

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Diabetes Mellitus**

##### **1. Pengertian Diabetes Mellitus**

Diabetes Mellitus adalah penyakit metabolik yang terjadi ketika seseorang mengalami peningkatan kadar gula darah di atas normal. Penyakit ini disebabkan oleh gangguan metabolisme glukosa akibat defisiensi insulin absolut dan relatif. Terdapat empat jenis Diabetes Mellitus, yaitu Diabetes Mellitus Tipe 1/ Diabetes Mellitus remaja yang umumnya muncul pada masa kanak-kanak, Diabetes Mellitus Tipe 2 yang biasanya timbul pada usia dewasa, Diabetes Mellitus Gestasional yang umumnya terjadi saat kehamilan, dan Diabetes Mellitus tipe lain.

Gejala penyakit Diabetes Mellitus termasuk mulut kering berlebihan (polidipsia), sering buang air kecil (poliuria), terutama pada malam hari, sering lapar (polifagia), penurunan berat badan yang cepat, gejala lemas, kelemahan pada anggota badan, luka berkepanjangan, keputihan, penyakit kulit akibat jamur di bawah lipatan kulit, dan ibu sering melahirkan bayi berukuran besar dengan berat lebih dari 4 kg. Didefinisikan sebagai Diabetes Mellitus Tipe 2 jika pernah didiagnosis menderita kencing manis oleh dokter atau belum pernah didiagnosis menderita kencing manis oleh dokter tetapi dalam 1 bulan terakhir mengalami gejala sering lapar dan sering haus dan sering buang air kecil & jumlah banyak dan berat badan turun (Risksedas, 2013).

##### **2. Klasifikasi Diabetes Mellitus**

Terdapat 4 klasifikasi Diabetes Mellitus menurut *American Diabetes Association* (ADA), yaitu Diabetes Mellitus Tipe 1, Diabetes Mellitus Tipe 2, Diabetes Mellitus Gestasional, dan Diabetes Mellitus tipe lain (Asosiasi Diabetes Amerika, 2021).

a. Diabetes Mellitus Tipe 1

Diabetes Mellitus tipe 1 merupakan penyakit metabolik yang disebabkan oleh kerusakan sel  $\beta$  pankreas baik oleh proses autoimun, maupun idiopatik sehingga produksi insulin berkurang bahkan terhenti. Diabetes Mellitus tipe 1 disebabkan oleh faktor genetika, faktor imunologik, dan faktor lingkungan. Diabetes mellitus tipe 1 biasanya terjadi pada orang yang usianya lebih muda, meskipun dapat juga terjadi pada orang dewasa. Pada kondisi seperti ini, penderita akan selalu memerlukan suntikan insulin ke tubuhnya. Satu dari sepuluh orang penderita diabetes mengalami diabetes jenis ini atau disebut dengan diabetes ketergantungan insulin. Diabetes Mellitus tipe 1 paling banyak menyerang pada usia anak-anak hingga remaja. Pada usia lebih dari 30 tahun biasanya penderita Diabetes Mellitus lebih mengarah pada diabetes tipe 2 (Faida & Santik, 2020).

DM tipe 1 atau yang dulu dikenal dengan nama *Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (IDDM), terjadi karena kerusakan sel  $\beta$  pankreas (reaksi autoimun). Sel  $\beta$  pankreas merupakan satu-satunya sel tubuh yang menghasilkan insulin yang berfungsi untuk mengatur kadar glukosa dalam tubuh. Bila kerusakan sel  $\beta$  pankreas telah mencapai 80-90% maka gejala DM mulai muncul. Perusakan sel ini lebih cepat terjadi pada anak-anak daripada dewasa. Sebagian besar penderita DM tipe 1 sebagian besar oleh karena proses autoimun dan sebagian kecil non autoimun. DM tipe 1 yang tidak diketahui penyebabnya juga disebut sebagai tipe 1 idiopathic, pada mereka ini ditemukan insulinopenia tanpa adanya petanda imun dan mudah sekali mengalami ketoasidosis. DM tipe 1 sebagian besar (75% kasus) terjadi sebelum usia 30 tahun dan DM Tipe ini diperkirakan terjadi sekitar 5-10 % dari seluruh kasus DM yang ada (Kardika *et al.*, *n.d.*).

b. Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes Melitus tipe 2 merupakan penyakit multifaktorial dengan komponen genetik dan lingkungan yang memberikan kontribusi sama kuatnya terhadap proses timbulnya penyakit tersebut. Sebagian faktor ini dapat dimodifikasi melalui perubahan gaya hidup, sementara sebagian lainnya tidak dapat diubah (Amra, 2018).

Diabetes Mellitus Tipe 2 merupakan penyakit hiperglikemi akibat insensivitas sel terhadap insulin. Kadar insulin mungkin sedikit menurun atau berada dalam rentang normal. Karena insulin tetap dihasilkan oleh sel-sel beta pankreas, maka diabetes mellitus tipe 2 dianggap sebagai non insulin dependent diabetes mellitus. Diabetes Mellitus Tipe 2 adalah penyakit gangguan metabolik yang ditandai oleh kenaikan gula darah akibat penurunan sekresi insulin oleh sel beta pankreas dan atau gangguan fungsi insulin (resistensi insulin) (Fatimah, 2015).

Diabetes Mellitus Tipe 2 lebih umum terjadi pada orang dewasa dan sering terkait dengan faktor risiko seperti obesitas, kurangnya aktivitas fisik, dan genetika. Tipe ini menyebabkan resistensi insulin yang berkembang seiring berjalannya waktu (DeFronzo *et al.*, 2021). DM tipe 2 umumnya terjadi pada usia > 40 tahun. Pada DM tipe 2 terjadi gangguan pengikatan glukosa oleh reseptornya tetapi produksi insulin masih dalam batas normal sehingga penderita tidak tergantung pada pemberian insulin. Walaupun demikian pada kelompok diabetes mellitus tipe 2 sering ditemukan komplikasi mikrovaskuler dan makrovaskuler (Kardika *et al.*, *n.d.*).

c. Diabetes Mellitus Gestasional

Diabetes Mellitus Gestasional adalah suatu kondisi yang terjadi selama kehamilan dan dapat meningkatkan risiko Diabetes Mellitus di kemudian hari. Untuk mencegah komplikasi selanjutnya, diperlukan pemantauan dan intervensi yang cermat untuk mencegah komplikasi jangka panjang (Preda *et al.*, 2023). Pengobatan Diabetes Mellitus yang efektif seperti perubahan gaya hidup, terapi obat, dan pemantauan

glukosa darah diperlukan untuk mengurangi risiko komplikasi (Zimmet *et al.*, 2020).

DM dalam kehamilan atau *Gestational Diabetes Mellitus* (GDM) adalah kehamilan yang disertai dengan peningkatan resistensi insulin (ibu hamil gagal mempertahankan euglycemia). Pada umumnya mulai ditemukan pada kehamilan trimester kedua atau ketiga. Faktor risiko GDM yakni riwayat keluarga DM, kegemukan dan glikosuria. GDM meningkatkan morbiditas neonatus, misalnya hipoglikemia, ikterus, polisitemia dan makrosomia. Hal ini terjadi karena bayi dari ibu GDM mensekresi insulin lebih besar sehingga merangsang pertumbuhan bayi dan makrosomia (Kardika *et al.*, *n.d.*)

#### d. Diabetes Mellitus Tipe Lain

Diabetes spesifik lain merupakan diabetes yang berhubungan dengan genetik, penyakit pada pankreas, gangguan hormonal, penyakit lain atau pengaruh penggunaan obat (seperti glukokortikoid pada pengobatan HIV/Aids, antipsikotik atipikal) (Hardianto, 2021).

### 3. Patofisiologis Diabetes Mellitus

Diabetes Mellitus adalah kondisi metabolik yang dicirikan oleh resistensi insulin dan kekurangan sekresi insulin, yang menyebabkan peningkatan kadar gula darah. Patofisiologi Diabetes Mellitus melibatkan interaksi kompleks antara faktor genetik, lingkungan, dan gaya hidup. Resistensi insulin adalah faktor utama dalam perkembangan Diabetes Mellitus, dimana sel-sel tubuh terutama jaringan otot, lemak, dan hati, tidak merespon insulin dengan baik. Hal ini menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah dan memicu produksi insulin lebih banyak (DeFronzo *et al.*, 2021).

Faktor genetik berperan penting dalam predisposisi terhadap Diabetes Mellitus. Penelitian mengindikasikan bahwa individu dengan riwayat keluarga Diabetes Mellitus memiliki risiko yang lebih tinggi. Beberapa varian genetik terkait dengan metabolisme glukosa dan

sensitivitas insulin telah diidentifikasi, memberikan wawasan tentang mekanisme penyakit ini (Wang *et al.*, 2020). Disamping itu, lingkungan yang tidak sehat seperti obesitas, pola makan yang kurang seimbang, dan kurangnya aktivitas fisik juga turut berperan dalam peningkatan risiko terkena Diabetes Mellitus.

Proses inflamasi kronis juga merupakan aspek penting dalam patofisiologi Diabetes Mellitus. Akumulasi lemak visceral meningkatkan pelepasan sitokin pro-inflamasi, seperti TNF- $\alpha$  dan IL-6, yang berkontribusi pada resistensi insulin. Inflamasi ini bukan hanya mempengaruhi sensitivitas insulin tetapi juga berperan dalam kerusakan sel beta pankreas, yang mengurangi kemampuan tubuh untuk memproduksi insulin secara adekuat (Zimmet *et al.*, 2020).

Selain itu, disfungsi sel beta pankreas pada Diabetes Mellitus terjadi secara bertahap. Seiring berjalannya waktu, sel beta mengalami kelelahan karena meningkatnya permintaan insulin untuk mengatasi resistensi insulin. Penurunan fungsi sel beta ini menyebabkan hiperglikemia yang lebih parah dan meningkatkan risiko komplikasi jangka panjang, seperti penyakit kardiovaskular, neuropati, dan retinopati (Kahn *et al.*, 2021).

#### **4. Gejala Diabetes Mellitus**

Gejala klinis penderita Diabetes Mellitus dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu gejala klinis klasik dan gejala umum. Menurut Emma S. Wirakusumah (2000), gejala klinis klasik penyakit Diabetes Mellitus antara lain:

- a. Poliuria: Orang yang terkena sering mengalami peningkatan frekuensi buang air kecil. Hal ini terjadi karena ginjal berusaha mengeluarkan kelebihan glukosa dari darah, sehingga menyebabkan udara masuk dan jumlah urin meningkat.

- b. Polidipsia: Rasa haus yang berlebihan merupakan salah satu gejala utama. Orang yang terkena dampak merasa haus terus-menerus karena sejumlah besar air hilang melalui urin.
- c. Polifagia: Nafsu makan meningkat juga merupakan gejala umum. Bahkan jika mereka makan lebih banyak, orang yang terkena dampak masih merasa lapar karena tubuh mereka tidak dapat menggunakan glukosa secara efektif sebagai energi.
- d. Penurunan Berat Badan: Penurunan berat badan yang tidak diketahui penyebabnya sering terjadi pada penderita Diabetes Mellitus, terutama penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 dan Tipe 1, karena ketika glukosa tidak lagi tersedia, tubuh mulai membakar lemak dan otot untuk menghasilkan energi.

Gejala umumnya antara lain kelelahan, gelisah, nyeri badan, kesemutan, penglihatan kabur, gatal-gatal, disfungsi ereksi pada pria, dan wanita gatal pada vulva.

