetra dan Marsetyo, 2005). Komposisi asupan karbohidrat yang dianjurkan dalam sehari menurut (Perkeni, 2015) adalah:

- 1) Karbohidrat yang ditingkatkan sebesar 45-65% total asupan energi, terutama karbohidrat yang berserat tinggi.
- 2) Pembatasan total karbohidrat < 130 g/hari.
- 3) Glukosa dalam bumbu yang diperbolehkan sehingga penyandang diabetes dapat makan makanan sama seperti keluarga yang lain.
- 4) Sukrosa tidak boleh asal tidak boleh lebih dari 5% total asupan energi.
- 5) Pemansis alternatif dapat digunakan sebagai pengganti glukosa, asal tidak melebihi batas konsumsi harian (Accepted Daily Intake/ADI).
- 6) Sekarang yang menjadi dasar pengembangan Risesdas 2007 adalah makanan selingan seperti buah atau makanan lain sebagai bagian dari kebutuhan kalori sehari.

b. Klasifikasi karbohidrat

Berdasarkan susunan kimianya, karbohidrat dibagi menjadi tiga golongan:

1) Monosakarida (gula sederhana)

Menurut Almatsier (2004), monosakarida adalah karbohidrat paling sederhana yang merupakan molekul terkecil karbohidrat. Dalam tubuh monosakarida langsung diserap oleh dinding-dinding usus halus dan masuk ke dalam peredaran darah. Monosakarida dikelompokkan menjadi 3 golongan:

- a) Glukosa, disebut juga dekstrosa yang terdapat dalam buah-buahan dan sayur-sayuran. Semua jenis karbohidrat akhirnya akan diubah menjadi glukosa.
- b) Fruktosa disebut juga levulosa, zat ini bersama-sama glukosa terdapat dalam buah-buahan dan sayuran, terutama dalam madu, yang menyebabkan rasa manis.
- c) Galaktosa, berasal dari pemecahan disakarida.

## 2) Disakarida

Menurut Almtsier (2004), disakarida adalah gabungan dari dua macam monosakarida. Dalam proses metabolisme, disakarida akan dipecah menjadi dua molekul monosakarida oleh enzim dalam tubuh. Disakarida dikelompokkan menjadi 3 golongan:

- a) Sukrosa, terdapat dalam gula tebu, gula aren. Dalam proses pencernaan, sukrosa akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa.
- b) Maltosa, hasil pecahan zat tepung (pati), yang selanjutnya dipecah menjadi dua molekul glukosa.
- c) Laktosa (gula susu), banyak terdapat pada susu, dalam tubuh manusia laktosa agak sulit dicerna jika dibanding dengan sukrosa dan maltosa. Dalam proses pencernaan laktosa akan dipecah menjadi 1 molekul glukosa dan 1 molekul galaktosa.

## 3) Polisakarida

Polisakarida (Karbohidrat Kompleks) menurut Almtsier (2004) merupakan gabungan beberapa molekul monosakarida. Disebut oligosakarida jika tersusun atas 3-6 molekul monosakarida dan disebut polisakarida jika tersusun atas lebih dari 6 molekul monosakarida. Polisakarida dikelompokkan menjadi 3 golongan:

- a) Pati merupakan sumber kalori yang sangat penting karena sebagian besar karbohidrat dalam makanan terdapat dalam bentuk pati. Amilosa adalah jenis pati berantai lurus tersusun atas 20-30 unit glukosa setiap cabangnya disebut amilopectin.
- b) Serat merupakan komponen dinding sel tanaman yang tak dapat dicerna oleh sistem pencernaan manusia. Serat bermanfaat untuk merangsang alat cerna agar mendapat cukup getah cerna, membentuk volume sehingga menimbulkan rasa kenyang dan membantu pembentukan feces.



