

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes

1. Pengertian Diabetes

Diabetes tipe 2, yang umumnya menyerang orang dewasa, merupakan jenis diabetes yang paling umum. Penyakit ini adalah gangguan metabolisme kronis yang ditandai dengan tingginya kadar glukosa (atau gula) dalam darah, yang seiring berjalannya waktu dapat berdampak serius terhadap jantung, pembuluh darah, mata, ginjal, dan saraf. Penyakit ini muncul ketika tubuh berhenti memproduksi insulin dalam jumlah yang memadai atau mengalami resistensi terhadap insulin tersebut. Prevalensi diabetes tipe 2 telah meningkat secara signifikan selama tiga puluh tahun terakhir di berbagai negara dengan tingkat pendapatan yang beragam. Pada penderita diabetes tipe 1 sebuah Penderita disfungsi pankreas kronis hanya memproduksi sedikit atau bahkan tidak memproduksi insulin sama sekali. Sebelumnya, penyakit ini disebut sebagai diabetes juvenil atau diabetes yang bergantung pada insulin.

Hiperglikemia persisten yang disebabkan oleh metabolisme protein yang buruk merupakan ciri khas diabetes, penyakit metabolik yang kompleks dan berjangka panjang, lemak, dan karbohidrat. Hiperglikemia yang persisten dikaitkan dengan konsekuensi negatif jangka panjang, gangguan fungsi, serta kegagalan organ, termasuk mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah (Semarang, 2013).

Diabetes melitus merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia akibat gangguan pada aktivitas insulin, sekresi insulin, atau keduanya. Hiperglikemia kronis pada penderita diabetes dikaitkan dengan kerusakan jangka panjang, disfungsi, serta kegagalan fungsi berbagai organ, termasuk mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah (Diabetes *et al.*, 2009).

Akses terhadap terapi dengan harga terjangkau, khususnya insulin, sangat penting bagi kelangsungan hidup penyandang diabetes. Target global telah ditetapkan untuk menghentikan peningkatan angka obesitas dan Diabetes akan

menjadi masalah besar pada tahun 2025. Lebih dari 830 juta orang di seluruh dunia menderita diabetes, dan sebagian besar dari mereka tinggal di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah. Lebih dari 50% penderita diabetes tidak mendapatkan perawatan yang memadai. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa dalam beberapa dekade terakhir, jumlah penderita diabetes maupun jumlah kasus yang tidak ditangani telah meningkat.

2. Jenis -Jenis Diabetes Melitus

a. Diabetes melitus (DM) tipe 1

Defisiensi insulin absolut yang disebabkan oleh hilangnya atau rusaknya sel beta pankreas merupakan salah satu dampak diabetes melitus (DM). Faktor-faktor idiopatik dan proses autoimun berperan dalam hal ini termasuk di antara penyebab kerusakan sel beta tersebut (Ougwu dkk., 2013). Pada diabetes tipe 1, mekanisme autoimun menghancurkan sel beta pankreas, sehingga tubuh tidak dapat memproduksi insulin. Hiperglikemia saat puasa disebabkan oleh produksi glukosa hati yang tidak terkendali. Hiperglikemia pascamakan (setelah makan) disebabkan oleh glukosa dari makanan yang tidak dapat disimpan di hati dan justru tetap berada dalam aliran darah. Ginjal tidak mampu menyerap kembali seluruh glukosa yang telah disaring ketika kadar glukosa darah melampaui ambang batas tertentu. Glikosuria adalah istilah untuk kondisi adanya glukosa di dalam urine. Diuresis osmotik adalah istilah untuk hilangnya cairan dan hilangnya elektrolit secara signifikan, yang terjadi ketika urine mengandung banyak glukosa. Rasa haus, polidipsia, atau sering buang air kecil dapat timbul akibat hilangnya cairan dalam jumlah besar tersebut.