## 5. Diagnosis Diabetes Mellitus Tipe 2

Diagnosis Diabetes Mellitus Tipe 2 dilakukan dengan menggunakan beberapa kriteria yang ditetapkan oleh *American Diabetes Association* (ADA) dan organisasi kesehatan lainnya. Diagnosis dapat dilakukan menurut Perkeni (2021) antara lain:

- a. Glukosa Darah Puasa: Kadar glukosa darah puasa  $\geq 126$  mg/dL (7,0 mmol/L) setelah tidak makan selama minimal 8 jam.
- b. Glukosa Darah Acak: Kadar glukosa darah acak  $\geq 200$  mg/dL (11,1 mmol/L) disertai gejala klasik hiperglikemia (seperti poliuria, polidipsia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan).
- c. Tes Toleransi Glukosa Oral (OGTT): Kadar glukosa 2 jam setelah mengkonsumsi 75 g glukosa larut dalam udara  $\geq 200$  mg/dL (11,1 mmol/L).
- d. Hemoglobin A1c (HbA1c): Kadar HbA1c  $\geq 6,5\%$  (48 mmol/mol), yang menunjukkan kadar glukosa darah rata-rata selama 2-3 bulan terakhir.

Menurut Perkeni (2021), Hasil pemeriksaan yang tidak memenuhi kriteria normal atau kriteria Diabetes Mellitus Tipe 2 digolongkan ke dalam kelompok prediabetes yang meliputi toleransi glukosa terganggu (TGT) dan glukosa darah puasa terganggu (GDPT).

- a. Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT): Hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa antara 100-125 mg/dL dan pemeriksaan TTGO glukosa plasma 2-jam < 140 mg/dL
- b. Toleransi Glukosa Terganggu (TGT): Hasil pemeriksaan glukosa plasma 2 - jam setelah TTGO antara 140-199 mg/dL dan glukosa plasma puasa < 100 mg/dL
- c. Bersama-sama didapatkan GDPT dan TGT
- d. Diagnosis prediabetes dapat juga ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan HbA1c yang menunjukkan angka 5,7-6,4

Diagnosis harus dipastikan dengan pengujian tambahan pada hari yang berbeda, kecuali ada gejala yang jelas dari Diabetes Mellitus dengan hasil tes glukosa darah acak yang tinggi. Selain itu, perkeni juga merekomendasikan skrining untuk Diabetes Mellitus pada individu dengan faktor risiko, seperti obesitas, riwayat keluarga Diabetes Mellitus, dan gaya hidup.

## 6. Faktor Risiko Penyakit Diabetes Mellitus

Faktor risiko Diabetes Mellitus sama dengan faktor risiko untuk intoleransi glukosa yaitu:

- a. Faktor Risiko yang Tidak Dapat Dimodifikasi
  - 1) Ras dan etnik
  - 2) Riwayat keluarga dengan Diabetes Mellitus
  - 3) Umur: Risiko untuk menderita intoleransi glukosa meningkat seiring dengan meningkatnya usia. Usia > 40 tahun harus dilakukan skrining Diabetes Mellitus Tipe 2. Riwayat melahirkan bayi dengan BB lahir bayi >4000 gram atau riwayat pernah menderita Diabetes Gestasional. Riwayat lahir dengan berat badan rendah, kurang dari 2,5 kg. Bayi

yang lahir dengan BB rendah mempunyai risiko yang lebih tinggi dibanding dengan bayi yang lahir dengan BB normal.

- b. Faktor Risiko yang Dapat Dimodifikasi
  - 1) Berat badan lebih ( $IMT \geq 23 \text{ kg/m}^2$ ).
  - 2) Kurangnya aktivitas fisik
  - 3) Hipertensi ( $> 140/90 \text{ mmHg}$ )
  - 4) Dislipidemia ( $HDL < 35 \text{ mg/dL}$  dan/atau trigliserida  $> 200 \text{ mg/dL}$ )
  - 5) Diet tak sehat dengan tinggi glukosa dan rendah serat akan meningkatkan risiko menderita prediabetes/intoleransi glukosa dan Diabetes Mellitus Tipe 2.
- c. Faktor lain yang terkait dengan risiko Diabetes Mellitus Tipe 2
  - 1) Pasien sindrom metabolik yang memiliki riwayat TGT atau GDPT sebelumnya.
  - 2) Pasien yang memiliki riwayat penyakit kardiovaskular, seperti stroke, PJK, atau PAD

Pencegahan primer Diabetes Mellitus Tipe 2 dilakukan dengan tindakan penyuluhan dan. pengelolaan yang ditujukan untuk kelompok masyarakat yang mempunyai risiko tinggi Diabetes Mellitus dan intoleransi glukosa (Perkeni, 2021).

## 7. Penatalaksanaan Diabetes Mellitus

Penatalaksanaan Diabetes Mellitus merupakan pendekatan multidisiplin yang mencakup terapi nutrisi, terapi farmakologis, pemantauan glukosa darah, edukasi pasien, dan pendekatan multidisiplin untuk mencapai kontrol glikemik yang optimal. Tujuan utama dari penatalaksanaan ini adalah untuk mencegah komplikasi jangka panjang dan meningkatkan kualitas hidup penderita. Terapi diet Diabetes Mellitus meliputi:

### a. Terapi Nutrisi

Perencanaan diet untuk Diabetes Mellitus bertujuan untuk mengontrol kadar glukosa darah, mencegah komplikasi, dan menjaga

kesehatan secara keseluruhan. Diet yang tepat dapat membantu individu penderita Diabetes Mellitus mengelola berat badan mereka dan meningkatkan sensitivitas insulin. Komposisi makanan yang dianjurkan menurut Perkeni (2021) terdiri dari:

#### 1) Karbohidrat

Karbohidrat yang dianjurkan sebesar 45-65% total tingkat konsumsi energi. Terutama karbohidrat yang berserat tinggi. Pembatasan karbohidrat total <130 g/hari tidak dianjurkan. Glukosa dalam bumbu diperbolehkan sehingga pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 dapat makan sama dengan makanan keluarga yang lain. Sukrosa tidak boleh lebih dari 5% total tingkat konsumsi energi.

Dianjurkan makan tiga kali sehari dan bila perlu dapat diberikan makanan selingan seperti buah atau makanan lain sebagai bagian dari kebutuhan kalori sehari.

#### 2) Protein

Pada pasien dengan nefropati diabetik perlu penurunan tingkat konsumsi protein menjadi 0,8 g/kg BB perhari atau 10% dari kebutuhan energi, dengan 65% diantaranya bernilai biologik tinggi. Pasien Diabetes Mellitus yang sudah menjalani hemodialisis tingkat konsumsi protein menjadi 1-1,2 g/kg BB perhari. Sumber protein yang baik adalah ikan, udang, cumi, daging tanpa lemak, ayam tanpa kulit, produk susu rendah lemak, kacang-kacangan, tahu dan tempe.

Sumber bahan makanan protein dengan kandungan *saturated fatty acid* (SAFA) yang tinggi seperti daging sapi, daging babi, daging kambing dan produk hewani olahan sebaiknya dikurangi untuk dikonsumsi.

#### 3) Lemak

Tingkat konsumsi lemak dianjurkan sekitar 20-25% kebutuhan kalori, dan tidak diperkenankan melebihi 30% total tingkat konsumsi energi. Komposisi yang dianjurkan:

a. Lemak jenuh (SAFA) < 7% kebutuhan kalori.

- b. Lemak tidak jenuh ganda (PUFA) < 10%.
- c. Selebihnya dari lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) sebanyak 12-15%
- d. Rekomendasi perbandingan lemak jenuh: lemak tak jenuh tunggal: lemak tak jenuh ganda = 0.8 : 1.2 : 1.

Bahan makanan yang perlu dibatasi adalah yang banyak mengandung lemak jenuh dan lemak trans antara lain daging berlemak dan susu fullcream. Konsumsi kolesterol yang dianjurkan adalah < 200 mg/hari.

#### 4) Serat

Pasien Diabetes Mellitus dianjurkan mengonsumsi serat dari kacang-kacangan, buah dan sayuran serta sumber karbohidrat yang tinggi serat. Jumlah konsumsi serat yang disarankan adalah 20-35 gram per hari.

#### 5) Natrium

Anjuran tingkat konsumsi natrium untuk pasien Diabetes Mellitus sama dengan orang sehat yaitu < 1500 mg per hari. Pasien Diabetes Mellitus yang juga menderita hipertensi perlu dilakukan pengurangan natrium secara individual.

Pada upaya pembatasan tingkat konsumsi natrium ini, perlu juga memperhatikan bahan makanan yang mengandung tinggi natrium antara lain adalah garam dapur, monosodium glutamat, soda, dan bahan pengawet seperti natrium benzoat dan natrium nitrit.

#### 6) Pemanis Alternatif

Pemanis alternatif aman digunakan sepanjang tidak melebihi batas aman (*Accepted Daily Intake/ ADI*). Pemanis alternatif dikelompokkan menjadi pemanis berkalori dan pemanis tak berkalori. Pemanis berkalori perlu diperhitungkan kandungan kalornya sebagai bagian dari kebutuhan kalori, seperti glukosa alkohol dan fruktosa.

Glukosa alkohol antara lain isomalt, lactitol, maltitol, mannitol, sorbitol dan xylitol. Fruktosa tidak dianjurkan digunakan

pada pasien Diabetes Mellitus karena dapat meningkatkan kadar LDL, namun tidak ada alasan menghindari makanan seperti buah dan sayuran yang mengandung fruktosa alami. Pemanis tak berkalori termasuk aspartam, sakarin, acesulfame potasium, sukrose, neotame.

Ada beberapa cara untuk menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan pasien Diabetes Mellitus, antara lain dengan memperhitungkan kebutuhan kalori basal yang besarnya 25-30 kal/kgBB ideal. Jumlah kebutuhan tersebut ditambah atau dikurangi bergantung pada beberapa faktor yaitu: jenis kelamin, umur, aktivitas, berat badan, dan lain-lain. Beberapa cara perhitungan berat badan ideal adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan berat badan ideal (BBI) menggunakan rumus Broca yang dimodifikasi:

1) Berat badan ideal =  $90\% \times (\text{TB dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg}$

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

Berat badan ideal (BBI) =  $(\text{TB dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg}$

BB normal BB ideal  $\pm 10\%$

Kurus : kurang dari BB ideal - 10%

Gemuk : lebih dari BB ideal + 10%

Perhitungan berat badan ideal menurut Indeks Massa Tubuh (IMT).

Indeks massa tubuh dapat dihitung dengan rumus  $\text{BB (kg)}/\text{TB (m}^2\text{)}$ .

Kategori IMT menurut Kemenkes 2013 adalah sebagai berikut:

IMT	Kategori
< 18,5	Kurus
18,5 – 24,9	Normal
25,0 – 27,0	Overweight
> 27	Obesitas

Tabel 1. Kategori IMT Kemenkes RI, 2013

Faktor-faktor yang menentukan kebutuhan kalori antara lain:

1) Jenis Kelamin

Kebutuhan kalori basal perhari untuk perempuan sebesar 25 kal/kgBB sedangkan untuk pria sebesar 30 kal/kgBB.