c) Glikogen disebut juga pati binatang, adalah jenis karbohidrat semacam gula yang disimpan di hati dan otot dalam jumlah kecil sebagai cadangan karbohidrat. Simpanan glikogen hati kurang lebih 4,0% dari berat hati, sedangkan pada otot hanya 0,7%. Orang dewasa dengan berat badan 70 kg, kira-kira berat hatinya 1800 g, sehingga simpanan glikogen hati 72 g, sedangkan berat otot kurang lebih 3,5 kg, sehingga simpanan glikogen 245 g. Simpanan glikogen normal 1,5 g/100 g otot.

c. Fungsi karbohidrat

Fungsi karbohidrat di dalam tubuh menurut Almatier (2008) antara lain:

1) Sumber Energi

Fungsi utama karbohidrat adalah menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energi bagi penduduk di seluruh dunia, karena banyak di dapat di alam dan harganya relatif murah. Satu gram karbohidrat menghasilkan 4 kkal. Sebagian karbohidrat di dalam tubuh berada dalam sirkulasi darah sebagai glukosa untuk keperluan energi segera, sebagian disimpan sebagai glikogen dalam hati dan jaringan otot dan sebagian diubah menjadi lemak kemudian disimpan sebagai cadangan energi. Seseorang yang memakan karbohidrat dalam jumlah berlebih akan menjadi gemuk.

2) Pemberi Rasa Manis Pada Makanan

Karbohidrat memberi rasa manis pada makanan, khususnya mono dan disakarida. Fruktosa adalah gula paling manis. Bila tingkat kemanisan sakarosa diberi nilai 1,0 maka tingkat kemanisan fruktosa adalah 1,7, glukosa 0,7, maltosa 0,4, laktosa 0,2. 3)

3) Penghemat Protein

Bila karbohidrat makanan tidak mencukupi, maka protein akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi, dengan mengalahkan fungsi utamanya yaitu sebagai zat

pembangun. Sebaliknya bila karbohidrat tercukupi maka protein hanya akan digunakan sebagai zat pembangun.

#### 4) Pengatur Metabolisme Lemak

Karbohidrat mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna, sehingga menghasilkan bahan-bahan keton berupa asam asetoasetat, aseton dan asam beta-hidroksi-butirat. Bahan-bahan ini dibentuk dalam hati dan dikeluarkan melalui urine dengan mengikat basa berupa ion natrium. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan natrium dan dehidrasi, pH cairan tubuh akan menurun. Keadaan ini menimbulkan ketosis atau asidosis yang dapat merugikan tubuh. Dibutuhkan antara 50-100 g karbohidrat sehari untuk mencegah ketosis.

#### 5) Membantu Pengeluaran Feses

Karbohidrat membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus dan memberi bentuk pada feses. Selulosa dalam serat makanan mengatur peristaltik usus, sedangkan hemiselulosa dan pektin mampu menyerap banyak air dalam usus besar sehingga memberi bentuk pada sisa makanan yang dikeluarkan.

#### d. Kebutuhan Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi yang primer untuk aktivitas tubuh sehingga dianjurkan untuk mengkonsumsi karbohidrat sebesar 50-60% dari kebutuhan energi total (Almatsier, 2002). Angka kecukupan gizi Asupan karbohidrat adalah jumlah asupan karbohidrat ke dalam tubuh yang berasal dari makanan dan minuman sehari-hari oleh subjek yang diukur dengan menggunakan Semiquantitative food frequency questionnaire (Permenkes, 2004).

#### 2.1. Kecukupan karbohidrat berdasarkan AKG 2019

Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Kecukupan Karbohidrat (g)
------------------	-----------------	---------------------------------

Laki-laki	13 – 15	350
	16 – 18	400
Perempuan	13 – 15	300
	16 – 18	300

e. Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu sumber energi untuk aktivitas sel secara biologis melalui proses glikolisis. Proses glikolisis dimulai dari perubahan molekul glukosa menjadi molekul piruvat. Selain itu, glukosa juga dapat disintesis dari prekursor nonkarbohidrat melalui reaksi yang disebut glukoneogenesis. Selanjutnya melalui jalur pentosa fosfat memungkinkan sel untuk mengubah glukosa-6- fosfat, turunan glukosa, menjadi ribosa5-fosfat (gula yang digunakan untuk mensintesis nukleotida dan asam nukleat) dan jenis monosakarida lainnya (William dkk., 2017). Menurut Muchtadi (2009) terdapat lima jalur metabolisme karbohidrat, yaitu:

1) Glikolisis

Glikolisis merupakan tahap pertama dari proses respirasi (aerobik) dalam sel yang terjadi di sitosol. Glukosa dioksidasi menjadi asam piruvat atau sebagai produksi energi (ATP) dalam kondisi anaerob glukosa dioksidasi menjadi asam piruvat yang kemudian diubah menjadi asam laktat. Dari proses glikolisis akan menghasilkan 2 ATP (Muchtadi, 2009).

2) Glukoneogenesis

Jika kebutuhan sel tubuh akan glukosa lebih besar dari yang tersedia dalam darah atau glikogen, maka sumber non-karbohidrat seperti protein (asam amino), gliserol, dan asam lemak, akan diubah menjadi glukosa. Proses ini disebut sebagai gluconeogenesis (Muchtadi, 2009).

3) Glikogenesis

Sebagian kecil glukosa disimpan di hati dan otot dalam bentuk glikogen sebagai cadangan energi. Kapasitas pembentukan glikogen ini terbatas, sehingga sebagian kelebihan glukosa akan

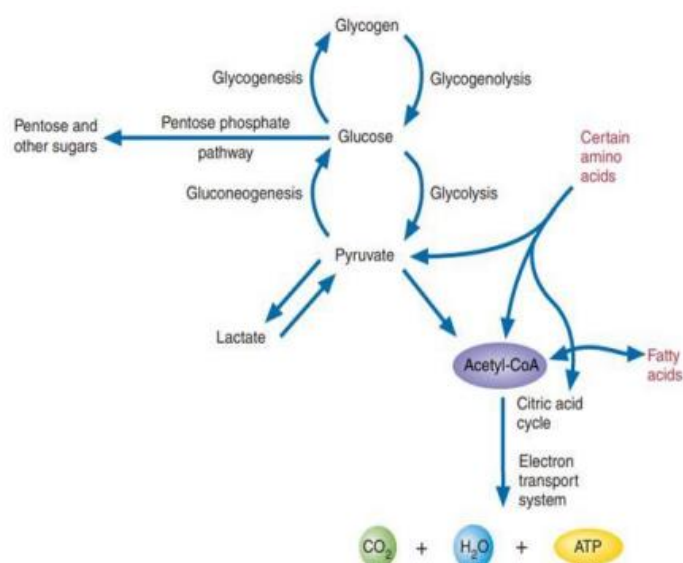
diubah menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan lemak (adiposa). Proses ini disebut glikogenesis (Muchtadi, 2009).

#### 4) Glikogenolisis

Glikogen di hati atau otot akan dipecah (proses yang disebut glikogenolisis) menjadi glukosa jika kebutuhan glukosa dalam tubuh akan melebihi ketersediaan glukosa dalam darah. Dalam keadaan kekurangan oksigen yaitu saat jalan cepat, tidak semua glikogen otot dapat diubah menjadi glukosa, sebagian akan dibentuk menjadi asam laktat. Tapi kemudian hati bisa mengubah asam laktat menjadi glukosa (Muchtadi, 2009).

#### 5) Jalur Pentosa Fosfat

Beberapa molekul glukosa harus digunakan untuk membentuk senyawa baru, yaitu NADPH<sub>2</sub> yang diperlukan untuk sintesis asam lemak. Selain itu, glukosa dapat diubah menjadi pentosa (monosakarida dengan 5 C), terutama ribosa yang diperlukan untuk sintesis DNA dan RNA (proses yang disebut jalur pentosa-fosfat). Bila karbohidrat dikonsumsi melebihi kebutuhan tubuh akan energi atau pembentukan senyawa lain, kelebihannya akan diubah menjadi lemak dan disimpan di jaringan lemak (adiposa) (Muchtadi, 2009).