b. Diabetes melitus (DM) tipe 2

Diabetes tipe 2 diketahui terutama disebabkan oleh resistensi insulin. Ketika insulin tidak bekerja secara optimal, kadar gula darah akan meningkat, meskipun tersedia dalam jumlah yang memadai. Pasien diabetes tipe 2 juga dapat mengalami insufisiensi insulin relatif, yang kemungkinan besar akan berkembang menjadi kekurangan insulin absolut.

c. Diabetes melitus Gestasional

Kondisi toleransi glukosa yang dikenal sebagai Diabetes melitus gestasional (GDM) biasanya pertama kali muncul pada trimester kedua atau ketiga kehamilan. GDM dapat meningkatkan risiko berbagai masalah kehamilan seperti preeklamsia, bayi berukuran sangat besar (makrosomia), dan persalinan melalui operasi caesar, meskipun kondisi ini umumnya bersifat sementara dan akan hilang setelah melahirkan. Selain itu, Di kemudian hari, para ibu lebih berisiko terkena diabetes tipe 2 yang pernah mengalami diabetes melitus gestasional (GDM). Perubahan hormonal selama kehamilan yang menyebabkan resistensi insulin berkaitan dengan proses yang mendasari diabetes melitus gestasional (GDM). Deteksi dini dan pengelolaan DMG melalui pemantauan gula darah dan Untuk menghindari dampak berbahaya baik bagi ibu maupun janin, pengaturan pola makan sangatlah penting (ADA, 2023, KEMENKES RI, 2022).

1. Mekanisme Patofisiologis Diabetes Melitus

a. Mekanisme Patofisiologis Diabetes Melitus Tipe 1

Pada diabetes tipe 1, proses autoimun merusak sel beta pankreas sehingga tubuh tidak dapat memproduksi insulin. Produksi glukosa oleh hati yang tidak terkendali menjadi penyebab hiperglikemia saat puasa. Di sisi lain, hiperglikemia pascamakan (setelah makan) terjadi akibat ketidakmampuan hati untuk menyimpan glukosa yang berasal dari makanan, sehingga glukosa tersebut tetap berada dalam aliran darah. Ginjal tidak mampu menyerap kembali seluruh glukosa yang telah disaring ketika kadar glukosa darah melampaui ambang batas tertentu, akibatnya, glukosa keluar bersama urine. Diuresis osmotik adalah istilah untuk hilangnya cairan dan elektrolit secara berlebihan yang terjadi ketika glukosa dalam jumlah besar dikeluarkan melalui urine. Peningkatan frekuensi buang air kecil (poliuria) dan rasa haus (polidipsia) dapat terjadi akibat hilangnya cairan dalam jumlah besar seperti ini.

b. Mekanisme Patofisiologis Diabetes Melitus Tipe 2

Menurunnya sensitivitas insulin akibat resistensi insulin, berkurangnya produksi insulin, dan pada akhirnya kematian sel beta pankreas merupakan ciri khas diabetes tipe 2. Kondisi ini menyulitkan glukosa untuk masuk ke dalam sel hati, otot, dan lemak. Hiperglikemia disertai dengan peningkatan pemecahan