2) Umur

- a) Pasien usia di atas 40 tahun, kebutuhan kalori dikurangi 5% untuk setiap dekade antara 40 dan 59 tahun.
- b) Pasien usia di antara 60 dan 69 tahun, dikurangi 10%.
- c) Pasien usia di atas usia 70 tahun, dikurangi 20%.

3) Aktivitas Fisik atau Pekerjaan

- a) Kebutuhan kalori dapat ditambah sesuai dengan intensitas aktivitas fisik.
- b) Penambahan sejumlah 10% dari kebutuhan basal diberikan pada keadaan istirahat.
- c) Penambahan sejumlah 20% pada pasien dengan aktivitas ringan pegawai kantor, guru, ibu rumah tangga
- d) Penambahan sejumlah 30% pada aktivitas sedang pegawai industri ringan, mahasiswa, militer yang sedang tidak perang
- e) Penambahan sejumlah 40% pada aktivitas berat: petani, buruh, atlet, militer dalam keadaan latihan
- f) Penambahan sejumlah 50% pada aktivitas sangat berat tukang becak, tukang gali.

4) Stres Metabolik

Penambahan 10-30% tergantung dari beratnya stress metabolik (sepsis, operasi, trauma).

5) Berat Badan

Pasien Diabetes Mellitus yang gemuk, kebutuhan kalori dikurangi sekitar 20-30% tergantung kepada tingkat kegemukan. Pasien Diabetes Mellitus yang kurus, kebutuhan kalori ditambah sekitar 20-30% sesuai dengan kebutuhan untuk meningkatkan BB. Jumlah

kalori yang diberikan paling sedikit 1000-1200 kal perhari untuk wanita dan 1200-1600 kal perhari untuk pria.

b. Terapi Farmakologis

Kepatuhan minum obat memegang peranan penting dalam penatalaksanaan terapi pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 untuk mencapai kadar gula darah normsl. Pasien dengan tingkat kepatuhan minum obat yang tinggi memiliki kualitas hidup yang lebih baik (Mpila *et al.*, 2023).

Terapi farmakologis untuk Diabetes Mellitus Tipe 2 bervariasi tergantung pada tipe Diabetes Mellitus dan kebutuhan individu. Pada Diabetes Mellitus Tipe 1, penempatan insulin adalah suatu keharusan, sedangkan pada Diabetes Mellitus Tipe 2, beberapa kelas obat dapat digunakan, termasuk metformin, sulfonilurea, dan inhibitor SGLT-2.

Metformin adalah pilihan pertama yang direkomendasikan karena efisiensinya dan profil keamanan yang baik (*American Diabetes Mellitus Tipe 2 Association*, 2023). Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa obat-obatan seperti GLP-1 receptor agonist dapat membantu dalam penurunan berat badan dan perlindungan kardiovaskular (Widiasari *et al.*, 2021).

c. Pemantauan Glukosa Darah

Pemantauan glukosa darah secara rutin adalah bagian penting dari manajemen Diabetes Mellitus Tipe 2. Penggunaan teknologi seperti *Continuous Glucose Monitoring* (CGM) telah meningkatkan kemampuan penderita untuk mengelola kadar glukosa mereka secara real-time. Penggunaan CGM dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik terkait diet dan pengobatan, serta mengurangi risiko hipoglikemia (Klupa *et al.*, 2023).

d. Edukasi Pasien

Edukasi pasien mengenai Diabetes Mellitus Tipe 2 dan manajemennya merupakan komponen penting dalam penatalaksanaan.

Program edukasi yang baik dapat meningkatkan pengetahuan pasien tentang penyakit, pengobatan, dan perubahan gaya hidup.

Penyakit ini bisa dicegah melalui cara mengubah gaya hidup serta kebiasaan mengonsumsi makanan menjadi sehat dan bergizi seimbang seperti dengan diet 3J (jadwal, jumlah, dan jenis). Diet 3J merupakan diet dengan tepat jadwal, tepat jumlah, dan tepat jenis. Manfaat dari diet 3J adalah untuk mengatur kadar glukosa darah, mencegah obesitas serta mengurangi terjadinya berbagai macam penyakit komplikasi yang disebabkan pola makan yang tidak sehat. (Khasanah *et al.*, *n.d.*).

Penelitian menunjukkan bahwa pasien yang teredukasi dengan baik lebih mampu mengelola Diabetes Mellitus mereka dan cenderung mengikuti rencana perawatan yang ditetapkan (Funnell *et al.*, 2019).

## **8. Komplikasi Diabetes Mellitus**

Komplikasi yang terjadi akibat penyakit Diabetes Mellitus dapat berupa gangguan pada pembuluh darah baik makrovaskular maupun mikrovaskular, serta gangguan pada sistem saraf atau neuropati. Gangguan ini dapat terjadi pada pasien Diabetes Mellitus yang sudah lama menderita penyakit atau Diabetes Mellitus yang baru terdiagnosis. Komplikasi makrovaskular umumnya mengenai organ jantung, otak dan pembuluh darah, sedangkan gangguan mikrovaskular dapat terjadi pada mata dan ginjal. Keluhan neuropati juga umum dialami oleh pasien Diabetes Mellitus, baik neuropati motorik, sensorik ataupun neuropati otonom (Perkeni, 2021).

## **B. Karbohidrat**

### **1. Pengertian Karbohidrat**

Karbohidrat adalah nutrisi penting yang diperlukan oleh manusia untuk menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan kelompok zat gizi yang terdiri dari zat-zat organik dengan struktur molekul yang bervariasi. Meskipun memiliki persamaan kimia dan fungsi, namun

memiliki perbedaan struktur secara molekuler. Semua karbohidrat mengandung unsur Carbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O).

Karbohidrat dalam ilmu gizi terbagi menjadi dua golongan, yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana terdiri atas monosakarida yang merupakan molekul dasar dari karbohidrat, disakarida yang terbentuk dari dua monosa yang dapat saling terikat, dan oligosakarida yaitu gula rantai pendek yang dibentuk oleh galaktosa, glukosa dan fruktosa. Karbohidrat kompleks terdiri dari polisakarida yang terdiri dari lebih dari dua ikatan monosakarida dan serat yang juga dikenal sebagai polisakarida nonpati.

Karbohidrat tidak hanya berperan dalam penghasilan energi, tetapi juga memiliki fungsi lain yang penting untuk tubuh. Fungsi lain karbohidrat adalah memberikan rasa manis pada makanan, menghemat protein, mengatur metabolisme lemak, serta membantu dalam pengeluaran feses (Nurhamida, 2014).

### **3. Klasifikasi Karbohidrat**

Berdasarkan monomer penyusunnya, karbohidrat dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu monosakarida, oligosakarida dan polisakarida (Yazid & Nursanti, 2015). Karbohidrat yang terdapat pada makanan dapat dikelompokkan ke dalam kelompok-kelompok dibawah ini:

#### **a. Monosakarida**

Monosakarida adalah golongan karbohidrat yang paling sederhana susunan molekulnya, karena terdiri atas 6-rantai atau cincin karbon sehingga disebut sebagai heksosa. Atom-atom hidrogen dan oksigen terikat pada rantai atau cincin ini secara terpisah atau sebagai gugus hidroksil (OH) (Almatsier, 2003). Monosakarida adalah hasil akhir pemecahan sempurna dari karbohidrat yang lebih kompleks susunannya dalam proses pencernaan (Anonim, 2009). Ada tiga jenis heksosa yang penting dalam ilmu gizi, yaitu glukosa, fruktosa, dan

galaktosa. Glukosa merupakan gula yang terpenting bagi metabolisme tubuh.

Glukosa disebut juga dekstrosa atau gula anggur, banyak terdapat dalam buah-buahan dan sayuran. Glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang beredar didalam tubuh dan didalam sel merupakan sumber energi. Fruktosa dinamakan juga levulosa, fruktosa merupakan gula yang manis dari semua gula, dikenal dengan nama gula buah. Di alam fruktosa banyak terkandung didalam madu. Fruktosa merupakan hasil hidrolisa dari gula sukrosa, perubahannya menjadi glukosa terjadi di dalam hati kemudian bentuk glukosa ini dapat dioksidasi sempurna menjadi energi. Galaktosa tidak terdapat bebas di alam seperti halnya glukosa dan fruktosa, tetapi merupakan hasil hidrolisa dari gula susu (laktosa). Melalui proses metabolisme akan diubah menjadi glukosa yang dapat memasuki siklus krebs untuk menghasilkan energi.

#### b. Oligosakarida

Oligosakarida adalah gula yang mengandung 2-10 molekul gula sederhana dan biasanya bersifat larut dalam air. Bentuk yang paling umum dari oligosakarida adalah disakarida (terdiri dari dua unit monosakarida) yang terjadi dari proses kondensasi dua molekul monosakarida. Ada empat jenis disakarida, yaitu sukrosa atau sakarosa, maltosa, laktosa dan trehalosa.

Sukrosa atau sakarosa dinamakan juga gula tebu atau gula bit. Secara komersial gula pasir yang 99% terdiri atas sukrosa dibuat dari kedua macam bahan makanan tersebut. Sukrosa juga terdapat di dalam buah, sayuran, dan madu. Bila dicernakan atau dihidrolisis, sukrosa pecah menjadi satu unit glukosa dan satu unit fruktosa. Maltosa tidak terdapat bebas di alam. Maltosa berasal dari hasil pencernaan pati dengan bantuan enzim diastase, di dapat dalam biji-bijian yang dibuat kecambah. Laktosa (gula susu) hanya terdapat dalam susu, terdiri atas satu unit glukosa dan satu unit galaktosa. Laktosa adalah gula yang rasanya paling tidak manis (seperenam manis glukosa) dan lebih sukar larut daripada

disakarida lain. Trehalosa seperti juga maltosa, terdiri atas dua mol glukosa dan dikenal sebagai gula jamur. Trehalosa juga terdapat dalam serangga.

c. Polisakarida

Polisakarida merupakan kelompok karbohidrat yang paling banyak terdapat di alam. Polisakarida merupakan senyawa makromolekul yang terbentuk dari banyak sekali satuan (unit) monosakarida. Jenis polisakarida yang penting dalam ilmu gizi adalah pati, dekstrin, glikogen, dan polisakarida non pati. Pati mempunyai rasa yang tidak manis, tidak larut dalam air dingin tetapi di dalam air panas dapat membentuk sol atau jel yang bersifat kental.

Pati terutama terdapat dalam padi-padian, biji-bijian, dan umbi-umbian. Beras, jagung, dan gandum mengandung 70-80% pati kacang-kacangan seperti kacang kedelai, kacang merah dan kacang hijau 30-60%, sedangkan ubi, talas, kentang, dan singkong 20-30%. Dekstrin merupakan hasil antara pencernaan pati untuk dibentuk menjadi maltosa. Dekstrin merupakan sumber utama karbohidrat dalam makanan lewat pipa (*tube feeding*).

Glikogen disebut juga pati hewan karena merupakan bentuk simpanan karbohidrat di dalam tubuh manusia dan hewan. Glikogen disimpan dalam hati dan otot jaringan, dipergunakan untuk mensuplai energi bagi jaringan tubuh saat latihan dan bekerja keras. Selulosa lebih sukar diuraikan dan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: memberi bentuk atau struktur pada tanaman, tidak larut dalam air dingin maupun air panas, tidak dapat dicerna oleh cairan pencernaan manusia sehingga tidak menghasilkan energi, dapat dipecah menjadi satu-satuan glukosa oleh enzim dan mikroba tertentu. Pektin biasanya terdapat di dalam buah-buahan, memberi ketebalan kulit buah, dan tidak dapat dicerna. Pektin berfungsi sebagai laksatif atau pencahar, sebagai pengental, pengikat dan pembentuk gel makanan.

