

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Mellitus

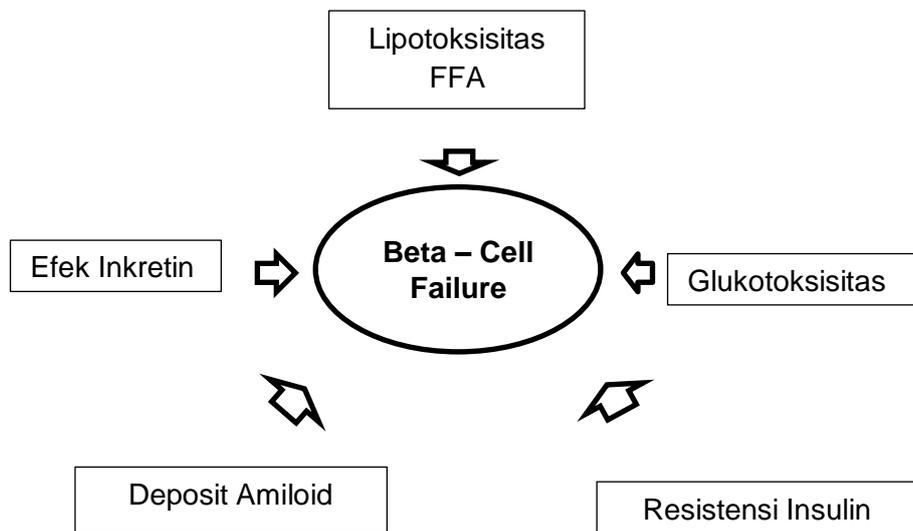
1. Definisi

Menurut *American Diabetes Association (ADA) 2015*, Diabetes Mellitus (DM) merupakan salah satu kelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia karena gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Keadaan hiperglikemia kronis dari diabetes berhubungan dengan kerusakan jangka panjang, gangguan fungsi dan kegagalan berbagai organ, terutama mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah.

Diabetes Mellitus adalah kelainan yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang melebihi normal (hiperglikemia) dan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak dan protein yang disebabkan oleh kekurangan hormon insulin secara relatif maupun absolut, apabila dibiarkan tidak terkendali dapat terjadinya komplikasi metabolik akut maupun komplikasi vaskuler jangka panjang yaitu mikroangiopati dan makroangiopati. Menurut Perkumpulan Endokronologi Indonesia (PERKENI), 2015, diabetes Mellitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya. Diabetes Mellitus tidak dapat disembuhkan tetapi kadar gula darah dapat dikendalikan melalui diet, olah raga, dan obat-obatan. Untuk dapat mencegah terjadinya komplikasi kronis, diperlukan pengendalian DM yang baik.

2. Etiologi

Diabetes Mellitus tipe 2 disebabkan oleh kegagalan relatif sel β dan resisten insulin. Resistensi insulin adalah turunnya kemampuan insulin untuk merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan untuk menghambat produksi glukosa oleh hati. Sel β tidak mampu mengimbangi resistensi insulin ini sepenuhnya, artinya terjadi defisiensi relatif insulin. Ketidakmampuan ini terlihat dari berkurangnya sekresi insulin pada rangsangan glukosa, maupun pada rangsangan glukosa bersama bahan perangsang sekresi insulin lain. Berarti sel β pankreas mengalami desensitisasi terhadap glukosa. Etiologi kegagalan fungsi sel beta pankreas pada pasien diabetes mellitus tipe 2, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Etiologi Kegagalan Fungsi Sel Beta Pankreas pada Diabetes Mellitus Tipe 2 (De Fronzo R. *Banting Lecture submitted ADA Meeting 2008/ Claude Bernard Award Winner EASD 2006*)

a. Glukotoksisitas

Kadar glukosa darah yang berlangsung lama akan menyebabkan peningkatan stres oksidatif, IL-1 β dan NF-kB dengan akibat peningkatan apoptosis sel beta.

b. Lipotoksisitas Free Fatty Acid (FFA)

Peningkatan asam lemak bebas yang berasal dari jaringan adiposa dalam proses lipolisis akan mengalami metabolisme non oksidatif menjadi *ceramide* yang toksik terhadap sel beta hingga terjadi apoptosis.

c. Efek Inkretin

Inkretin mempunyai efek langsung terhadap sel beta dengan cara meningkatkan proliferasi sel beta, meningkatkan sekresi insulin dan mengurangi apoptosis sel beta.

d. Deposit Amiloid

Pada keadaan resistensi insulin, kerja insulin dihambat hingga kadar glukosa darah akan meningkat, karena itu sel beta akan berusaha mengkompensasinya dengan meningkatkan sekresi insulin, hingga terjadi hiperinsulinemia.

e. Resistensi Insulin

Penyebab resistensi insulin pada DM tipe 2 sebenarnya tidak begitu jelas, tetapi faktor-faktor di bawah ini banyak berperan :

- Obesitas terutama yang bersifat sentral (bentuk apel)
- Diet tinggi lemak dan rendah karbohidrat
- Kurang aktivitas fisik

- Faktor keturunan (herediter)

3. Klasifikasi

Klasifikasi dari Diabetes Melitus berdasarkan etiologi menurut PERKENI (2015) disajikan pada Tabel 1.