lemak. Etiologi diabetes tipe 2 belakangan ini juga dikaitkan dengan gangguan aktivitas sel alfa. Disfungsi ini menyebabkan asupan makanan tidak mampu menekan kadar glukagon dan glukosa hati yang tinggi sebagaimana yang teramati saat kondisi puasa. Jika kadar insulin tidak memadai dan resistensi insulin meningkat, terjadilah hiperglikemia. Incretin merupakan mediator penting dalam pelepasan insulin, dan dalam kasus GLP-1, mediator penting dalam penekanan glukagon. Pasien diabetes tipe 2 mengalami penurunan aktivitas GIP, namun kerja insulinotropik GLP-1 tidak terpengaruh, sehingga GLP-1 merupakan pilihan terapi yang berpotensi bermanfaat.³⁰ Akan tetapi, seperti GIP, GLP-1 dengan cepat dinonaktifkan oleh DPP-IV secara *in vivo*. Mengingat bahwa sebagian besar penderita diabetes tipe 2 mengalami obesitas dan memiliki akumulasi lemak visceral sentral, jaringan adiposa memegang peranan penting dalam perkembangan penyakit ini. Meskipun hipotesis portal/viseral yang menyoroti pentingnya peningkatan konsentrasi asam lemak non-esterifikasi merupakan teori yang paling luas diterima dalam menjelaskan hubungan ini, Sindrom penyimpanan lemak ektopik yaitu penumpukan trigliserida di dalam sel-sel otot, hati, dan pankreas menjadi topik bagi dua teori terkini. Secara keseluruhan, hipotesis-hipotesis ini memberikan kerangka kerja untuk menganalisis bagaimana Pada diabetes tipe 2, kegagalan sel beta dan resistensi insulin saling berinteraksi, serta bagaimana lingkungan yang memicu obesitas memengaruhi kemungkinan seseorang menderita kondisi tersebut dalam sepuluh tahun mendatang.

2. Etiologi Diabetes Melitus

Diabetes disebabkan oleh kombinasi faktor lingkungan dan genetik. Masalah pada kerja atau sekresi insulin, penyakit metabolik yang memengaruhi sekresi insulin, kelainan mitokondria, serta gangguan lain yang mengubah toleransi glukosa merupakan variabel etiologis tambahan. Ketika sebagian besar pulau pankreas mengalami kerusakan, gangguan pankreas eksokrin dapat menyebabkan diabetes melitus. Diabetes juga dapat dipicu oleh hormon yang berfungsi sebagai antagonis insulin.

Resistensi insulin pada otot awalnya dikaitkan dengan diabetes tipe 1. Kondisi lain yang terkait meliputi kehamilan, diabetes gestasional, sindrom ovarium

polikistik, autoantibodi terhadap reseptor insulin, mutasi reseptor insulin, mutasi genetik penyebab obesitas (seperti mutasi reseptor melanokortin), kelebihan hormon pertumbuhan (seperti pada akromegali), kelebihan glukokortikoid (seperti pada sindrom Cushing atau terapi steroid), dan lipodistrofi (baik yang didapat maupun genetik, serta kondisi yang terkait dengan penumpukan lemak di hati).

3. Jenis Gula Darah

a. GDP (Gula Darah Puasa)

Tes glukosa darah yang dikenal sebagai “glukosa puasa” dilakukan terhadap individu yang telah berpuasa selama sepuluh hingga dua belas jam. Sampel glukosa puasa sebaiknya digunakan untuk pengukuran rutin karena kadar glukosa ini mencerminkan kondisi umum keseimbangan glukosa, atau keseimbangan glukosa. 70–110 mg/dL adalah kisaran umum untuk kadar glukosa puasa (Alydrus and Fauzan, 2022).

Kadar glukosa darah yang diukur setelah berpuasa selama delapan hingga dua belas jam dikenal sebagai kadar glukosa darah puasa. Pengukuran ini menunjukkan seberapa banyak glukosa yang diproduksi oleh hati. Kadar glukosa darah puasa yang melebihi 126 mg/dL dikategorikan sebagai diabetes, kisaran normalnya adalah di bawah 100 mg/dL, sedangkan kategori prediabetes berada di antara 100 hingga 125 mg/dL. Tes glukosa darah puasa dilakukan setelah pasien menjalani puasa selama delapan hingga dua belas jam sebelum pemeriksaan. Setelah masa puasa delapan hingga dua belas jam tersebut (di mana tidak ada makanan atau cairan selain air putih yang dikonsumsi), Kadar glukosa darah saat berpuasa dapat diukur. Tes glukosa darah puasa menentukan jumlah glukosa yang dihasilkan oleh hati dengan mengukur kadar gula darah setelah seseorang berpuasa selama 8–12 jam (Dr. Vladimir, 1967)

b. GD2PP (Gula Darah 2 jam Postprandial)