#### 4. Metabolisme Karbohidrat

##### a. Pencernaan Karbohidrat

Pencernaan karbohidrat dimulai dari mulut. Bolus makanan yang berasal dari makanan yang dikunyah akan bercampur dengan ludah yang mengandung enzim amilase. Enzim amilase ini memecah pati atau amilum menjadi dekstrin, sebuah bentuk karbohidrat yang lebih sederhana. Enzim amilase ludah berfungsi optimal pada pH netral ludah. Makanan yang dikunyah di mulut sebentar, menyebabkan amilum hanya sedikit diproses oleh amilase. Bolus kemudian ditelan ke dalam lambung. Amilase ludah yang masuk ke lambung dicernakan oleh asam klorida dan enzim pencerna protein. Hal ini menghentikan pencernaan karbohidrat di lambung.

Makanan yang hanya terdiri dari karbohidrat akan tinggal di lambung sebentar, kurang dari dua jam, lalu segera diteruskan ke usus halus. Di usus halus, amilase yang dihasilkan oleh pankreas mencerna amilum menjadi dekstrin dan maltosa. Penyelesaian pencernaan karbohidrat dilakukan oleh enzim disakaridase (maltase, sukrase, dan laktase) yang dihasilkan oleh sel-sel mukosa usus halus. Hidrolisis disakarida oleh enzim-enzim ini terjadi di mikrovili dan monosakarida yang dihasilkan adalah:

- 1) Maltase memecah maltosa menjadi 2 mol glukosa
- 2) Sukrase memecah sakarosa menjadi 1 mol glukosa dan 1 mol fruktosa
- 3) Laktase memecah laktosa menjadi 1 mol glukosa dan 1 mol galaktosa.

Glukosa, fruktosa, dan galaktosa diabsorpsi oleh dinding usus, masuk ke cairan limfa, kemudian ke pembuluh darah kapiler, dan dialirkan melalui vena porta ke hati. Pada 1-4 jam setelah makan, pati nonkarbohidrat dan serat makanan, seperti selulosa, galaktan, pentosan, serta sebagian pati yang tidak dicerna, akan masuk ke usus besar. Pada usus besar, karbohidrat dipecah oleh mikroba melalui fermentasi, menghasilkan energi untuk mikroba dan menghasilkan bahan sisa seperti air dan karbon dioksida. Fermentasi yang meningkat di usus besar

menghasilkan gas karbondioksida yang kemudian dikeluarkan sebagai flatus (kentut). Sisa karbohidrat yang belum tercerna dibuang melalui tinja (Nurhamida, 2014).

b. Penyimpanan Glukosa

Peranan utama karbohidrat dalam tubuh adalah untuk menyediakan glukosa untuk sel-sel tubuh, yang selanjutnya dikonversi menjadi energi. Kelebihan glukosa akan disimpan di hati dalam bentuk glikogen. Salah satu peran hati adalah menyimpan dan mengeluarkan glukosa sesuai dengan kebutuhan tubuh. Apabila kadar glukosa darah turun, hati akan mengubah sebagian glikogen menjadi glukosa dan melepaskannya ke aliran darah.

Glukosa akan disalurkan oleh darah ke seluruh tubuh, termasuk otak, sistem saraf, jantung, dan organ tubuh lainnya. Sel-sel otot dan sel-sel lain menggunakan glukosa dan lemak sebagai sumber energi. Sel-sel otot juga menyimpan glukosa dalam bentuk glikogen. Glikogen hanya digunakan sebagai sumber energi oleh otot dan tidak bisa dikembalikan menjadi glukosa dalam darah. Kelebihan karbohidrat dalam tubuh juga dapat diubah menjadi lemak. Perubahan ini berlangsung di dalam hati. Lemak ini kemudian diantarkan ke sel-sel lemak yang memiliki kemampuan menyimpan lemak tanpa batas (Nurhamida, 2014).

c. Penggunaan Glukosa untuk Energi

Saat glukosa masuk ke dalam sel, enzim-enzim akan memecahnya menjadi bagian-bagian kecil yang akhirnya menghasilkan energi, karbon dioksida, dan air. Bagian-bagian kecil ini juga bisa dipadatkan menjadi lemak. Tubuh manusia selalu membutuhkan glukosa untuk energi, maka penting untuk mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat setiap hari. Persediaan glikogen hanya cukup untuk beberapa jam (Siregar, 2014).

## 5. Fungsi Karbohidrat

Fungsi karbohidrat di dalam tubuh adalah sebagai berikut:

### a. Sumber Energi

Satu gram karbohidrat menghasilkan 4 kkalori. Karbohidrat di dalam tubuh sebagian berada dalam sirkulasi darah sebagai glukosa untuk keperluan energi segera, dan sebagian lagi disimpan sebagai glikogen dalam hati dan otot, dan sebagian diubah menjadi lemak untuk kemudian disimpan sebagai cadangan energi dalam jaringan lemak. Sistem saraf sentral dan otak sama sekali tergantung pada glukosa untuk keperluan energinya.

### b. Pemberi Rasa Manis pada Makanan

Karbohidrat memberi rasa manis pada makanan, khususnya monosakarida dan disakarida. Gula tidak mempunyai rasa manis yang sama. Fruktosa adalah gula paling manis.

### c. Penghemat Protein

Protein akan digunakan sebagai sumber energi, jika kebutuhan karbohidrat tidak terpenuhi, dan akhirnya fungsi protein sebagai zat pembangun akan terkalahkan.

### d. Pengatur Metabolisme Lemak

Karbohidrat mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna.

### e. Membantu Pengeluaran Feses

Karbohidrat membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus dan memberi bentuk pada feses. Selulosa dan serat makanan mengatur peristaltik usus, sedangkan hemiselulosa dan pektin mampu menyerap banyak air dalam usus besar sehingga memberi bentuk pada sisa makanan yang akan dikeluarkan. Serat makanan mencegah kegemukan, konstipasi, hemoroid, penyakit-penyakit divertikulus, kanker usus besar, penyakit Diabetes Mellitus Tipe 2 dan jantung koroner yang berkaitan dengan kadar kolesterol (Siregar, 2014).

## 6. Sumber Karbohidrat

Sumber karbohidrat adalah padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacang kering dan gula. Hasil olahan bahan-bahan ini adalah bihun, mie, roti, tepung-tepungan, selai, sirup dan lainnya. Sumber karbohidrat yang banyak dimakan sebagai makanan pokok di Indonesia adalah beras, jagung, ubi, singkong, talas dan sagu (Siregar, 2014).

## C. Lemak

### 1. Pengertian Lemak

Lemak atau lipid adalah sekelompok besar molekul yang terdiri dari minyak, steroid, malam (wax), dan senyawa terkait dengan sifat kimia yang lebih besar dari sifat fisiknya sehingga saling terkait (Jim, 2013). Lemak umumnya tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti eter dan petroleum eter. Lemak adalah sumber energi penting untuk tubuh. Energi yang dihasilkan dari lemak adalah 2,25 kali lebih besar daripada energi yang dihasilkan dari karbohidrat dan protein. Satu gram lemak menghasilkan 9 kalori. Berat jenisnya lebih rendah dan pada air. Yang digolongkan sebagai lemak adalah lemak netral atau trigliserida dan lilin, sterol, fosfolipid, ester asam lemak, dan turunan lemak (Susanto Widyaningsih, 2004).

Lemak terdiri dari ester trigliserida (TG) yang terdiri dari gliserol dengan tiga asam lemak dalam rantai utama. Ikatan asam lemak dengan trigliserida merupakan rantai karbon (C) dengan gugus karboksil (COOH) pada salah satu ujungnya (Dewi *et al.*, 2024).

### 2. Klasifikasi Lemak

Diatas telah dijelaskan mengenai pengertian lemak, untuk lebih lengkapnya berikut pembagian lemak dibagi menjadi 3, yaitu:

a. Lemak Sederhana

Lemak sederhana tersusun dari trigliserida, yang terdiri atas 1 gliserol dan 3 asam lemak. Contoh dari senyawa lemak sederhana antara lain lilin, plastisin, serta minyak.

b. Lemak Campuran

Lemak campuran tersusun dari gabungan antara senyawa bukan lemak dengan lemak. Contoh dari senyawa lemak campuran antara lain : lipoprotein, fosfolipid, dan fosfatidilkolin.

c. Lemak Asli

Lemak asli atau derivat lemak adalah senyawa yang dihasilkan yang berasal dari proses hidrolisis lipid. Seperti asam lemak dan kolesterol. Dengan berdasarkan ikatan kimia, asam lemak dibagi menjadi dua, yaitu:

1) Asam Lemak Jenuh

Bersifat non-esensial karena dapat disintesis oleh tubuh dan pada umumnya berwujud padat pada suhu kamar. Asam lemak jenuh berasal dari lemak hewani, misalnya mentega, krim, keju, minyak samin, es krim, dan lemak yang menempel pada daging.

2) Asam Lemak Tidak Jenuh

Bersifat esensial karena tidak dapat disintesis oleh tubuh dan umumnya berwujud cair pada suhu kamar. Asam lemak tidak jenuh berasal dari lemak nabati, misalnya minyak zaitun, minyak canola, minyak dari biji matahari, minyak wijen, minyak kacang, alpukat, buah zaitun, aneka kacang ( kacang mete, kacang tanah, almond). Sedangkan hasil tanaman yang mengandung banyak lemak jenuh diantaranya adalah minyak kelapa, minyak biji kapas, minyak inti sawit, dan mentega coklat. Produk dan makanan yang diproses dari bahan dengan lemak jenuh dipastikan akan mengandung lemak jenuh tinggi.

### 3. Metabolisme Lemak

Zat gizi sumber energi tubuh meliputi karbohidrat, lemak, dan protein. Oksidasi zat-zat tersebut menghasilkan energi yang dibutuhkan

tubuh untuk melakukan kegiatan atau aktivitas (Almatsier, 2004). Departemen Kesehatan dan Layanan Manusia (2015) mengonfirmasi bahwa lemak merupakan salah satu sumber kalori tertinggi. 1 gram minyak atau lemak bisa menghasilkan 9 kkal, sementara karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram.

Sumber energi dari lipid adalah trigliserida, yang merupakan jenis lipid netral (ester gliserol dengan 3 asam lemak). Asam lemak diubah menjadi emulsi oleh enzim-enzim pankreas saat mencapai usus halus. Enzim yang dimaksud adalah enzim lipase pankreas, enzim kolesterol esterase, dan fosfolipase. Enzim kolesterol esterase menyebabkan hidrolisis ester kolesterol, enzim lipase menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak dan monogliserida, sedangkan enzim fosfolipase memecah asam lemak dari fosfolipid. Hasil pencernaan enzim akan diserap oleh sel usus melalui mikrovili pada tepi sisinya (Jim, 2013).

Lemak memiliki sifat tidak larut dalam darah, sehingga memerlukan protein spesifik untuk membentuk kompleks makromolekul yang larut dalam air dalam plasma darah. Ikatan antara lemak (kolesterol, trigliserida, dan fosfolipid) dengan protein ini disebut lipoprotein. Lipoprotein berdasarkan densitas, komposisi, dan mobilitasnya dibedakan menjadi kilomikron, *very low lipoprotein* (VLDL), *low density lipoprotein* (LDL), dan *high density lipoprotein* (HDL) (Aminah *et al.*, 2023).