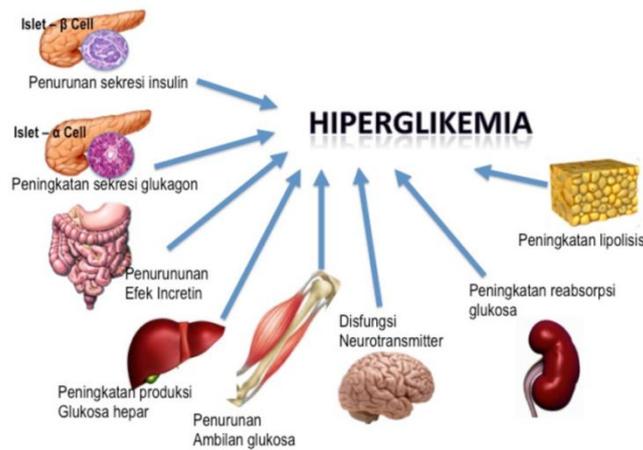
Tabel 1. Klasifikasi Diabetes Mellitus berdasarkan Etiologi

| | |
|----------|--|
| 1 | Diabetes Mellitus Tipe 1 : Destruksi sel β , umumnya menjurus ke arah defisiensi insulin absolut. Melalui proses imunologik (Autoimun) Idiopatik |
| 2 | Diabetes Mellitus Tipe 2 : Bervariasi, mulai yang dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relative sampai yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin. |
| 3 | Diabetes Mellitus tipe lain : 1. Defek genetic fungsi sel beta 2. Defek genetic kerja insulin 3. Penyakit eksokrin pancreas 4. Endokrinopati 5. Karena obat atau zat kimia |
| 4 | Diabetes Mellitus Gestasional Diabetes mellitus yang muncul pada masa kehamilan, umumnya bersifat sementara, tetapi merupakan faktor resiko untuk DM tipe 2 |

4. Patofisiologi Diabetes Mellitus Tipe 2

Resistensi insulin pada otot dan liver serta kegagalan sel beta pancreas telah dikenal sebagai patofisiologi kerusakan sentral dari DM tipe 2 belakangan diketahui bahwa kegagalan sel beta terjadi lebih dini dan lebih berat daripada yang diperkirakan sebelumnya. Selain otot, liver dan sel beta, organ lain seperti: jaringan lemak (meningkatkan liposis), gastrointestinal (defisiensi incretin), sel alpha pancreas (hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan absorpsi glukosa), dan otak (resistensi insulin), kesemuanya ikut berperan dalam menimbulkan terjadinya gangguan toleransi glukosa ini (*ominus octet*).

DeFronzo pada tahun 2009 menyampaikan, bahwa tidak hanya otot, liver dan sel beta pankreas saja yang berperan sentral dalam pathogenesis penderita DM tipe 2 tetapi terdapat organ lain yang berperan yang disebut sebagai *the ominous octet* (Gambar 2).



Gambar 2. The ominous octet, delapan organ yang berperan dalam pathogenesis hiperglikemia pada DM tipe 2 (Ralph A. DeFronzo. *From the Triumvirate to the Ominous Octet: A New Paradigm for the treatment of type 2 Diabetes mellitus. Diabetes. 2009; 58: 773-795*)

Secara garis besar pathogenesis DM tipe 2 disebabkan oleh delapan hal (omnious octet) berikut:

1. Kegagalan sel beta pankreas

Pada saat diagnosis DM tipe 2 ditegakkan, fungsi sel beta sudah sangat berkurang.

2. Liver

Pada penderita DM tipe 2 terjadi resistensi insulin yang berat dan memicu glukoneogenesis sehingga produksi glukosa dalam keadaan basal oleh liver (HGP=*hepatic glucose production*) meningkat.

3. Otot

Pada penderita DM tipe 2 didapatkan gangguan kinerja insulin yang multiple di intramioselular, akibat gangguan fosforilasi tirosin sehingga timbul gangguan transport glukosa dalam sel otot, penurunan sintesis glikogen, dan penurunan oksidasi glukosa.

4. Sel Lemak

Sel lemak yang resisten terhadap efek antilipolisis dari insulin, menyebabkan peningkatan proses lipolisis dan kadar asam lemak bebas (FFA=*Free Fatty Acid*) dalam plasma. Peningkatan FFA akan merangsang proses gluconeogenesis dan menetuskan resistensi insulin di liver dan otot. FFA juga akan mengganggu sekresi insulin. Gangguan yang disebabkan oleh FFA ini disebut sebagai lipotoksitas.

5. Usus

Glukosa yang ditelan memicu respon insulin jauh lebih besar disbanding kalua diberikan secara intravena. Efek yang dikenal sebagai efek incretin ini diperankan oleh 2 hormon GLP-1 (glucagon like polypeptide-1) dan GIP (glucose dependent insuinitrophic polypeptide atau disebut juga gastric inhibitory polypeptide).

6. Sel Alpha Pancreas

Sel- α pankreas merupakan organ ke-6 yang berperan dalam hiperglikemia dan sudah diketahui sejak 1970. Sel- α berfungsi dalam sintesis glucagon yang dalam keadaan puasa kadarnya di dalam plasma akan meningkat.

7. Ginjal

Ginjal merupakan organ yang diketahui berperan dalam pathogenesis DM tipe 2. Ginjal memfiltrasi sekitar 163 gram glukosa sehari. Sembilan puluh persen dari glukosa terfiltrasi ini akan diserap kembali melalui peran SGLT-2 (Sodium Glucose co-Transporter) pada bagian *convulated* tubulus proksimal. Sedang 10% sisanya akan di absorbs melalui peran SGLT-1 pada tubulus desenden dan asenden, sehingga akhirnya tidak ada glukosa dalam urine.

8. Otak

Insulin merupakan penekanan nafsu makan yang kuat. Pada individu yang obese baik yang DM maupun non-DM, didapatkan hyperinsulinemia yang merupakan mekanisme kompensasi dari resistensi insulin. Pada golongan ini asupan makanan justru meningkat akibat adanya resistensi insulin yang juga terjadi di otak.