Gambar 2.1. Metabolisme Karbohidrat Pada Organisme

( Sumber: Muchtadi, 2009)

f. Dampak Ketidakseimbangan Asupan Karbohidrat

Penyakit yang berhubungan dengan asupan karbohidrat menurut Siregar (2014), yaitu:

1) Penyakit Kurang Kalori dan Protein (KKP)

Penyakit ini terutama menyerang pada anak-anak yang sedang tumbuh pesat, terutama yang berumur 2-4 tahun. Penyakit ini juga dapat menyerang orang dewasa dengan gejala klinis honger oedema (busung lapar), atau lebih tepatnya disebut penyakit kurang makan atau penyakit kelaparan. Gambaran klinik penyakit ini pada orang dewasa adalah orang yang sangat kurus, dan sering menunjukkan adanya oedema terutama daerah kaki.

2) Penyakit Kegemukan (Obesitas)

Kegemukan atau obesitas ini merupakan dampak dari ketidakseimbangan energi yaitu asupan energi jauh melampaui keluaran energi dalam jangka waktu tertentu. Secara garis besar kegemukan ini disebabkan karena terlalu banyak makan dan terlalu sedikit bergerak. Kelebihan energi di dalam tubuh disimpan dalam bentuk jaringan lemak. Berkurangnya pergerakan fisik didorong oleh kemanjaan akibat kemajuan teknologi, mulai dari dalam rumah hingga ke tempat kerja atau tempat rekreasi. Di rumah, biasanya sudah tersedia mesin cuci sehingga orang tidak perlu lagi mencuci pakaian kotor. Di kantor, untuk berpindah dari belakang meja tulis ke meja komputer, yang jaraknya sangat dekat, orang sudah terbiasa menggunakan kursi beroda. Di samping itu penggunaan robot dalam industri telah membawa manusia untuk tidak mau bersusah payah. Banyak penelitian yang membuktikan bahwa prevalensi kegemukan dan nilai indeks massa tubuh (IMT) dapat dikurangi dengan menggiatkan olahraga (French dkk., 1994). Jaringan lemak subkutan di daerah dinding perut bagian depan mudah terlihat menebal pada seseorang yang menderita obesitas. Seorang baru dikatakan obesitas, bila berat badannya pada laki-laki melebihi 15% dan pada wanita melebihi 20% dari berat badan ideal

menurut umurnya. Pada orang yang menderita obesitas, organ-organ tubuh dipaksa harus bekerja lebih berat, karena harus membawa kelebihan berat badan yang tidak memberikan manfaat langsung. Karena itu mereka merasa lebih cepat gerah (merasa panas) dan lebih cepat berkeringat untuk menghilangkan kelebihan panas badan tersebut. Penderita obesitas mempunyai kecendrungan untuk lebih mudah membuat kekeliruan dalam bekerja dan cenderung lebih mudah mendapat kecelakaan (Sediaoetama, 2008).