#### a. Kilomikron

Kilomikron merupakan lipoprotein plasma yang mengandung 2% protein, 7% kolesterol dan 8% fosfolipid. Kilomikron memiliki kandungan trigliserol paling banyak yaitu 83%, oleh karena itu kilomikron juga memiliki ukuran paling besar. Kilomikron dapat ditemukan dalam plasma sesaat setelah lemak dalam makanan diabsorpsi. 10 menit setelah mencapai puncak konsentrasi, kadar kilomikron menurun 50%. Pelepasan kilomikron dibantu oleh enzim lipoprotein lipase yang terletak dalam kapiler darah.

b. *Very Low Density Lipoprotein (VLDL)*

*Very Low Density Lipoprotein (VLDL)* merupakan lipoprotein plasma dengan partikel berdiameter 30-50 mikron yang mengandung trigliserida 55%, fosfolipid 20%, kolesterol 18%, dan protein 7%. VLDL merupakan lipoprotein yang memiliki andil besar dalam arteriosklerosis.

c. *Low Density Lipoprotein (LDL)*

*Low Density Lipoprotein (LDL)* berdiameter 20-25 mikron, mengandung trigliserida 10%. LDL memiliki kandungan kolesterol dan ester kolesterol, fosfolipid 30%, dan protein 20%. LDL dikenal sebagai lemak/kolesterol yang jahat.

d. *High Density Lipoprotein (HDL)*

Merupakan salah satu dari tiga komponen lipoprotein, kombinasi lemak dan protein. HDL berdiameter 8-10 mikron, mengandung kadar protein 45%, trigliserida 5%, fosfolipid 30% dan kolesterol 20%. HDL dikenal sebagai lemak/kolesterol yang baik (Jim, 2013).

#### 4. Fungsi Lemak

Menurut Susanto dan Widyaningsih (2004) lemak mempunyai 6 fungsi yaitu penghasil energi, pembangunan/ pembentuk struktur tubuh, protein sparer, penghasil asam lemak essensial, pelarut vitamin, dan fungsi lainnya.

a. Penghasil Energi

Energi yang disumbang oleh lemak adalah 9 kalori, berarti 2,25 kali lebih besar dari karbohidrat dan protein. Energi yang berlebihan tersebut akan disimpan dalam jaringan adiposa sebagai cadangan energi. Bila cadangan lemak melebihi 20% dari berat badan normal, dapat menyebabkan gangguan kesehatan salah satunya obesitas.

b. Pembangunan/ Pembentuk Struktur Tubuh

Cadangan lemak terdapat dibawah kulit dan disekeliling organ tubuh, berfungsi sebagai bantalan pelindung dan penunjang letak organ tubuh.

Lemak dibawah kulit juga berfungsi melindungi kehilangan panas tubuh melalui kulit, sehingga dapat mengatur suhu tubuh.

c. Protein Sparer

Kebutuhan energi tubuh dapat dipenuhi dari karbohidrat, protein dan lemak. Penggunaan protein dapat dihemat agar hanya digunakan sesuai fungsinya sebagai zat pembangun dan memperbaiki jaringan yang rusak.

d. Penghasil Asam Lemak Essensial

Asam lemak esensial adalah asam lemak yang tidak dapat disediakan oleh tubuh sehingga harus tersedia dari makanan yang dikonsumsi.

e. Pelarut Vitamin

Vitamin A, D, E, dan K merupakan vitamin yang larut dalam lemak.

f. Fungsi Lainnya

Fungsi lemak yang lainnya adalah sebagai pelumas diantara persendian, lemak dicerna lebih lama sehingga dapat mengenyangkan, dan sebagai pengemulsi dan rasa yang disukai pada makanan.

## 5. Sumber Lemak

Berdasarkan asalnya, sumber lemak dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Sumber lemak yang berasal dari tumbuhan atau dapat disebut juga dengan lemak Nabati. Bahan-bahan yang didalamnya mempunyai kandungan lemak nabati antara lain: zaitun, kelapa, kemiri, mentega, kacang tanah, kedelai, dan sebagainya.
- b. Sumber lemak yang berasal dari hewan atau dapat disebut juga dengan lemak hewani. Bahan-bahan yang didalamnya mempunyai kandungan lemak hewani antara lain: susu, ikan, daging, keju, telur, dan sebagainya (I Gusti, 2016).

Konsumsi lemak dalam makanan berguna untuk memenuhi kebutuhan energi, membantu penyerapan vitamin A, D, E dan K, dan melindungi organ-organ vital seperti jantung, hati, dan ginjal. Perbanyak konsumsi makanan yang mengandung lemak tidak jenuh seperti alpukat,

kacang-kacangan, biji-bijian, minyak zaitun dan minyak biji bunga matahari sebagai pengganti minyak dan hindari konsumsi lemak jenuh seperti mentega, keju, susu, lemak hewan/gajih, daging olahan, minyak sawit, dan minyak kelapa. Asupan lemak berlebih merupakan salah satu penyebab terjadinya resistensi insulin dan kelebihan berat badan (Suprapti, 2017).

## **D. Serat**

### **1. Pengertian Serat**

Serat adalah bagian makanan yang sulit diserap dan memiliki kandungan gizi yang rendah. Oleh karena itu, serat sering diabaikan dalam pembagian tingkat konsumsi makanan dibandingkan dengan karbohidrat, lemak, dan protein. Meski demikian, serat tetaplah penting bagi kesehatan tubuh manusia (Kusharto, 2006).

Serat yang merupakan bagian dari karbohidrat dapat membuat perasaan kenyang lebih lama dengan cara menahan air dan membentuk cairan kental di saluran pencernaan. Dengan proses pencernaan makanan lambung yang lebih lambat dari biasanya, keinginan tubuh untuk makan berlebihan dapat terhambat. Serat dapat membantu mencegah obesitas. Kandungan serat yang mencukupi dalam tubuh dapat membantu meningkatkan kadar air dan memberikan bentuk ideal pada tinja, serta mengurangi kontraksi usus berlebihan dan mempermudah proses buang air besar. Dengan waktu transit makanan yang lebih singkat dalam usus dari biasanya, risiko karsinogen berkurang, sehingga risiko kanker kolon juga turun. Selain itu, serat juga dapat mengikat kandungan glukosa dan lemak. Sehingga serat memiliki manfaat dalam mencegah Diabetes Mellitus dan menurunkan kadar kolesterol dalam tubuh (Santoso, 2011).

### **2. Klasifikasi Serat**

Serat makanan dibagi menjadi 2 jenis yaitu serat yang tidak larut dalam air dan serat yang larut dalam air.

- a. Serat yang tidak larut dalam air, terdiri dari selulosa, hemilosa, dan lignin. Selulosa dan hemilosa merupakan komponen dinding sel tanaman dan terdapat pada bekatul gandum. Lignin banyak terdapat pada bagian kayu tanaman gandum, apel, dan kubis.
- b. Serat larut dalam air, terdiri dari pektin, gum, dan mucilage. Pektin banyak terdapat pada berbagai kulit tanaman sayur, seperti kulit bawang-bawangan. Gum banyak terdapat pada jenis tanaman kacang-kacangan, seperti kedelai dan buncis. Sementara mucilage atau serat yang terletak di dalam biji tanaman dengan struktur mirip hemilosa, secara umum terdapat dalam lapisan endosperm dari padi-padian, kacang-kacangan, dan biji-bijian.

Serat larut tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia tetapi dapat larut dalam air panas. Sifat tidak dapat dicerna dari serat makanan merangsang lambung agar bekerja lebih lama dalam proses penghancuran serat. Tektur licin serat membuat lambung semakin sulit dalam menghancurkan serat dengan cepat. Keadaan ini mempengaruhi lamanya serat berada di lambung, sehingga mengakibatkan proses pengosongan lambung yang lebih lama. Kondisi ini diduga sebagai penyebab perasaan kenyang yang berlangsung lebih lama.

Gerakan makanan dari lambung ke usus halus melambat karena serat makanan, sehingga makanan akan berada lebih lama di usus halus. Ini berarti lebih banyak kesempatan bagi sel-sel dinding usus untuk menyerap zat-zat gizi penting serta serat makanan punya kesempatan lebih lama menyerap zat-zat merugikan kesehatan. Sumber serat larut termasuk rumput laut, agar-agar, apel, pisang, jeruk, wortel, bekatul, kacang merah, dan buncis. Serat tak larut tidak dapat dicerna dan tidak larut dalam air panas. Serat makanan yang tidak larut ini memiliki manfaat yang lebih banyak ketika berada di dalam usus besar. Kemampuan yang luar biasa dalam menyerap dan mengikat cairan mendominasi serat tak larut untuk membentuk gumpalan-gumpalan. Serat tak larut mendorong sisa makanan untuk membentuk gumpalan yang semakin besar. Gumpalan itu akhirnya

dikeluarkan sebagai tinja melalui anus, memperlancar proses buang air besar (BAB).

### **3. Metabolisme Serat**

Mekanisme serat dalam tubuh tidak bisa tercerna oleh enzim pencernaan baik didalam lambung atau usus kecil sehingga serat langsung masuk menuju usus besar atau kolon. Didalam kolon serat di fermentasi oleh bakteri asam laktat sehingga menjadi residu. Mekanisme serat yang berhubungan dengan glukosa terkait dengan fungsi dan karakteristik sifat serat dalam pencernaan.

Fungsi dan karakteristik serat dapat membantu proses fungsi fisiologis dan jalannya metabolik terutama dalam pengatur efek rasa kenyang dan pengendalian nafsu makan penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 secara baik. Efek fisiologis dan metabolisme tergantung pada jenis serat yang dikonsumsi oleh pasien Diabetes Mellitus, baik itu jenis serat larut air atau tidak larut air sehingga pasien Diabetes Mellitus dianjurkan untuk lebih banyak mengonsumsi serat dalam preskripsi diet yang dilaksanakan (Immawati FR, 2014).

### **4. Fungsi Serat**

Tingkat konsumsi serat dapat menurunkan lebih dari 5% tingkat kolesterol dalam darah. Serat dalam saluran pencernaan dapat mengikat garam empedu yang kemudian akan dikeluarkan bersamaan dengan feses. Peningkatan ekskresi kolesterol dalam feses akan menurunkan jumlah kadar kolesterol yang menuju ke hati yang kemudian meningkatkan pengambilan kolesterol di darah yang akan disintesis untuk menjadi asam empedu (Setyaji, 2011).

Serat makanan sereal pada umumnya menormalkan ekspresi SREBP dan PPAR serta gangguan yang menyertai lainnya seperti obesitas, biomarker inflamasi pada lipotoksisitas hati dan dislipidemia akibat diet tinggi kolesterol. Selain menurunkan kolesterol, serat pangan juga dapat

meningkatkan sensitivitas insulin, merangsang efek hormonal dengan menurunkan sekresi insulin, meningkatkan oksidasi lemak, dan mengurangi penyimpanan lemak karena peningkatan rasa kenyang (Soviana & Maenasari, 2019).

Kandungan serat yang tinggi dalam makanan mengurangi HbA1c dan trigliserida, sambil meningkatkan kadar kolesterol HDL. Meningkatkan konsumsi serat sambil menurunkan konsumsi kalori merupakan strategi yang tepat untuk mengurangi berat badan dan meningkatkan kontrol terhadap kadar glukosa darah (Velázquez-López L, 2016).