5. Faktor Resiko Diabetes Mellitus Tipe 2

a. Faktor Risiko

Faktor risiko diabetes mellitus menurut Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, 2013 bisa dikelompokkan menjadi faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi, yakni ras dan etnik, umur, jenis kelamin, riwayat keluarga dengan diabetes mellitus, riwayat melahirkan bayi dengan berat >4000 gram, dan riwayat lahir dengan berat badan lahir <2500 gram dan faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi erat kaitannya dengan perilaku hidup yang tidak sehat, yaitu berat badan lebih, obesitas abdominal/sentral, kurangnya aktifitas fisik, hipertensi, dislipidemia, diet tidak sehat/tidak seimbang, riwayat toleransi glukosa terganggu atau gula darah puasa terganggu dan merokok.

Pengelolaan DM dimulai dengan pengaturan makan dan latihan jasmani selama beberapa waktu (2-4 minggu). Apabila kadar glukosa darah belum mencapai sasaran, dilakukan intervensi farmakologis dengan obat

hipoglikemik oral (OHO) dan atau suntikan insulin. Pada keadaan tertentu, OHO dapat segera diberikan secara tunggal atau langsung kombinasi, sesuai indikasi.

b. Diagnosis Diabetes Mellitus

Berbagai keluhan dapat ditemukan pada penyandang diabetes. Kecurigaan adanya DM perlu dipikirkan apabila terdapat keluhan klasik DM seperti tersebut di bawah ini.

- Keluhan klasik DM berupa: poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya.
- Keluhan lain dapat berupa: lemah badan, kesemutan, gatal, mata kabur dan disfungsi ereksi pada pria, serta *pruritus vulvae* pada wanita.

Diagnosis DM dapat ditegakkan melalui tiga cara. Pertama, jika keluhan klasik ditemukan, maka pemeriksaan glukosa plasma sewaktu >200 mg/dL sudah cukup untuk menegakkan diagnosis DM. Kedua, dengan pemeriksaan glukosa plasma puasa yang lebih mudah dilakukan, mudah diterima oleh pasien serta murah, sehingga pemeriksaan ini dianjurkan untuk diagnosis DM. Ketiga dengan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO).

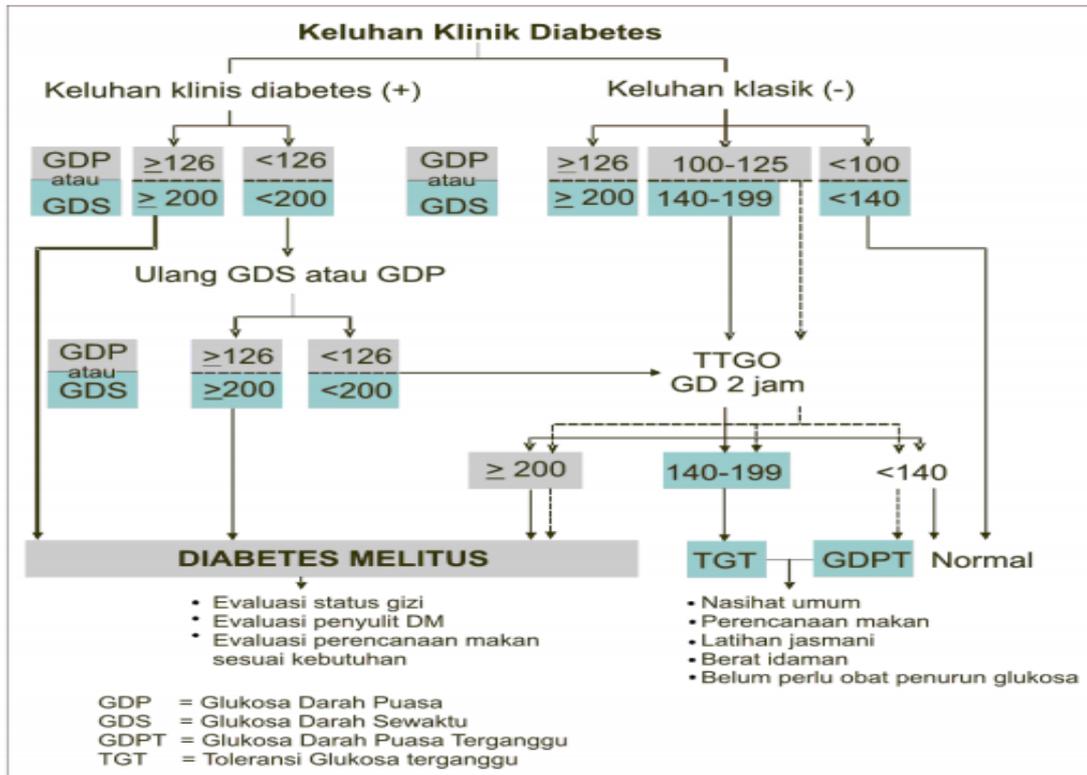
Kriteria diagnosis DM untuk dewasa tidak hamil, dapat dilihat pada tabel-2. Apabila hasil pemeriksaan tidak memenuhi kriteria normal atau DM, maka dapat digolongkan ke dalam kelompok Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) atau Glukosa darah Puasa Terganggu (GDPT) tergantung dari hasil yang diperoleh.

- Toleransi Glukosa Terganggu TGT

Diagnosis TGT ditegakkan bila setelah pemeriksaan TTGO didapatkan glukosa plasma 2 jam setelah beban antara 140-199 mg/dL (7.8-11.0 mmol/L).

- Glukosa darah Puasa Terganggu (GDPT)

Diagnosis GDPT ditegakkan bila setelah pemeriksaan glukosa plasma puasa didapatkan antara 100-125 mg/dL (5.6-6.9 mmol/L).



Gambar 3. Langkah-langkah Diagnostik Diabetes Mellitus dan Gangguan Toleransi Glukosa

c. Pemeriksaan Penyaring

Pemeriksaan penyaring ditujukan pada mereka yang mempunyai risiko DM namun tidak menunjukkan adanya gejala DM. Pemeriksaan penyaring bertujuan untuk menemukan pasien dengan DM, TGT maupun GDPT, sehingga dapat ditangani lebih dini secara tepat. Pasien dengan TGT dan GDPT juga disebut sebagai intoleransi glukosa, merupakan tahapan sementara menuju DM. Kedua keadaan tersebut merupakan faktor risiko untuk terjadinya DM dan penyakit kardiovaskular di kemudian hari.