### 3) Diabetes Melitus (Penyakit Gula)

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik yang disebabkan oleh interaksi berbagai faktor yaitu genetik, imunologik, lingkungan dan gaya hidup. Pada umumnya disetujui oleh para ilmuwan dan para peneliti bahwa dasar dari penyakit ini adalah defisiensi hormon insulin. Hormon yang dihasilkan oleh sel-sel beta di dalam pulau Langerhans di dalam kelenjar pankreas ini mengatur metabolisme glukosa (Sediaoetama, 2008) Insulin bekerja mengubah glukosa menjadi glikogen di dalam sel-sel hati maupun otot, ini terjadi bila kadar glukosa di dalam darah meninggi. Sebaliknya bila glukosa darah menurun, glikogen hati dimobilisasikan sehingga menaikkan kembali konsentrasi glukosa di dalam aliran darah. Insulin juga merangsang glukoneogenesis, yaitu mengubah beberapa metabolit menjadi glukosa khususnya metabolit hasil pemecahan lemak dan protein. Pada defisiensi insulin, glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel-sel, sehingga konsentrasinya meninggi di luar sel, termasuk di dalam cairan darah, namun timbunan glukosa tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi untuk keperluan sel-sel yang membutuhkannya. Glukosa yang bertumpuk di dalam aliran darah tersebut kemudian dibuang melalui ginjal ke dalam urine, sehingga terjadi glukosuria. Karena glukosa tidak dapat dipergunakan untuk menghasilkan energi, maka lemak dan protein lebih banyak dipecah untuk menghasilkan energi yang diperlukan, sehingga terjadi

peningkatan glukoneogenesis. Peningkatan pemecahan asam lemak menghasilkan asam-asam keton atau benda-benda keton, yang berakibat menurunnya pH cairan darah, sehingga terjadi asidosis. Penyebab di sini karena tertimbunnya benda-benda keton sehingga disebut ketosis (Sediaoetama, 2008).

#### 4) Laktose Intolerance

Penyakit ini merupakan gangguan metabolik yang mengenai disakarida laktosa. Laktosa di dalam saluran gastrointestinal dipecah oleh enzim laktase menjadi glukosa dan galaktosa. Pada penderita penyakit laktose intolerance terdapat defisiensi enzim laktase, karena sintesanya berkurang atau tidak disintesa sama sekali. Akibat laktosa tidak dapat dicerna dan kadar laktosa yang cukup tinggi di dalam saluran pencernaan bekerja sebagai laxans, menyebabkan diare. Gejala yang terjadi bahwa penderita penyakit ini akan menderita diare bila mendapat air susu atau produk susu, baik air susus ibu (ASI) maupun air susu sapi atau hewan lainnya. Terapi dan prevalensinya ialah dengan pemberaian air susu rendah laktosa atau dengan menggantikan susu dengan susu kedelai yang tidak mengandung laktosa.

### **2.6 Aktivitas Fisik**

Aktivitas fisik merupakan gerakan yang dilakukan oleh otot tubuh dan sistem penunjang. Selama melakukan aktivitas fisik otot memerlukan energi di luar metabolisme yang digunakan untuk bergerak. Sehingga, banyaknya energi yang dibutuhkan bergantung pada banyaknya otot yang bergerak. Seseorang yang lebih gemuk menggunakan energi lebih banyak untuk melakukan sesuatu pekerjaan jika dibandingkan dengan orang kurus, karena orang gemuk membutuhkan usaha yang lebih besar untuk menggerakkan tubuhnya (Erwinanto, 2017).

Aktivitas fisik meliputi seluruh pergerakan tubuh manusia seperti aktivitas sehari-hari, hobi, dan olahraga yang bersifat kompetitif (WHO dalam Syam, 2017). Menurut Ananta (2018) latihan fisik atau berolahraga termasuk kedalam kategori aktivitas waktu senggang serta didefinisikan sebagai aktivitas fisik yang direncanakan, dilakukan secara repetitif,

terstruktur, dan memiliki tujuan untuk pengembangan juga pemeliharaan kesehatan fisik.

a. Jenis aktivitas fisik

World Health Organization (WHO) (2010) menjelaskan bahwa antara usia 17-64 tahun sebaiknya melakukan aktivitas fisik dengan intensitas sedang. Dianjurkan untuk melakukan aktivitas fisik ringan sampai sedang minimal 10 menit dalam sehari dan untuk aktivitas sedang direkomendasikan minimal 30 menit/hari. Aktivitas fisik penting untuk meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan kebutuhan insulin. Selain itu, aktivitas fisik dapat meningkatkan kepercayaan diri, mempertahankan berat badan ideal, meningkatkan kapasitas kerja jantung, meminimalisasi komplikasi jangka panjang, dan meningkatkan metabolisme tubuh. Rekomendasi aktivitas fisik dengan DM tipe-2, yaitu aktivitas  $\geq 60$  menit setiap hari yang mencakup aktivitas aerobik, menguatkan otot, dan menguatkan tulang. Aktivitas aerobik sebaiknya tersering dilakukan, sementara aktivitas untuk menguatkan otot dan tulang dilakukan paling tidak 3 kali per minggu. Beberapa kondisi yang harus diperhatikan sebelum aktivitas fisik, yaitu:

- 1) Peningkatan keton, kadar keton darah  $\geq 1,5$  mmol/L atau urin 2+ merupakan kontraindikasi aktivitas fisik,
- 2) Riwayat hipoglikemia,
- 3) Pemantauan gula darah, anak sebaiknya mengukur gula darah sebelum, saat, dan setelah aktivitas fisik,
- 4) Ketersediaan karbohidrat jika terjadi hipoglikemia,
- 5) Keamanan dan komunikasi, sebagai contoh sebaiknya menggunakan identitas diabetes.
- 6) Asupan cairan juga perlu ditingkatkan sebelum, setelah, dan saat olahraga.

Memastikan kecukupan aktivitas fisik penting karena seseorang yang mengalami DM tipe-1 kurang aktif dibandingkan teman sebaya tanpa DM. Mozzilo dkk. (2019) menemukan bahwa remaja dengan DM tipe-1 yang memenuhi rekomendasi aktivitas fisik



(60 menit/hari minimal 5 hari/minggu) memiliki kualitas hidup yang lebih baik dibandingkan mereka yang tidak.

b. Dampak kurangnya Aktivitas Fisik

Menurut World Health Organization (WHO) (2010), orang yang tidak melakukan aktivitas fisik menjadi salah satu penyebab terjadi kematian. Secara global, sebanyak 6% kematian tertinggi keempat yaitu akibat tidak melakukan aktivitas fisik. Aktivitas fisik di Indonesia menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) (2018) masih sangat kurang yaitu <50% (33,5 %). Aktivitas fisik yang kurang dapat meningkatkan prevalensi obesitas. Seseorang yang kurang aktif (sedentary life) atau tidak melakukan aktivitas fisik yang seimbang dan mengkonsumsi makanan tinggi lemak akan berisiko mengalami obesitas. Dampak status gizi lebih Obesitas dapat menyebabkan berbagai masalah ortopedik, termasuk nyeri punggung bagian bawah dan memperburuk osteoarthritis (terutama di daerah pinggul, lutut dan pergelangan kaki). Obesitas meningkatkan risiko terjadinya sejumlah penyakit menahun antara lain:

- 1) Diabetes Melitus
- 2) Tekanan darah tinggi
- 3) Stroke
- 4) Serangan jantung
- 5) Gagal jantung
- 6) Kanker
- 7) Batu kandung empedu dan batu kandung kemih
- 8) Gout dan arthritis
- 9) Osteoarthritis
- 10) Tidur apneu (kegagalan bernafas secara normal ketika tidur)
- 11) Sindroma Pickwickian (obesitas disertai wajah kemerahan, underventilasi dan ngantuk).

## **2.7 Hubungan Asupan Karbohidrat Dengan Diabetes Melitus Tipe II**

Pola makan sehat didefinisikan sebagai pola makan dengan perencanaan 3J yaitu jumlah, jenis, dan jadwal makan yang teratur. Pola makan yang tidak sehat menyebabkan tidak adanya keseimbangan antara

karbohidrat dan kandungan lain yang dibutuhkan oleh tubuh. Akibatnya kandungan gula di dalam tubuh menjadi tinggi melebihi kapasitas kerja pankreas dan mengakibatkan terjadinya diabetes melitus (Santoso & Ranti, 2004).