Dalam tes glukosa pascaprandial 2 jam, sampel darah diambil dua jam setelah makan atau setelah pemberian glukosa. Tes ini biasanya digunakan untuk mengevaluasi respons metabolik terhadap asupan karbohidrat. Jika kadar glukosa berada di bawah 140 mg/dL dua jam setelah makan, hal ini menunjukkan mekanisme pembersihan glukosa yang normal, karena kadar glukosa telah

kembali ke tingkat dasar setelah sempat meningkat tajam sebelumnya (Alydrus and Fauzan, 2022).

c. GDS (Gula Darah Sewaktu)

Pedoman terbaru dari World Health Organization (WHO) mengenai kadar gula darah sewaktu (random plasma glucose) terdapat dalam dokumen *Classification of Diabetes Mellitus* yang diterbitkan pada tahun 2019. Dalam dokumen tersebut, Berdasarkan pedoman WHO, Diabetes dapat didiagnosis berdasarkan kadar glukosa darah sewaktu yang melebihi 200 mg/dL (atau $\geq 11,1$ mmol/L) disertai gejala khas seperti rasa haus berlebihan, sering buang air kecil, dan penurunan berat badan tanpa sebab yang jelas. Berdasarkan standar terkini dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI), kadar glukosa darah sewaktu sebesar 200 mg/dL atau lebih tinggi merupakan indikasi diabetes.

d. Hemoglobin A1c (HbA1c)

HbA1c adalah salah satu bentuk hemoglobin yang berikatan dengan glukosa darah. Tes HbA1c digunakan untuk mengevaluasi rata-rata kadar glukosa darah selama dua hingga tiga bulan terakhir. Tes ini dianggap lebih stabil dibandingkan pemeriksaan glukosa darah sewaktu atau puasa karena tidak dipengaruhi oleh perubahan kadar glukosa yang bersifat sementara. Kondisi prediabetes ditandai dengan nilai HbA1c antara 5,7% dan 6,4%, sedangkan diabetes melitus didefinisikan dengan kadar 6,5% atau lebih, dan kadar normal berada di bawah 5,7%. HbA1c merupakan indikator penting untuk diagnosis serta pemantauan jangka panjang pengendalian glukosa pada penyandang diabetes. Risiko masalah mikrovaskular, seperti nefropati, retinopati, dan neuropati, meningkat seiring dengan tingginya kadar HbA1c (ADA, 2023, WHO, 2023).

B. Penyebab & Gejala Diabetes Melitus

Selain faktor genetik, diabetes sering kali disebabkan oleh gaya hidup atau perilaku seseorang. Pemanfaatan layanan kesehatan dan faktor konteks sosial juga turut memengaruhi penyakit ini serta dampaknya. Seiring berjalannya waktu, Diabetes dapat berdampak pada sistem organ tubuh dan menyebabkan masalah kesehatan. Terdapat dua jenis komplikasi diabetes: komplikasi yang memengaruhi makrovaskular dan komplikasi yang memengaruhi mikrovaskular. Masalah mikrovaskular mencakup kondisi yang memengaruhi ginjal (nefropati), sistem

saraf (neuropati) dan mata (retinopati) (Rosyada, 2013). Usia, aktivitas fisik, penggunaan tembakau, indeks massa tubuh (IMT), tekanan darah, stres, gaya hidup, riwayat keluarga, kolesterol HDL, trigliserida, diabetes gestasional, riwayat kadar glukosa abnormal, dan kelainan lainnya merupakan faktor risiko diabetes melitus tipe 2. Diabetes tipe 2 berkaitan dengan tekanan darah, kolesterol, aktivitas fisik, usia, stres, dan riwayat keluarga, menurut penelitian oleh Trisnawati (2012). Selain itu, orang yang mengalami obesitas memiliki risiko diabetes tipe 2 yang 7,14 kali lebih tinggi dibandingkan orang dengan berat badan ideal atau normal. Gejala diabetes meliputi:

1. Poliuri (sering buang air kecil)

Ketika kadar gula darah melampaui ambang batas ginjal (>180 mg/dL), gula akan dikeluarkan melalui urine. Hal ini menyebabkan peningkatan frekuensi buang air kecil, terutama pada malam hari (poliuria), karena tubuh menarik air sebanyak mungkin ke dalam urine untuk mengencerkannya sebelum dikeluarkan. Dalam kondisi normal, produksi urine berkisar 1,5 liter per hari, namun penderita diabetes yang tidak terkontrol dapat memproduksi urine hingga lima kali lipat dari jumlah tersebut. Selain itu, muncul keinginan kuat untuk minum banyak air serta rasa haus yang terus-menerus (polidipsia). Tubuh mengalami dehidrasi akibat hilangnya cairan melalui urine, untuk mengatasinya, Pasien mengalami keinginan terus-menerus untuk minum terutama air yang dingin, manis, dan menyegarkan akibat tubuh yang memicu rasa haus.

2. Polifagi (cepat merasa lapar)

Polifagia, atau peningkatan nafsu makan, disertai dengan rendahnya tingkat energi. Pasien diabetes mengalami kekurangan energi karena terganggunya kerja insulin, Hal ini membatasi kemampuan tubuh untuk menghasilkan energi dan menghalangi glukosa masuk ke dalam sel-selnya. Selain itu, kondisi rendah energi ini ditafsirkan oleh otak sebagai akibat dari asupan makanan yang tidak memadai karena sel-sel tidak mendapatkan pasokan glukosa, sebagai tanggapannya, Tubuh mengirimkan sinyal lapar sebagai upaya untuk mendorong asupan makanan.

3. Berat badan menurun

Tubuh dengan cepat memecah cadangan lemak dan protein internal untuk menghasilkan energi ketika kekurangan insulin menghambat perolehan energi yang

cukup dari gula. Tanpa pengobatan, penderita diabetes melitus dapat kehilangan hingga 500 gram glukosa melalui urine dalam kurun waktu 24 jam jumlah yang setara dengan 2.000 kalori per hari. Selain berbagai kemungkinan dampak lainnya, gejala yang muncul meliputi sensasi kesemutan pada kaki, luka yang lambat sembuh, serta rasa gatal, pria dapat mengalami nyeri pada ujung penis (balanitis), sedangkan wanita dapat mengalami rasa gatal di area selangkangan (pruritus vulva).

C. Faktor Yang Memengaruhi Kadar Gula Darah

1. Pola Makan

cara seseorang memilih dan mengonsumsi makanan untuk memenuhi kebutuhan gizi tubuhnya, termasuk jenis, jumlah, dan waktu makan dan menjaga kesehatan disebut sebagai pola makan. Mengonsumsi makanan dengan kandungan gizi seimbang merupakan komponen dari pola makan bergizi, dalam jumlah yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan tubuh.

Untuk mencegah diabetes tipe 2, Pola makan seimbang yang rendah gula tambahan serta kaya akan buah-buahan, sayuran, dan biji-bijian utuh dianjurkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Studi lain memaparkan kalau mengonsumsi makanan melebihi kebutuhan tubuh dan menjalani gaya hidup kurang gerak dapat menyebabkan kadar gula darah meningkat (T. Eltrikanawati, Nurlaila and Tampubolon, 2020) .

2. Kelebihan Berat Badan dan Obesitas

Indeks Massa Tubuh (IMT) yang tinggi berkaitan dengan kadar gula darah yang tinggi dan resistensi insulin, terutama ketika lemak menumpuk di area perut. Salah satu cara terpenting untuk mencegah diabetes adalah dengan menjaga berat badan yang sehat. Di wilayah kerja Puskesmas North Bulango, prevalensi diabetes melitus tipe 2 memiliki korelasi yang kuat dengan kelebihan berat badan. Masyarakat diimbau untuk Pantau berat badan Anda lebih cermat terutama untuk mencegah kelebihan berat badan yang merupakan faktor risiko diabetes tipe 2 serta kendalikan asupan makanan Anda guna menjaga kadar gula darah (Amalia, Mokodompis and Ismail, 2022)

3. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik sangat membantu dalam menjaga kestabilan kadar gula darah. Sensitivitas insulin meningkat dan resistensi insulin menurun saat berolahraga,

sehingga memudahkan sel untuk menyerap glukosa. Aktivitas fisik harus dilakukan secara rutin dan konsisten karena reaksi ini hanya terjadi selama aktivitas fisik yang intens serta tidak bersifat permanen maupun bertahan lama (Juwita *et al.*, 2020).