Pemeriksaan penyaring dapat dilakukan melalui pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu atau kadar glukosa darah puasa. Apabila pada pemeriksaan penyaring ditemukan hasil positif, maka perlu dilakukan konfirmasi dengan pemeriksaan glukosa plasma puasa atau dengan tes toleransi glukosa oral (TTGO) standar. (Dapat dilihat skema langkah-langkah diagnostik DM pada Gambar 3).

Pemeriksaan penyaring untuk tujuan penjarangan masal (*mass screening*) tidak dianjurkan mengingat biaya yang mahal, serta pada umumnya tidak diikuti dengan rencana tindak lanjut bagi mereka yang diketemukan adanya kelainan. Pemeriksaan penyaring juga dianjurkan dikerjakan pada saat pemeriksaan untuk penyakit lain atau *general check-up*.

Tabel 2. Kadar Glukosa Sewaktu dan Puasa

| Parameter | | Bukan DM | Belum pasti DM | DM |
|-------------------------------------|---------------|----------|----------------|-------|
| Kadar glukosa darah sewaktu (mg/dl) | Plasma vena | < 100 | 100 – 199 | ≥ 200 |
| | Darah kapiler | < 90 | 90 – 199 | ≥ 200 |
| Kadar glukosa darah puasa (mg/dl) | Plasma vena | < 100 | 100 - 125 | ≥ 126 |
| | Darah Kapiler | < 90 | 90 – 99 | ≥ 100 |

B. Dasar Pengelolaan Diabetes Mellitus

1. Edukasi Kesehatan

Diabetes tipe 2 umumnya terjadi pada saat pola gaya hidup dan perilaku telah terbentuk dengan mapan. Pemberdayaan penyandang diabetes memerlukan partisipasi aktif pasien, keluarga dan masyarakat. Tim kesehatan mendampingi pasien dalam menuju perubahan perilaku. Untuk mencapai keberhasilan perubahan perilaku, dibutuhkan edukasi yang komprehensif dan upaya peningkatan motivasi.

2. Konsultasi Gizi

Pengertian konsultasi gizi menurut Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI) (2010), dalam buku *Penuntun Konseling Gizi*, mendefinisikan bahwa konsultasi gizi adalah kegiatan yang bertujuan untuk membantu klien dalam mengidentifikasi dan menganalisis masalah, serta memecahkan masalah sesuai dengan masalah yang dihadapi klien.

Persagi (2010) membedakan antara konseling dan konsultasi gizi. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari empat aspek, yaitu tujuan, sasaran, proses, dan hubungan atau kedudukan. Perbedaan konseling dan konsultasi gizi dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan antara konseling dan konsultasi gizi

| Aspek | Konseling | Konsultasi |
|-------------------------|--|--|
| Tujuan | Membantu klien mengidentifikasi dan menganalisis masalah klien serta memberikan alternative pemecahan masalah. | Membantu klien mengidentifikasi dan menganalisis masalah yang dihadapi klien |
| Sasaran | Individu | Individu |
| Proses | Menggali informasi dengan keterampilan mendengarkan dan mempelajari serta membangun percaya diri, agar klien mampu mengambil keputusan untuk mengatasi masalahnya sendiri. | Membantu klien untuk memecahkan masalah sesuai dengan masalah yang dihadapi klien |
| Hubungan atau kedudukan | Horizontal, kedudukan klien dan konselor sejajar, yang dihadapi konselor adalah klien. | Vertikal, kedudukan konsultan lebih tinggi dari klien, yang dihadapi konsultan adalah klien. |

Sumber: Persagi (2010). Penuntun Konseling Gizi, hlm. 10.

3. Terapi Gizi Medis (*Medical Nutrition Therapy*)

Terapi Gizi Medis (TGM) merupakan bagian dari penatalaksanaan diabetes secara total. Kunci keberhasilan TGM adalah keterlibatan secara menyeluruh dari anggota tim (dokter, ahli gizi, petugas kesehatan yang lain dan pasien itu sendiri). Setiap penyandang diabetes sebaiknya mendapat TGM sesuai dengan kebutuhannya guna mencapai sasaran terapi.

Prinsip pengaturan makan pada penyandang diabetes hampir sama dengan anjuran makan untuk masyarakat umum yaitu makanan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi masing-masing individu. Pada penyandang diabetes perlu ditekankan pentingnya keteraturan makan dalam hal jadwal makan, jenis dan jumlah makanan, terutama pada mereka yang menggunakan obat penurun glukosa darah atau insulin.

A. Kebutuhan Energi

Kebutuhan energi sesuai untuk mencapai dan mempertahankan berat badan ideal. Komposisi energi adalah 45-65% dari karbohidrat, 10-20% dari protein dan 20-25% dari lemak.

Ada beberapa cara untuk menentukan jumlah energi yang dibutuhkan orang dengan diabetes. Di antaranya adalah dengan memperhitungkan berdasarkan kebutuhan energi basal yang besarnya 25-30 kalori/kg BB ideal, ditambah dan dikurangi bergantung pada beberapa faktor yaitu jenis kelamin, umur, aktifitas fisik, kehamilan/laktasi, adanya komplikasi dan berat badan.