Pada orang dengan resistensi insulin, serat pangan dapat meningkatkan sensitivitas insulin perifer melalui *t-chain fatty acid* yang diproduksi dari fermentasi serat dalam tubuh (Johnston KL, 2010). Serat larut akan membentuk gel dalam saluran pencernaan dan mengurangi penyerapan glukosa dan kolesterol di lumen usus. HbA1c terbukti secara signifikan lebih rendah pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 dengan tingkat konsumsi serat tinggi dibandingkan pada pasien dengan tingkat konsumsi serat rendah. Serat di dalam tubuh bersifat hipokolesterolemik dan memiliki efek penurunan kolesterol yang bermanfaat untuk melawan Penyakit Jantung Koroner (PJK) (Laily *et al.*, 2022).

## 5. Sumber Serat

Serat makanan dapat ditemukan dengan mudah. Sayuran dan buah merupakan sumber utama serat makanan. Menurut Agus Maryoto (2008), serat juga dapat ditemukan pada jenis kacang-kacangan dan sereal.

### a. Sereal

Setelah diteliti sereal mengandung serat makanan, baik serat larut maupun serat tidak larut. Sereal berasal dari famili rumput-rumputan (*Gramineae*). Kelompok yang termasuk keluarga rumput-rumputan adalah padi (*Oryza sativa L.*), gandum (*Triticum sp.*), jagung (*Zea mays*), dan sorgum (*Sorghum vulgare L.*).

#### 1) Padi (*Oryza sativa L.*)

Ada dua jenis beras yang dapat ditemukan di pasaran, yaitu beras giling dan beras tumbuk. Beras tumbuk atau beras kulit pecah adalah padi yang digiling sampai caryopsisnya saja. Jadi masih terselimuti kulit ari beras (*Brown rice*). Beras tumbuk bewarna agak kekuning-kuningan dan tidak tahan lama jika disimpan karena masih memiliki kadar air berkisar 14%–15% dan mudah terserang hama saat disimpan di gudang. Beras jenis ini memiliki rasa yang kurang enak jika dibandingkan dengan beras giling namun kaya gizi yang tinggi.

Beras giling adalah beras tumbuk yang telah mengalami penggilingan lebih lanjut sehingga menghasilkan beras yang berwarna putih. Beras giling lebih dipilih masyarakat karena memiliki rasa yang lebih enak dan tahan lama jika disimpan di gudang. Namun, perlu diperhatikan bahwa nilai gizi beras giling akan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan beras yang belum digiling lagi.

## 2) Gandum (*Triticum sp.*)

Berdasarkan kegunaannya gandum dapat dibedakan menjadi gandum keras (*hard wheat*), gandum lunak (*soft wheat*), dan durum. Gandum keras dapat menghasilkan tepung gandum yang kuat daya kembangnya dan baik untuk membuat roti. Gandum lunak cocok untuk membuat kue-kue kering, biskuit, crackers, dan sebagainya yang tidak memerlukan daya kembang tinggi. Gandum durum dibuat menjadi makaroni, spaghetti, dan bakmi.

Gandum sumber protein tinggi dan pati. Namun, didalamnya terdapat kandungan serat yang ditemukan pada aleuron, endosperm, dan tepung hasil ekstraksi gandum. Kadar serat pada bagian aleuron mengandung serat sebesar 2,3 gr. Pada bagian endosperm biji gandum kadar serat yang didapat adalah 2,5 gr. Namun, kadar serat ini menurun pada tepung hasil ekstraksinya yaitu hanya 0,4 gr.

Kandungan serat pada biji gandum yang telah diolah akan menurun. Hal ini terbukti dengan jumlah yang sama ditemukan kandungan serat kasar yang berbeda pada jenis gandum keras dan

gandum lunak. Pada gandum kasar dapat ditemukan serat kasar sebanyak 2,28% dan gandum lunak hanya diperoleh serat kasar sebesar 1,91%. Demikian pula kandungan serat pada roti hasil olahan atau produksi pabrik akan menurun. Pada roti putih dengan berat 20 gr memiliki kandungan serat sebesar 1 gr. Sementara itu, serat kasar pada roti kasar sebesar 3,5 gr.

### 3) Jagung (*Zea mays*)

Saat ini erdapat benih varietas jagung unggul seperti varietas harapan, metro, genjah kretek, genjah kertas bastar kuning, bima, Pandu, Arjuna, dan lain-lain. Pengolahan jagung menjadi tepung dapat menyebabkan menurunnya kadar serat di dalamnya. Ketika mengonsumsi jagung dan supaya kandungan serat tidak hilang, pilihlah jagung yang masih terbungkus kelobot (bungkus jagung).

Kandungan serat pada jagung varietas kuning lebih rendah daripada varietas harapan dan metro. Jagung varietas metro memiliki kandungan serat kasar makanan sebanyak 2,9 gr. Sementara itu, jagung varietas harapan mempunyai kadar serat kasar sebesar 2,6 gr. Jagung varietas kuning hanya memiliki kandungan serat kasar sebanyak 2,2 gr.

### 4) Sorgum (*Sorghum vulgare L.*)

Sorgum di Indonesia, pada umumnya belum dimanfaatkan kegunaannya. Biji sorgum dapat digunakan untuk bahan makanan yang banyak mengandung karbohidrat juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bahan pangan, dan bahan baku minuman. Varietas sorgum hibrida berbiji dua (*twin seed sorgum*) memiliki kandungan serat kasar lebih besar daripada sorgum berbiji tunggal.

Biji sorgum sebelum digiling mempunyai kandungan serat kasar sebesar 2,1%. Kadar serat kasar pada biji sorgum sendiri terdiri dari bagian kulit luar sebesar 8,6%, endosperma 1,3%, dan lembaga 2,6%. Biji sorgum yang telah melalui proses penggilingan akan menghilangkan bagian kulit luar dan sebagian biji lainnya sehingga

kandungan seratnya berkurang menjadi 0,4%. Tekstur sorgum giling lebih kasar dan tidak seputih beras padi. Seperti halnya gandum, setelah mengalami penggilingan menjadi tepung, daya cerna dan nilai rasa sorgum akan meningkat.

#### 5) Kacang-Kacangan

Kacang-kacangan dikenal sebagai sumber protein yang tinggi. Selain sebagai sumber protein, kacang-kacangan juga potensial sebagai sumber mineral, vitamin B, karbohidrat kompleks, dan serat makanan. Kacang-kacangan dapat dikonsumsi melalui perebusan, pengukusan, dan dapat pula disayur. Kacang-kacangan memiliki mutu yang tidak kalah untuk bersaing.

Keistimewaan yang dimiliki kelompok kacang-kacangan yaitu berharga murah, berprotein tinggi dan kaya asam amino lisin, kandungan lemak yang terkandung merupakan lemak tidak jenuh yang umumnya baik untuk kesehatan, tidak mengandung kolesterol, sumber vitamin B yang baik, dan mengandung berbagai mineral seperti kalsium, besi, seng, tembaga, dan magnesium dalam jumlah yang cukup banyak.

Kacang-kacangan dalam bentuk utuh ternyata merupakan sumber serat yang baik. Komposisi jenis serat yang menyusun kacang-kacangan hampir sama antara jenis kacang-kacangan yang satu dengan jenis kacang-kacangan yang lain. Serat makanan yang tinggi berasal dari serat kedelai. Serat kedelai dapat diperoleh dari bungkil kedelai yang telah diambil minyaknya. Jika bungkil tersebut diolah menjadi konsentrat atau isolat protein kedelai, sisanya merupakan serat kedelai. Keunggulan yang dimiliki serat kedelai sebagai berikut:

- a) Menurunkan kadar kolesterol pada penderita kolesterol tinggi (*hiperkolesterolemia*).

- b) Memperbaiki toleransi terhadap glukosa dan respon insulin pada penderita hiperlipidemia (kadar lemak tinggi dalam darah) dan Diabetes Mellitus Tipe 2 .
  - c) Memperbesar bobot dan kadar air tinja sehingga dapat mempercepat pengosongan usus.
  - d) Berdasarkan hasil penelitian klinis, tidak memengaruhi penyerapan mineral atau memengaruhi keseimbangan elektrolit tubuh meskipun mengonsumsi 25–30 gram serat kedelai sehari.
  - e) Serat kedelai mengandung serat larut (*soluble dietary fiber*) dan serat tidak larut (*insoluble dietary fiber*) sehingga bermanfaat lengkap untuk menunjang kesehatan sistem peredaran darah dan pencernaan.
  - f) Serat kedelai mudah diolah menjadi makanan dan tidak menimbulkan perubahan sifat sensori atau organoleptik makanan.
- 6) Sayur-Sayuran

Sayur-sayuran merupakan sumber serat yang utama. Sayuran mudah diperoleh baik di desa maupun di kota. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika sayuran selalu dapat dikonsumsi oleh semua kalangan masyarakat. Kebiasaan mengonsumsi sayuran ternyata bermanfaat bagi tubuh manusia. Sehingga tidak ada salahnya jika kita mengonsumsi sayur-sayuran setiap hari.

Beberapa zat gizi yang terkandung di dalam sayuran tersebut sehingga berat sayuran menjadi lebih kecil berdasarkan berat keringnya. Selain itu, pemasakan dapat menyebabkan adanya reaksi pencokelatan yang dalam analisis gizi disebut sebagai serat makanan. Oleh karena itu, melalui proses pemasakan dapat meningkatkan kadar serat makanan dalam sayuran tersebut. Berikut adalah contoh sayuran yang mengandung tinggi serat:

Jenis Sayuran	Kandungan Serat
Bayam	3,28%
Rebung	2,56%
Kecambah kedelai	1,27%
Brokoli	2,63%
Ketimun	0,61%
Sawi	1,01%
Daun kelor	4,53%
Daun talas	2,58%
Biji kecipir	2,94%
Kacang panjang	3,34%
Pare	2,59%

Tabel 2. Contoh Sayuran Yang Mengandung Tinggi Serat

## 7) Buah-Buahan

Seperti halnya sayuran, buah-buahan merupakan sumber serat makanan. Buah-buahan dapat dikonsumsi dalam bentuk buah segar maupun olahan seperti jus dan salad buah, atau dapat pula dihidangkan bersamaan dengan sayuran.

Konsumsi buah segar dapat dilakukan pada saat perut masih kosong serta tidak bersamaan dengan makanan lain dengan alasan agar penyerapan zat gizi dan non gizi yang terkandung di dalam buah tersebut dapat diserap dengan sempurna oleh tubuh tanpa harus terhambat pengaruh bahan makanan lain.