Karbohidrat akan dipecah dan diserap dalam bentuk monosakarida, terutama gula. Penyerapan gula menyebabkan peningkatan kadar gula darah dan meningkatkan sekresi insulin. Konsumsi karbohidrat yang berlebihan menyebabkan lebih banyak gula di dalam tubuh, pada penderita DM tipe II jaringan tubuh tidak mampu menyimpan dan menggunakan gula, sehingga kadar gula darah dipengaruhi oleh tingginya asupan karbohidrat yang dimakan. (Amanina, 2015).

Jika asupan karbohidrat terus menerus berlebih, reseptor akan mengalami kerusakan jaringan dalam merespon insulin untuk masuk ke dalam sel  $\beta$  pankreas dan dapat menyebabkan penyakit Diabetes Mellitus Tipe II. Pada penderita Diabetes Mellitus Tipe II dengan asupan 13 karbohidratnya tinggi melebihi kebutuhan, memiliki resiko 12 kali lebih besar untuk tidak dapat mengontrol kadar glukosa darah dibandingkan dengan penderita yang memiliki asupan karbohidrat sesuai dengan kebutuhan (Paruntu, 2012)

## **2.8 Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Diabetes melitus Tipe II**

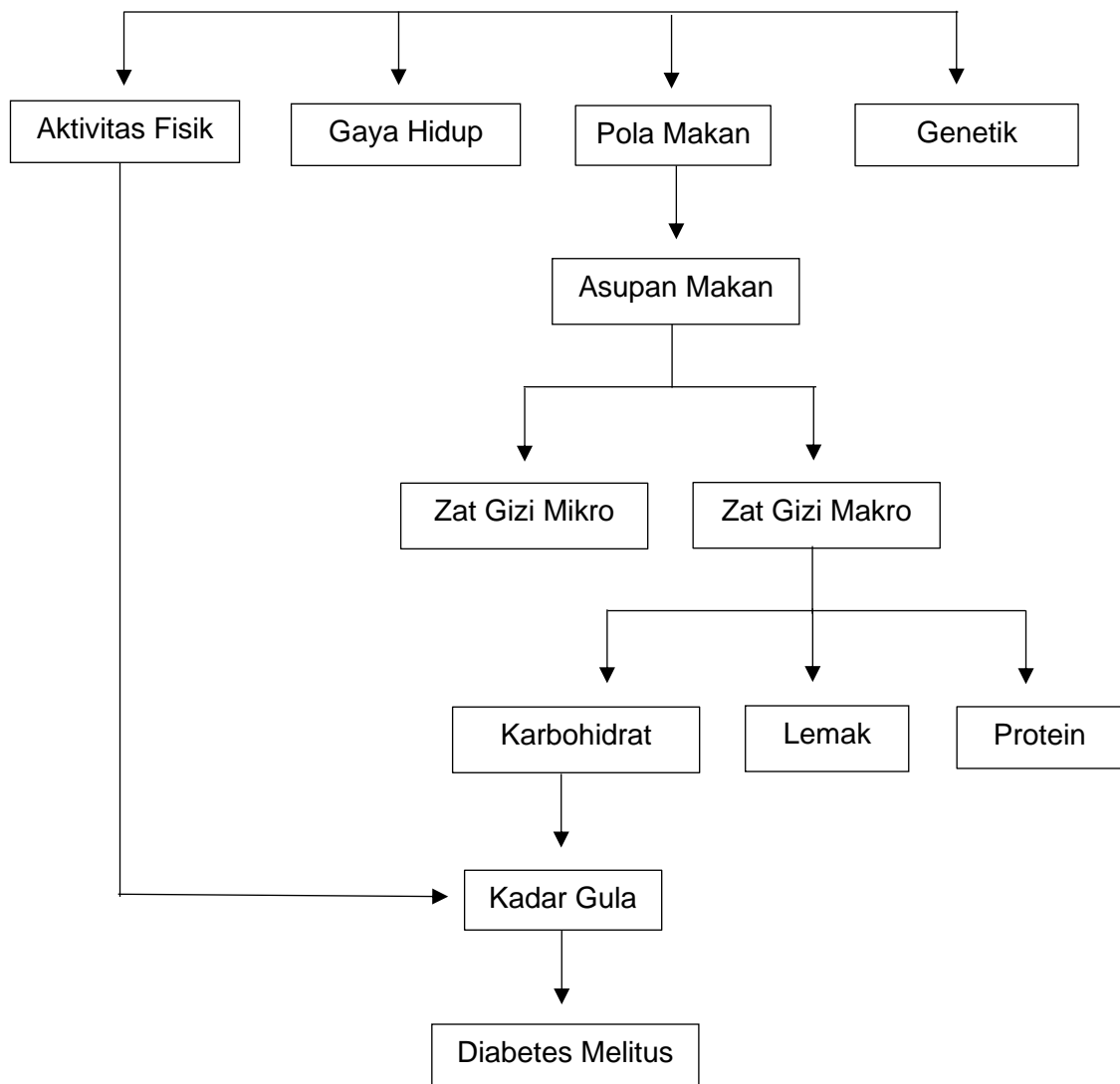
Menurut Riskesdas (2013), menunjukkan bahwa aktivitas fisik merupakan faktor risiko yang paling dominan terhadap kejadian DM di Indonesia setelah dikendalikan oleh variabel lainnya yaitu konsumsi buah, sayur, makanan/ minuman manis, makanan berlemak/ kolesterol/ gorengan, mie instan dan biskuit. Kegiatan fisik yang teratur dapat mengendalikan kadar gula dalam darah. Aktivitas ringan mempunyai peluang lebih besar (3,198 kali) sedangkan aktivitas sedang (1,933 kali) untuk terkena Diabetes Melitus bila dibandingkan dengan masyarakat yang melakukan aktivitas berat.