Cara yang lebih gampang lagi adalah dengan pegangan kasar, yaitu untuk pasien kurus 2300-2500 kalori, normal 1700-2100 kalori dan gemuk 1300-1500 kalori. Kebutuhan energi penyandang Diabetes dapat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Energi Penyandang Diabetes

| Kalori/kg BB Ideal | | | |
|--------------------|--------------|--------|---------|
| Status Gizi | Kerja Santai | Sedang | Berat |
| Gemuk | 25 | 30 | 35 |
| Normal | 30 | 35 | 40 |
| Kurus | 35 | 40 | 40 – 50 |

Perhitungan berat badan ideal dengan rumus *Brocca* yang dimodifikasi adalah sebagai berikut:

Berat badan ideal = 90% x (TB dalam cm – 100) x 1 kg.

Bagi pria dengan tinggi badan di bawah 160 cm dan wanita di bawah 150 cm, rumus modifikasi menjadi :

Berat badan ideal = (TB dalam cm – 100) x 1 kg.

B. Faktor-faktor yang Menentukan Kebutuhan Energi

Berikut ini untuk memudahkan perhitungan kebutuhan energi bagi penyandang diabetes, dapat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Kebutuhan Energi bagi Penyandang Diabetes

| PERHITUNGAN KEBUTUHAN ENERGI Energi Basal + FA + FS – KU | | |
|---|---|----------------|
| Kebutuhan Energi Basal (EB) | BB ideal x Kalori Basal ♂ = BB ideal x 30 kkal ♀ = Bb ideal x 25 kkal | kkal |
| Koreksi Kebutuhan | | |
| 1. Usia | >40 tahun = - 5% x EB | kkal (-) |
| | ≥ 60 tahun = - 10% x EB | |
| | ≥ 70 tahun = - 20% x EB | |
| 2. Kriteria BB | Kurus = + 20% x EB | kkal (+) |
| | Gemuk = - 20% x EB | kkal (-) |
| | Obesitas = - 30% x EB | |
| 3. Faktor Aktifitas (FA) | <i>Bed rest</i> = + 10% x EB | kkal (+) |
| | Ringan = + 20% x EB | |
| | Sedang = + 30% x EB | |
| | Berat = + 40% x EB | |
| | Sangat berat = + 50% x EB | |
| 4. Faktor stres (FS) | Infeksi, setiap kenaikan 1°C, ditambah 13% dari EB | kkal (+) |
| | Operasi elektif = + 1,0 – 1,2 xEB | |
| | Trauma jaringan lunak = + 1,14 – 1,37 x EB | |
| | Peritonitis = + 1,2 – 1,5 x EB | |
| | Sepsis mayor = + 1,4 – 1,8 x EB | |
| | Cedera kepala mayor dengan steroid = + 1,4 – 2,0 x EB | |
| | Cedera kepala mayor tanpa steroid = + 1,4 x EB | |
| | Luka bakar 0 – 20% = + 1,0 – 1,5 x EB | |
| | Luka bakar 20 – 40% = + 1,5 – 1,85 x EB | |
| Luka bakar 40 – 100% = + 1,85 – 2,0 x EB (Luka bakar 1 telapak tangan = 1% luka bakar) | | |
| 5. Kehamilan | Trimester I = + 150 kkal | kkal (+) |
| | Trimester II dan III = + 350 kkal | |
| 6. Laktasi | + 550 kkal | |
| TOTAL KEBUTUHAN ENERGI | | kkal |

C. Kebutuhan Zat Gizi

1) **Protein**

American Diabetes Association (ADA) pada saat ini menganjurkan mengkonsumsi 10% sampai 20% energi dari protein total.

2) **Total Lemak**

Asupan lemak dianjurkan <7% energi dari lemak jenuh dan tidak lebih dari 10% energi dari lemak tidak jenuh ganda, sedangkan selebihnya dari lemak tidak jenuh tunggal. Asupan lemak di Indonesia adalah 20 – 25% dari total kebutuhan energi.

3) **Lemak Jenuh dan Kolesterol**

Tujuan utama pengurangan konsumsi lemak jenuh dan kolesterol adalah untuk menurunkan risiko penyakit kardiovaskular. Oleh karena itu

<7% asupan energi sehari seharusnya dari lemak jenuh dan asupan kolesterol makanan hendaknya dibatasi lebih dari 300 mg/hari.

4) **Karbohidrat dan Pemanis**

Anjuran konsumsi karbohidrat untuk orang dengan diabetes di Indonesia adalah 45 – 65% dari total kebutuhan energi.

✓ **Sukrosa**

Bukti ilmiah menunjukkan bahwa penggunaan sukrosa sebagai bagian dari perencanaan makan tidak memperburuk kontrol glukosa darah pada individu dengan diabetes tipe 1 dan 2.

✓ **Pemanis**

Fruktosa menaikkan glukosa plasma lebih kecil dari pada sukrosa dan kebanyakan karbohidrat jenis tepung – tepungan. Dalam hal ini fruktosa dapat memberikan keuntungan sebagai pemanis pada diet diabetes. Namun demikian, karena pengaruh penggunaan dalam jumlah besar (20% dari total kebutuhan energi)

✓ **Serat**

Rekomendasi asupan serat untuk orang dengan diabetes sama dengan untuk orang normal, yaitu dianjurkan mengkonsumsi 20 – 35 gram serat makanan dari berbagai sumber bahan makanan. Di Indonesia anjurannya adalah 25 g/1000 kalori/hari, dengan mengutamakan serat larut air (*dietary fibre*).