Menurut pakar kesehatan, buah yang dihidangkan dalam bentuk sari makanan (jus buah) lebih mudah diserap dan dicerna oleh tubuh. Selain itu, waktu yang dibutuhkan relatif singkat. Sementara itu, buah segar atau makanan keras memerlukan waktu lebih lama untuk dicerna dan diserap ke dalam sel-sel tubuh. Namun, perlu diperhatikan dalam proses membuat jus (sari buah) tersebut. Agar kandungan serat dalam buah tidak berkurang usahakan kulit buah pada buah tertentu ikut serta di dalamnya. Contoh buah yang mengandung tinggi serat antara lain sebagai berikut:

<b>Jenis Buah</b>	<b>Kandungan Serat (gram)</b>
Jambu biji	5,60
Sirsak	2,00
Jeruk sitrun	2,00
Anggur	1,70
Alpukat	1,40
Belimbing	0,90
Apel	0,70
Pepaya	0,70
Semangka	0,50
Pisang	0,60

Tabel 3. Contoh Buah Yang Mengandung Tinggi Serat

## **E. Kadar Glukosa Darah Puasa**

### **1. Pengertian Glukosa Darah Puasa**

Kadar gula darah puasa merupakan kadar glukosa darah yang diukur setelah puasa selama 8 sampai 12 jam. Kadar gula darah ini menggambarkan level glukosa yang diproduksi oleh hati. Nilai normalnya  $\leq 100$  mg/dL, preDiabetes Mellitus Tipe 2 100-125 mg/dL, dan glukosa darah puasa  $\geq 126$  mg/dl dapat dikategorikan Diabetes Mellitus Tipe 2 (Soegondo, 2009).

Glukosa darah adalah parameter untuk mengetahui penyakit diabetes melitus yang dahulunya dilakukan terhadap darah lengkap. Karena eritrosit memiliki kadar protein yaitu hemoglobin yang lebih tinggi sehingga bila dibandingkan dengan darah lengkap serum lebih banyak glukosa (Martsiningsih & Gabrel, 2016).

### **2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Gula Darah Puasa**

#### **a. Usia**

Usia merupakan salah satu faktor yang tidak dapat diubah yang berpengaruh terhadap peningkatan kadar glukosa darah. Setiap bertambahnya umur satu tahun, mengakibatkan berkurangnya fungsi organ tubuh sehingga menyebabkan gangguan fungsi pankreas dan kerja

dari insulin sehingga seorang yang berumur  $\geq 45$  tahun memiliki peningkatan risiko terjadinya Diabetes Mellitus Tipe 2 (*Perkeni, 2021*).

b. Olahraga

Olahraga adalah jenis latihan fisik (jasmani) melalui gerakan-gerakan anggota tubuh atau gerakan secara keseluruhan. Aktivitas fisik dapat mengontrol gula darah. Glukosa akan diubah menjadi energi pada saat beraktivitas fisik. Aktivitas fisik mengakibatkan insulin semakin meningkat sehingga kadar gula dalam darah akan terkontrol (*Soegondo, 2009*). Pada orang yang jarang berolahraga, zat makanan yang masuk ke dalam tubuh tidak dibakar tetapi ditimbun dalam tubuh sebagai lemak dan gula. Jika insulin tidak mencukupi untuk mengubah glukosa menjadi energi maka akan timbul diabetes mellitus tipe 2 (*Suyono, 2013*).

c. Obesitas

Tingkat konsumsi makanan terutama melalui makanan berenergi tinggi atau kaya karbohidrat dan serat yang rendah dapat mengganggu stimulasi sel-sel beta pankreas dalam memproduksi insulin. Obesitas artinya berat badan yang berlebih minimal sebanyak 20% dari berat badan normal dengan indeks masa tubuh  $>25\text{kg/m}^2$  (*Soegondo, 2011*). Obesitas menyebabkan kerja pankreas akan lebih keras untuk menormalkan kadar gula dalam darah, mengakibatkan sel beta pankreas akan mengalami kelelahan dan tidak mampu menghasilkan insulin secara maksimal, sehingga kadar glukosa darah akan meningkat (*Suastika, 2011*).

d. Cemas

Kecemasan merupakan gangguan alam perasaan yang ditandai dengan kekhawatiran yang mendalam dan berkelanjutan, tetapi belum mengalami gangguan dalam menilai realitas, kepribadian masih tetap utuh, perilaku dapat terganggu tetapi masih dalam batas-batas normal. Respon fisiologis terhadap cemas dapat mempengaruhi aksi hipotalamus hipofisis, sehingga dapat mempengaruhi fungsi endokrin terhadap fungsi insulin, serta dapat merangsang glukoneogenesis dan menghambat

penyerapan glukosa sehingga akan terjadi peningkatan glukosa darah. Semakin tinggi kecemasan yang dialami, maka semakin tinggi kadar glukosa darah (Sherwood, 2012)

### 3. Pengukuran Kadar Gula Darah Puasa

Hasil pengobatan DM tipe 2 harus dipantau secara terencana dengan melakukan anamnesis, pemeriksaan jasmani, dan pemeriksaan penunjang. Tujuan pemeriksaan glukosa darah adalah mengetahui apakah sasaran terapi telah tercapai, dan melakukan penyesuaian dosis obat bila belum tercapai sasaran terapi (Perkeni, 2021).

Pemeriksaan glukosa darah secara klinis menggunakan enzim glukosa oksidase. Gula adalah senyawa pereduksi yang memberikan ion H<sup>+</sup>. Identifikasi glukosa darah umumnya dilakukan dengan larutan yang memiliki sifat reduksi, seperti larutan Benedict. Dasar pemeriksaan dengan Benedict adalah seperti berikut: Dalam suasana alkali (dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), karbohidrat/glukosa dapat berubah menjadi bentuk enol yang reaktif. Enol reaktif mengurangi ion Cu<sup>++</sup> menjadi ion Cu<sup>+</sup> dari CuSO<sub>4</sub>. Natrium sitrat mencegah endapan CuO(OH)<sub>2</sub>. Dengan pemanasan, Cu<sub>2</sub>O yang berwarna merah bata akan terbentuk. Warna merah bata menunjukkan keberadaan glukosa secara kualitatif. Para ahli telah mengembangkan berbagai metode pemeriksaan gula darah secara kuantitatif. Salah satu model pemeriksaan praktis yang memiliki tingkat akurasi tinggi adalah menggunakan *Blood Glucose Test Meter GlucoDr*.

Dasar pemeriksaan adalah dengan menggunakan 2,5-4 mikroliter darah kapiler yang direaksikan dengan reagen yang terdapat pada Check Strip. Periksa Strip, lalu masukkan ke dalam *Blood Glucose Test Meter GlucoDr* untuk mendapatkan pembacaan digital. Alat ini dapat membaca kadar gula darah antara 20 hingga 600 mg/dL.

Pemeriksaan kadar glukosa darah dapat menggunakan darah lengkap seperti serum atau plasma. Serum lebih banyak mengandung air dari pada darah lengkap, sehingga serum berisi lebih banyak glukosa dari

pada darah lengkap. Kadar glukosa darah dapat ditentukan dengan berbagai metode berdasarkan sifat glukosa yang dapat mereduksi ion-ion logam tertentu, atau dengan pengaruh enzim khusus untuk menghasilkan glukosa, yaitu enzim glukosa oksidase. Enzim glukosa oksidase merupakan senyawa yang mengubah glukosa menjadi asam glukonat (Martsiningsih & Gabrela, 2016).

## **F. Hasil Penelitian Terdahulu**

### **1. Jurnal Penelitian Hubungan Karbohidrat dengan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2**

Asupan makan karbohidrat merupakan salah satu faktor risiko yang diketahui dapat menyebabkan Diabetes Mellitus Tipe 2. Konsumsi karbohidrat yang berlebih menyebabkan lebihnya glukosa didalam tubuh. Pada penderita diabetes jaringan tubuh tidak mampu menyimpan dan menggunakan gula, sehingga kadar glukosa darah dipengaruhi oleh tingginya asupan karbohidrat yang dikonsumsi. Pada penderita Diabetes dengan asupan karbohidrat yang tinggi melebihi kebutuhan, memiliki risiko 12 kali lebih besar untuk tidak dapat mengendalikan kadar glukosa darah. (Paruntu, 2012 dalam Linder M.C, 1992 dalam H. A. Putri, 2019).

Pengurangan konsumsi karbohidrat dapat meningkatkan sensitivitas insulin pada individu sehat dan penurunan kadar glukosa darah puasa pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 (Immawati & Wirawanni, 2014). Semakin tinggi asupan karbohidrat maka semakin tinggi kadar glukosa darah. Karbohidrat akan dipecah dan diserap dalam bentuk glukosa. Sekresi insulin yang tidak mencukupi dan resistensi insulin yang terjadi pada penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 menyebabkan terhambatnya proses penggunaan glukosa oleh jaringan. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan glukosa di dalam aliran darah (Fitri dkk., 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh E. Edy (2017) di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta, dari 56 sampel yang diteliti didapatkan bahwa hasil perhitungan dari statistik yang menggunakan uji

*Pearson* diperoleh p-value 0,040 ( $p < 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara karbohidrat dengan nilai kadar glukosa darah pada pasien Diabetes di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta. Berdasarkan hasil *food recall 24 hours* pada penelitian ini banyak pasien Diabetes mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat seperti kentang rebus, umbi-umbian, jagung rebus, dan jajanan pasar. Konsumsi karbohidrat yang tinggi dapat menyebabkan ketidakstabilan kadar glukosa darah dalam tubuh. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa persentase karbohidrat yang dikonsumsi oleh pasien Diabetes di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta rata-rata pada 240,41 gr. Pada penelitian ini dilihat dari nilai rata-rata banyak responden yang memiliki kadar glukosa di atas batas normal, hal ini disebabkan karena asupan makan yang tidak dikontrol.

Penelitian yang dilakukan oleh Sandra H & Isnawati (2015) di RSUD Salatiga, mengatakan bahwa terdapat hubungan yang kuat dan bermakna antara tingkat asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah sewaktu ( $r=0,771$ ;  $p=0,000$ ). Setiap kenaikan asupan 1 gram karbohidrat dari asupan yang seharusnya dapat menaikkan kadar glukosa darah sebesar 2,75 mg/dl dan kenaikan ini bermakna secara signifikan ( $p=0,000$ ). Asupan karbohidrat menggunakan pengamatan sisa makanan (*Comstock*) yang dilakukan selama 1 hari. Rata-rata tingkat asupan karbohidrat subjek penelitian sebesar 95,7% (terpenuhi baik dari kebutuhan total). Tingkat asupan karbohidrat terendah adalah 70% dan asupan karbohidrat tertinggi adalah 122%. Tingginya tingkat asupan karbohidrat disebabkan karena subjek penelitian mengonsumsi lebih banyak jenis karbohidrat dibandingkan dengan zat gizi lain seperti jenis protein atau lemak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Amanina (2015) di Puskesmas Purwosari, berdasarkan hasil perhitungan dengan uji *Chi Square* menunjukkan bahwa ada hubungan antara asupan karbohidrat dengan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 (nilai  $p=0,004$ ). Nilai OR-3,857 (95% CI=1,526-9,750), sehingga dapat disimpulkan bahwa seseorang yang

asupan karbohidratnya tinggi berisiko sebesar 3,85 kali lebih tinggi untuk mengalami kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2. Asupan karbohidrat di wilayah kerja Puskesmas Purwosari rata-rata untuk kelompok kasus sebesar 69.07%, melebihi AKG yaitu 45-65% per hari, untuk kelompok kontrol rata-rata asupan karbohidrat yaitu 64.7%, hal ini sesuai dengan anjuran AKG. Pada penelitian ini mekanisme hubungan asupan karbohidrat dengan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 dimana karbohidrat akan dipecah dan diserap dalam bentuk monosakarida, terutama gula. Penyerapan gula menyebabkan peningkatan kadar gula darah dan meningkatkan sekresi insulin.