Pengaruh Kebiasaan Olahraga dengan Diabetes Mellitus Tipe II Mempengaruhi aktivitas fisik atau olahraga secara langsung berhubungan dengan peningkatan kecepatan pemulihan glukosa otot (seberapa banyak

otot mengambil glukosa dari aliran darah). Saat berolahraga, sumber energi menggunakan glukosa yang tersimpan dalam otot dan jika glukosa berkurang. Otot mengisi dengan mengambil glukosa dari darah. Ini akan mengakibatkan penurunan glukosa dalam darah sehingga memperbesar pengendalian glukosa darah (Barnes, 2012).

Pada Diabetes Mellitus Tipe II olahraga berperan dalam pengaturan kadar glukosa darah. Permeabilitas membran terhadap glukosa meningkat saat otot berkontraksi karena kontraksi otot memiliki sifat seperti insulin. Maka dari itu, pada saat beraktivitas fisik seperti berolahraga, resistensi insulin berkurang. (Ilyas, 2007). Sensitifitas insulin pada saat berolahraga dapat meningkat karena pada saat berolahraga terjadi peningkatan aliran darah, hal ini menyebabkan jala - jala kapiler terbuka sehingga lebih banyak reseptor insulin yang tersedia dan aktif. Respons ini hanya pada saat berolahraga, bukan merupakan efek yang menetap atau berlangsung lama, oleh karena itu olahraga harus dilakukan secara terus menerus dan teratur. Manfaat dari beraktivitas fisik atau berolahraga pada diabetes melitus antara lain menurunkan kadar glukosa darah, mencegah kegemukan, berperan dalam mengatasi terjadinya komplikasi, gangguan lipid darah dan peningkatan tekanan darah (Ilyas, 2007).

## 2.9 Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

Keterangan:

Faktor pemicu Diabetes Melitus salah satunya adalah Aktivitas Fisik, Pola Makan, Gaya Hidup, Genetik. Maka permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini sebagai variabel bebas adalah Aktivitas Fisik dan Asupan Karbohidrat, dengan variabel terikat adalah Diabetes Melitus Tipe II seperti pada kerangka konsep di atas.