4. Terapi Farmakologis

A. Obat Antihiperqlikemia Oral

Terapi farmakologis diberikan bersama dengan pengaturan makan dan latihan jasmani (gaya hidup sehat). Terapi farmakologis terdiri dari obat oral dan bentuk suntikan. Obat Antihiperqlikemia Oral, Berdasarkan cara kerjanya, obat ini dibagi menjadi 6 golongan menurut PERKENI (2015) yang disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Profil Obat Antihiperglikemi Oral yang Tersedia di Indonesia

| Golongan Obat | Cara Kerja Utama | Efek Samping Utama | Penurunan HbA1c |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------|
| Sulfonilurea | Meningkatkan sekresi insulin | BB naik hipoglikemia | 1,0-2,0% |
| Glinid | Meningkatkan sekresi insulin | BB naik hipoglikemia | 0,5-1,5% |
| Metformin | Menekan produksi glukosa hati & menambah sensitifitas terhadap insulin | Dispepsia, diare, asidosis laktat | 1,0-2,0% |
| Penghambat Alfa-Glukosidase | Menghambat absorbs glukosa | Flatulen, tinja lembek | 0,5-0,8% |
| Tiazolidindion | Menambah sensitifitas terhadap insulin | Edema | 0,5-1,4% |
| Penghambat DPP-IV | Meningkatkan sekresi insulin, menghambat sekresi glukagon. | Sebah, muntah | 0,5-0,8% |
| Penghambat SGT-2 | Menghambat penyerapan kembali glukosa di tubuli distal ginjal | Dehidrasi, infeksi saluran kemih | 0,8-1,0% |

B. Obat Antihiperglikemia Suntik

Termasuk anti hiperglikemia suntik, yaitu insulin, agonis GLP-1 dan kombinasi insulin dan agonis GLP-1. Berdasarkan waktu kerja insulin disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Farmakokinetik Insulin Eksogen berdasarkan Waktu Kerja (*Time Course of Action*)

| Jenis Insulin | Awitan (onset) | Puncak Efek | Lama Kerja | Kemasan |
|---|----------------|---------------------|---------------|-----------------------------|
| Insulin analog Kerja Cepat (Rapid-Acting) | | | | |
| Insulin Lispro (Humalog) Insulin Aspart (Novorapid) Insulin Glulisin (Apidri) | 5-15 menit | 1-2 jam | 4-6 jam | Pen/cartridge pen, vial Pen |
| Insulin manusia kerja pendek = insulin Reguler (Short-Acting) | | | | |
| Humulin R Actrapid | 30-60 menit | 2-4 jam | 6-8 jam | Vial, pen/cartridge |
| Insulin manusia kerja menengah = NPH (Intermediate-Acting) | | | | |
| Humulin N Insulatard Insuman Basal | 1,5-4 jam | 4-10 jam | 8-12 jam | Vial, pen/cartridge |
| Insulin analog kerja panjang (Long-Acting) | | | | |
| Insulin Glargine (lantus) Insulin Detemir (Levemir) Lantus 300 | 1-3 jam | Hampir tanpa puncak | 12-24 jam | Pen |
| Insulin analog kerja ultra panjang (Ultra Long-Acting) | | | | |
| Degludeg (Tresiba) | 30-60 menit | Hampir tanpa puncak | Sampai 48 jam | |
| Insulin manusia campuran (Human Premixed) | | | | |
| 70/30 Humulin (70% NPH, 30% regular) | 30-60 menit | 3-12 jam | | |
| Insulin analog campuran (Human Premixed) | | | | |
| 75/25 Humalogmix (75% protamine lispro, 25% lispro) 70/30 Novomix (70% protamine aspart, 30% aspart) 50/50 Premix | 12-30 menit | 1-4 jam | | |

C. Carbohydrate Counting

1. Definisi

Carbohydrate Counting merupakan suatu pendekatan dalam perencanaan makanan bukan merupakan diet khusus. Bagi penderita Diabetes Mellitus dengan terapi insulin, metode ini diperlukan untuk mengimbangi jumlah insulin yang dikonsumsi (Karmeen, 2005). Melalui perhitungan karbohidrat (*Carbohydrate Counting*) diharapkan dapat memenuhi perencanaan makan bagi penderita

diabetes mellitus tipe 1 maupun tipe 2. Disamping itu, *carbohydrate Counting* memberikan keleluasaan terhadap penambahan aktivitas jasmani tanpa disertai resiko hipoglikemia dan hiperglikemia (Wahono, 2008).

Pada metode ini dihitung jumlah karbohidrat yang terdapat dala, berbagai makanan yang akan dikonsumsi dengan satuan Sajian Karbohidrat (SK) atau *Unit Carbing* (UC) yang setara dengan 15 g karbohidrat. Dari asupan makan per kali makan atau makan makanan selingan dapat dijumlah asupan karbohidratnya dan dapat diketahui jumlah Sajian Karbohidrat.

Alasan utama perlunya memperhatikan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi adalah karena 90-100% karbohidrat yang dikonsumsi akan langsung diubah menjadi glukosa dalam waktu 15 menit. Pada tabel 8 disajikan 3 menu yang mengandung Sajian Karbohidrat yang sama (4 Sajian Karbohidrat), tetapi mengandung protein, lemak dan energi yang berbeda.

Tabel 8. Menu dengan 4 Sajian Karbohidrat (SK)

| Menu | I | II | III |
|---------------|---|---|-----------------------------------|
| Hidangan | Nasi 100 g Pepes ikan 40 g Tempe bacem 50 g Sayur asem Papaya 110 g | Coleslow 71,8 g French fries 108 g Fried chicken 130 g Coca cola | Martabak manis 150 g Teh panas |
| Protein (g) | 15 | 24,5 | 11 |
| Lemak (g) | 19 | 48 | 10 |
| KH (g) | 64 (4 SK) | 65 (4 SK) | 64 (4 SK) |
| Energi (kkal) | 487 | 790 | 390 |

Melalui *Carbohydrate Counting*, diharapkan dapat memenuhi perencanaan makan bagi penderita DM tipe 1 maupun tipe 2 fase III yaitu penderita yang memiliki kadar glukosa darah 200 - 250 mg/dl yang memerlukan tambahan insulin *basal* maupun *prandial*. Penderita diharapkan memperoleh jumlah asupan karbohidrat yang sesuai dalam sehari sehingga penderita akan tetap dalam sasaran kendali glukosa darah yang diinginkan. Kelebihan *Carbohydrate Counting* salah satunya memberikan jumlah total karbohidrat yang disesuaikan dengan dosis insulin serta memberikan pilihan makanan yang lebih mudah dibandingkan dengan pengaturan diet ketat yang serig gagal. Keuntungan lainnya adalah kontrol glikemik lebih baik karena lebih dapat disesuaikan dengan dosis insulin dan mudah menentukan pilihan makanan yang bervariasi. Di samping itu *carbohydrate counting* memberikan keleluasaan terhadap aktivitas jasmani tanpa disertai resiko hipoglikemia atau hiperglikemia.