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, 3 penelitian tersebut menyatakan bahwa terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah. Pada ketiga penelitian tersebut menggunakan metode yang berbeda, 2 penelitian menggunakan metode *cross sectional* dan 1 penelitian menggunakan metode *case control*. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data asupan karbohidrat pada responden berbeda-beda ada yang menggunakan *food recall* 24 jam ada pula yang menggunakan pengamatan sisa makanan (*Comstock*).

## **2. Jurnal Penelitian Hubungan Lemak dengan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2**

Pada penelitian yang dilakukan oleh E. Edy (2017) di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta, dari 56 sampel yang diteliti menunjukkan bahwa hasil perhitungan dari statistik yang menggunakan uji *Pearson* diperoleh *p-value* 0,044 ( $p < 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara lemak dengan nilai kadar glukosa darah pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di RSUD Panembahan Senopati Bantul Yogyakarta. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa persentase lemak yang dikonsumsi oleh pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 rata-rata pada 25,02 g, pada penelitian ini dilihat dari nilai rata-rata banyak responden yang memiliki kadar glukosa di atas batas normal, hal ini disebabkan karena

asupan makan yang tidak dikontrol. Data asupan lemak dalam penelitian ini menggunakan *food recall* 24 jam.

Penelitian yang dilakukan oleh Sami *et al.*, (2017) menyatakan bahwa banyak dari studi prospektif telah menenuukan hubungan antara asupan lemak dengan risiko pengembangan Diabetes Mellitus Tipe 2. Panelitian ini menggunakan penelitian prospektif dengan seribu orang non Diabetes Mellitus Tipe 2 dari populasi berisiko tinggi orang Indian Pima. Dalam sebuah studi Diabetes Mellitus Tipe 2 yang dilakukan dari seribu subjek tanpa diagnosis Diabetes Mellitus Tipe 2 secara prospektif diselidiki selama 4 tahun. Dalam studi itu, para peneliti menemukan hubungan antara asupan lemak, Diabetes Mellitus Tipe 2 dan gangguan toleransi glukosa.

Pada kedua penelitian tersebut memujukkan metode penelitian yang digunakan berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh E. Edy (2017) dari Indonesia menggunakan studi *cross sectional*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Sami *et al.*, (2017) menggunakan studi *kohort prospektif* dan untuk mengukur asupan lemak pada responden ada yang menggunakan *food recall* 24 jam dan *comstock* (sisa makanan).

Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mulyani (2015) di Puskesmas Rawat Inap Kensiling Kota Bandar Lampung, dari 66 sampel yang diteliti, didapatkan hasil bahwa 18 responden dengan asupan lemak tidak baik sebanyak 11 responden (61,1%) memiliki kadar glukosa darah sewaktu tinggi, sedangkan 48 responden dengan asupan lemak baik sebanyak 27 responden (56,3%) memiliki kadar glukosa darah sewaktu yang tinggi. Hasil uji statistik didapatkan *p-value* sebesar 0,939, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan lemak dengan kadar glukosa darah sewaktu pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di Puskesmas Rawat Inap Kemiling Kota Bandar Lampung Berdasarkan hasil *recall* 24 jam terhadap makanan yang dikonsumsi responden sebagian besar asupan lemaknya sesuai dengan kebutuhan yaitu 25% dari total energi. Hal ini berarti asupan lemak responden masih dalam batas normal dan dikatakan baik.

Hasil penelitian ini juga di dukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Guasch, M, *et al.* (2017) di Spanyol yang merupakan analisis kohort prospektif dari 3349 orang yang bebas Diabetes Mellitus Tipe 2 pada awal tetapi berisiko tinggi kardiovaskular dan didapatkan bahwa tidak ada hubungan signifikan antara asupan lemak dengan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2. Asupan lemak total yang tinggi tidak terkait dengan risiko Diabetes Mellitus Tipe 2.

Tidak ada hubungan signifikan yang ditemukan untuk asupan lemak total dan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 yang diperbarui dalam model multivariabel yang disesuaikan dengan faktor risiko penyakit kardiovaskular dan faktor makanan. Asupan makanan dari keempat penelitian mengenai hubungan asupan lemak dengan kadar glukosa darah dan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 dapat disimpulkan bahwa 3 penelitian menyatakan terdapat hubungan antara asupan lemak dengan kadar glukosa darah dan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 penelitian lainnya menyatakan tidak terdapat hubungan antara asupan lemak dengan kadar glukosa darah dan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2.

Pasien yang banyak mengonsumsi asupan makanan yang mengandung lemak berlebih, akan berisiko 5 kali lebih besar untuk tidak mampu mengendalikan kadar glukosa darah (Parustu, 2012 dalam E. Edy, 2017). Asupan lemak berlebihan bisa menyebabkan kenaikan kadar lemak dalam darah yang merupakan salah satu faktor terjadinya penyakit Diabetes Mellitus Tipe 2. Konsumsi makanan yang mengandung lemak adalah satu penyebab meningkatnya kadar kolesterol darah. Dalam pedoman umum gizi seimbang disebutkan bahwa asupan lemak normal antara 20-25% dari total energi (Septianggi & Mulyati, 2013).

Menurut Kamandana (2009) dalam A. E. Putri, dkk (2017) menyatakan bahwa tingginya asupan lemak tidak mempengaruhi kadar gula darah tapi dapat menyebabkan adanya penyumbatan pembuluh darah koroner, dengan salah satu faktor risiko utamanya adalah dislipidemia yang merupakan pemicu kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Syahda (2019) menunjukkan bahwa adanya hubungan yang kuat antara asupan lemak dengan kadar glukosa darah dan hubungan antara kedua variabel tersebut bersifat positif yang berarti semakin meningkatnya asupan lemak maka akan meningkat pula kadar glukosa darah. Diperkirakan 80-90% individu dengan Diabetes Mellitus Tipe 2 adalah obesitas. Cadangan lemak yang berlebihan pada orang yang mengalami obesitas dapat mengganggu kemampuan tubuh menggunakan insulin sehingga memungkinkan terjadinya resistensi insulin. Resistensi insulin mengakibatkan penyerapan glukosa kedalam sel terganggu sehingga akan menyebabkan bertambah tingginya kadar glukosa darah. Kelebihan lemak tubuh dapat memicu terjadinya penyakit Diabetes Mellitus dan dislipidemia. Peningkatan lemak tubuh pada masa dewasa sebagian besar merupakan hasil dari gaya hidup modern yaitu, karena kurang olahraga, kelebihan gizi, dan dapat bervariasi secara substansial. Peningkatan ini tergantung dari usia dan lemak tubuh.

Penelitian Rini, S., & Wahyuni (2012) menyebutkan bahwa lemak yang berlebih pada tubuh lebih rentan terkena Diabetes Mellitus Tipe 2 yang tidak ketergantungan terhadap insulin, ketika lemak diolah untuk memperoleh energi kadar asam lemak didalam darah akan meningkat, tingginya asam lemak didalam darah akan menyebabkan peningkatan resistensi terhadap insulin.

### **3. Jurnal Penelitian Hubungan Serat dengan Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2**

Penelitian yang dilakukan oleh Mulyani (2015) di Puskesmas Rawat Inap Kemiling Kota Bandar Lampung, dari 66 sampel yang diteliti menunjukkan bahwa 59 responden dengan asupan serat tidak cukup sebanyak 38 responden (64,4%) memiliki kadar glukosa darah sewaktu tinggi, sedangkan 7 responden dengan asupan cukup yang memiliki kadar glukosa darah sewaktu yang tinggi sebanyak 0%. Berdasarkan hasil *recall* 24 jam diperoleh hasil bahwa dari 66 responden penderita Diabetes Mellitus

Tipe 2, sebagian besar asupan seratnya tidak cukup yaitu sebanyak 59 orang atau 89,4% dan asupan serat seluruh responden yaitu 13,46 gram. Dari hasil analisis asupan serat responden yang tidak cukup rata-rata hanya 9,58 gram/hari. Dilihat dari jenis bahan makanannya, responden sebagian besar tidak mengonsumsi buah selain itu juga disebabkan karena responden mengonsumsi sayuran dalam jumlah yang sedikit. Hasil uji statistik didapatkan *p-value* sebesar 0,004, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara asupan serat dengan kadar glukosa darah pada responden Diabetes Mellitus Tipe 2 di Puskesmas Rawat Inap Kemiling Kota Bandar Lampung. Dari hasil tersebut, responden dengan asupan serat tidak cukup memiliki kadar glukosa darah yang tinggi.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Erin L. Walsh, dkk (2017) di Australia dari sejumlah studi *cross-sectional* dan *longitudinal* yang telah menganalisis pola diet Prudent (mengonsumsi makanan sumber serat seperti buah segar, sayuran dan salad) dikaitkan dengan glukosa darah puasa yang lebih rendah dan insiden Diabetes Mellitus Tipe 2 yang lebih rendah. *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Food Frequency Questionnaire* digunakan untuk mengukur asupan makanan dan divalidasi untuk digunakan dalam populasi Australia. Ukuran tersebut termasuk jenis makanan, ukuran porsi, metode memasak, dan kebiasaan makan umum. Dari total 188 bahan makanan yang dikonsumsi diekstraksi dari *Food Frequency Questionnaire*. Skor untuk pola diet Prudent dihitung dari *Food Frequency Questionnaire*. Untuk kadar glukosa darah dalam penelitian ini diukur dari sampel darah vena kisaran metabolisme glukosa normal (konsentrasi glukosa darah puasa <5,6 mmol/L) kadar glukosa darah yang tinggi merupakan faktor risiko utama untuk timbulnya Diabetes Mellitus Tipe 2.

Bukti keseluruhan menunjukkan bahwa asupan serat total dan sereal berbanding terbalik dengan risiko Diabetes Mellitus Tipe 2. Untuk penelitian ini, menggunakan pengukuran total serat makanan dan serat dari

sereal Asupan serat makanan, terutama yang berasal dari sereal, telah berbanding terbalik dengan risiko Diabetes Mellitus Tipe 2, seperti yang telah dirangkum dalam meta-analisis studi kohort yang dilakukan oleh Schulze bahwa asupan serat sereal yang lebih tinggi dikaitkan dengan risiko Diabetes Mellitus Tipe 2 33% lebih rendah dibandingkan dengan asupan serat yang rendah.

Peneliti menemukan bahwa 1 jurnal penelitian dari Indonesia memperoleh data asupan pada responden yaitu dengan menghitung asupan total dari seluruh bahan makanan yang dikonsumsi oleh responden, kemudian jurnal penelitian dari Australia tidak terlalu spesifik membahas tentang asupan serat pada responden, karena pada penelitian ini lebih umum menyelidiki hubungan antara pola makan responden dengan glukosa darah.

Dari penelitian mengenai hubungan serat dengan kadar glukosa darah dan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara asupan serat dengan kadar glukosa darah dan dengan kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2. Semakin rendah asupan serat menyebabkan semakin tingginya kadar glukosa darah (Bintanah, dkk, 2012 dalam Mulyani, 2015).

Teori menyatakan bahwa konsumsi sayuran yang banyak mengandung serat mampu menurunkan resistensi insulin dalam tubuh (Fatimah, 2015). Makanan tinggi serat memiliki kadar indeks glikemik yang rendah dimana makanan yang memiliki indeks glikemik rendah jika dikonsumsi dalam jangka panjang dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Ayu & Surahman, 2022). Konsumsi serat yang cukup dapat memberikan efek yang positif pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2. Serat makanan dapat memperlambat proses pengosongan lambung dan penyerapan glukosa oleh usus halus (Fitri R. I & Wirawanni, 2014).