2. Penerapan *Carbohydrate Counting*

Memahami *Carbohydrate Counting* sebagai pemahaman hubungan antara makanan, aktifitas fisik/olahraga dan kadar glukosa darah. Tingkatan ini dapat memahami jenis – jenis karbohidrat. Semua ditekankan pada konsistensi waktu, tipe dan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi. Metode ini memiliki empat langkah yakni:

1. Memilih makanan yang sehat

Memilih makanan yang sehat dalam hal ini mengkonsumsi makanan yang sesuai dengan wujud aslinya. Tingkatkan konsumsi makanan dengan berneka ragam dan batasi konsumsi makanan siap saji dan makanan kemasan serta mengikuti kaidah piramida makanan diabetes yang berlaku di Indonesia seperti Gambar 4.



Gambar 4. Piramida Makanan Diabetes

2. Fokus pada makanan/bahan makanan yang mengandung karbohidrat

Para pasien diabetes haruslah mendapatkan edukasi dari ahli Gizi terkait kelompok bahan makanan apa saja yang mengandung karbohidrat.

3. Menghitung kebutuhan energi dan zat gizi (karbohidrat)

Prosedur *Basic Carbohydrate Counting* tidaklah susah hanya diperlukan kedisiplinan dan kepatuhan dengan apa yang direncanakan dimana penderita Diabetes Mellitus atau keluarga harus memahami dan konsisten tentang diet bagi Diabetes Mellitus. Adapun langkah penerapan *Carbohydrate Counting* menurut *American Diabetes Association* adalah sebagai berikut:

Hitung komposisi karbohidrat yang dianjurkan (45-65% total kalori harian)

(Misalnya Diet 1500 kkal dengan KH 60% ~ 900 kkal ~ 225 g KH)



Konversi ukuran gram KH menjadi **unit carbing**

Misalnya 225/15 ~ 15 carbing



Konversi ke Skema ***Meal Plan***

Misalnya sarapan 3; snack pagi 1,5; makan siang 4,5; snack siang 1,5; makan malam 3; dan snack malam 1,5



Konversikan unit Carbing ke URT makanan yang dikonsumsi

Skema *Meal Plan* Diet 1500 Kalori (KH per hari: 60% ~ 900 kkal ~ 225 g KH ~ 15 carbing KH), dapat disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Skema *Meal Plan* Diet 1500 Kalori (KH per hari: 60% ~900 kkal~225 g KH~15 carbing KH)

| Waktu Makan | Jumlah (gram) | Angka Carbing |
|-------------|-----------------------------|----------------|
| Sarapan | Kebutuhan karbohidrat x 20% | 3 carbing KH |
| Snack Pagi | Kebutuhan karbohidrat x 10% | 1,5 carbing KH |
| Makan Siang | Kebutuhan karbohidrat x 30% | 4,5 carbing KH |
| Snack Siang | Kebutuhan karbohidrat x 10% | 1,5 carbing KH |
| Makan Malam | Kebutuhan karbohidrat x 20% | 3 carbing KH |
| Snack Malam | Kebutuhan karbohidrat x 10% | 1,5 carbing KH |

4. Monitoring glukosa darah mandiri

Sebelum menjalankan metode ini pasien haruslah sudah memiliki keterampilan dalam mengetahui batas normal kadar glukosa darah dan mengukur kadar glukosa darah sendiri menggunakan *glucotest* apabila tersedia.

D. Metode *Food Recall* 24 Jam

1. Definisi

Metode *recall* 24 jam adalah salah satu metode survei konsumsi yang menggali atau menanyakan apa saja yang dimakan dan diminum responden selama 24 jam yang berlalu baik yang berasal dari dalam rumah maupun di luar rumah. Menurut Patterson RE dan Pietinen P., 2005 menyatakan bahwa *recall* makanan 24 jam adalah wawancara dengan meminta responden untuk menyebutkan semua makanan dan minuman yang dikonsumsi dalam waktu 24

jam sebelumnya. Sedangkan menurut Gibson R., 2005 metode *recall* 24 jam adalah suatu metode yang memberikan gambaran informasi makanan yang dimakan 24 jam yang lalu atau sehari sebelumnya. *Recall* yang tidak diberitahukan sebelumnya direkomendasikan untuk dilakukan karena responden tidak dapat mengubah apa yang mereka makan secara retrospektif dan dengan demikian instrumen ini tidak dapat mengubah pola makan responden. Metode ini paling sering digunakan dalam suatu penelitian karena cukup akurat, cepat pelaksanaannya, murah, mudah, dan tidak memerlukan peralatan yang mahal.

2. Tujuan

Tujuan metode *recall* 24 jam adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mendapatkan informasi tentang makanan yang sebenarnya dimakan 24 jam yang lalu. Makanan dapat berupa makanan utama dan makanan selingan serta minuman yang nyata dimakan 24 jam yang lalu.
- b. Untuk mengetahui rata-rata asupan dari masyarakat dengan catatan sampel harus betul-betul mewakili suatu populasi.
- c. Untuk mengetahui tingkat konsumsi energi dan zat-zat gizi tertentu. Zat gizi yang umum diketahui yaitu yang dapat menggambarkan kuantitas dan kualitas makanan seperti Energi (Karbohidrat) dan protein. Disamping itu pula dapat ditentukan konsumsi lemak, vitamin dan mineral.
- d. Perbandingan internasional hubungan antara asupan zat gizi dengan kesehatan dan golongan rawan gizi.

3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari metode *recall* 24 jam dapat digunakan dalam skala nasional, rumah tangga, dan individu. Di tempat pelayanan kesehatan seperti rumah sakit, metode ini paling umum digunakan untuk mengetahui asupan makanan / zat gizi pasien. Begitu juga dalam skala nasional, Direktorat Bina Gizi Masyarakat Kementerian Kesehatan RI dalam melaksanakan survei konsumsi selalu menggunakan metode *recall* 24 jam. Riset dalam skala nasional seperti Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) untuk mengetahui asupan zat gizi selalu menggunakan metode *recall* 24 jam.

4. Alat dan Bahan

Untuk mendapatkan data yang akurat, diperlukan alat dan bahan dalam survei konsumsi dengan metode *recall* 24 jam, antara lain:

- a. Timbangan makanan, dengan ketelitian/skala 1 gram

- b. Model makanan (*food model*)
- c. Ukuran rumah tangga (URT)
- d. Daftar komposisi bahan makanan (DKBM)
- e. Angka kecukupan gizi (AKG) untuk orang Indonesia
- f. Daftar bahan makanan penukar (DBMP)
- g. Daftar konversi berat mentah masak (DKMM)
- h. Daftar konversi penyerapan minyak (DKPM)
- i. Foto-foto bahan makanan.
- j. Formulir *recall* 24 jam

5. Keunggulan dan Kelemahan

Terdapat beberapa keunggulan dan kelemahan metode *recall* 24 jam. Di bawah ini diuraikan hal tersebut berdasarkan (Gibson, 2005; Supariasa dkk.,2001; Seameo-Reconf, 2011) disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Keunggulan dan Kelemahan Metode *Food Recall* 24 Jam

| Keunggulan | Kelemahan |
|---|--|
| Menunjukkan <i>actual</i> asupan dan bisa digunakan untuk mengestimasi <i>absolute</i> asupan. | Memerlukan interviewer yang terlatih. |
| Mudah dan cepat dalam penggunaannya, dan tidak terlalu membebani responden serta relatif murah. | Bergantung pada memori (ingatan masa lalu) sehingga kurang bisa diterapkan untuk anak-anak dan lansia. |
| Tidak memerlukan kecakapan dalam menulis dan membaca. | Sering terjadi kesalahan dalam mengestimasi jumlah porsi. |
| Tidak mengubah kebiasaan diet dari responden. | Tidak menggambarkan kebiasaan makan jika hanya dilakukan <i>recall</i> 1 x 24 jam. |
| Lebih obyektif dibandingkan dengan metode <i>dietary history</i> . | Kesalahan dalam estimasi jumlah porsi kedalam gram. |
| Biasa digunakan dalam bidang gizi klinik. | Kesalahan dalam kodifikasi makanan jika daftar bahan makanan dalam <i>database</i> terbatas. |

6. Langkah – langkah Pelaksanaan

Beberapa langkah dan prosedur dari pelaksanaan *recall* 24 jam adalah sebagai berikut:

1. Responden mengingat semua makanan dan minuman yang dimakan 24 jam yang lalu.
2. Responden menguraikan secara mendetail masing-masing bahan makanan yang dikonsumsi seperti bahan makanan atau makanan jadi. Mulai dari makan pagi, makan siang, makan malam, dan berakhir sampai akhir hari tersebut.
3. Responden memperkirakan ukuran porsi yang dimakan, sesuai dengan ukuran rumah tangga yang biasa digunakan, antara lain dengan menggunakan food model atau foto-foto, bahan makanan asli dan alat-alat makan.
4. Pewawancara dan responden mengecek/ mengulangi kembali apa yang dimakan dengan cara mengingat kembali.
5. Pewawancara mengubah ukuran porsi menjadi setara ukuran gram.

E. Kadar Glukosa Darah

a. Definisi

Glukosa darah adalah gula yang terdapat dalam darah yang berasal dari karbohidrat dalam makanan dan dapat disimpan dalam bentuk glikogen di dalam

hati dan otot rangka. Energi sebagian besar berfungsi untuk kebutuhan sel dan jaringan yang berasal dari glukosa. Setelah pencernaan makanan yang mengandung banyak glukosa darah akan meningkat, namun tidak melebihi 170 mg/dl. Banyak hormon yang berperan dalam mempertahankan glukosa darah.

b. Metabolisme

Metabolisme merupakan segala proses kimiawi yang terjadi di dalam tubuh. Proses yang lengkap dan komplis sangat terkoordinatif melibatkan banyak enzim di dalamnya, sehingga terjadi pertukaran bahan dan energi. Adapun metabolisme yang terjadi dalam tubuh yang mempengaruhi kadar glukosa darah, yaitu:

- **Metabolisme Karbohidrat**

Karbohidrat bertanggung jawab atas sebagian asupan makanan sehari-hari, dan sebagian besar karbohidrat diubah menjadi lemak. Fungsi karbohidrat dalam metabolisme adalah untuk bahan bakar oksidasi dan menyediakan energi untuk proses-proses metabolisme lainnya.

- **Metabolisme Gula Darah**

Gula darah setelah oleh dinding usus akan masuk ke dalam aliran darah masuk ke hati, dan disintesis menghasilkan glikogen kemudian dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O atau dilepaskan untuk dibawa oleh aliran darah ke darah sel tubuh yang memerlukan terutama otak. Kadar glukosa darah dikendalikan oleh hormon insulin yang disekresikan oleh sel beta pankreas, jika terjadi defisiensi hormon insulin, maka glukosa darah akan menumpuk dalam sirkulasi darah sehingga kadar glukosa darah meningkat.