Olahraga dapat meningkatkan massa otot, memperbaiki sirkulasi darah, menurunkan kadar gula darah, dan mempercepat metabolisme tubuh. Dibandingkan dengan aktivitas ringan seperti berjalan kaki, aktivitas fisik seperti berlari membutuhkan jauh lebih banyak energi. Kadar gula darah seseorang menurun seiring dengan meningkatnya aktivitas fisik, oleh karena itu, menjaga kestabilan kadar gula darah (Setianto, Maria and Firdaus, 2023).

4. Faktor Genetik dan Riwayat Keluarga

Seseorang lebih mungkin terkena diabetes jika memiliki anggota keluarga yang mengidap penyakit tersebut. Meskipun faktor genetik tidak dapat diubah, kesadaran akan risiko ini penting untuk pencegahan dini (Setianto, Maria and Firdaus, 2023).

Diabetes melitus bersifat hereditas, riwayat keluarga merupakan faktor risiko yang signifikan. Seorang anak memiliki peluang 90% untuk mewarisi predisposisi genetik yang bermanifestasi sebagai kelainan sekresi insulin jika salah satu orang tuanya menderita diabetes. Terdapat pola pewarisan yang sangat kuat pada diabetes melitus.

5. Usia

Usia, jenis kelamin, dan tingkat pendidikan semuanya berpengaruh terhadap kadar gula darah tinggi pada lansia. Kadar gula darah meningkat akibat resistensi glukosa yang timbul seiring dengan penuaan. Faktor-faktor lain yang turut berperan meliputi obesitas, kurangnya aktivitas fisik, hilangnya massa otot, penyakit penyerta (komorbiditas), serta penggunaan obat-obatan sering kali dikaitkan dengan intoleransi glukosa pada lansia. Selain itu, produksi insulin menurun dan respons tubuh terhadap insulin (sensitivitas insulin) bervariasi pada lansia (Melani and Handayani, 2021).

Usia dapat berperan dalam perkembangan diabetes melitus, penuaan dapat menyebabkan penurunan sensitivitas insulin, Kelompok usia yang paling berisiko mengalami kadar gula darah tinggi adalah mereka yang berusia di atas 45 tahun, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kadar glukosa (Kundarwi, Purnanto and Asih, 2022).

6. Stress

Stres dapat menyebabkan peningkatan kadar gula darah, penderita diabetes melitus dengan kontrol gula darah yang buruk memiliki risiko dua kali lebih tinggi mengalami dampak ini dibandingkan orang yang tidak mengidap kondisi tersebut. Stres memicu peningkatan kadar hormon, termasuk katekolamin, endorfin, glukagon, glukokortikoid, dan hormon pertumbuhan. Hal ini menyebabkan kelebihan kortisol, yaitu hormon yang meningkatkan kadar gula darah dan menghambat kerja insulin (Safari and Salvia, 2022b). Diabetes melitus (DM) dan stres memiliki keterkaitan yang erat, kondisi seseorang dapat memburuk akibat berbagai faktor yang mendasarinya, yang pada gilirannya dapat memicu stres (Nugroho & Purwanti, 2018). Bahkan ketika pengaturan pola makan, olahraga, dan pengobatan dilakukan secara Pada dasarnya, perasaan seperti amarah, rasa malu, ketakutan, dan kekhawatiran merupakan tanda-tanda kehidupan yang penuh tekanan dapat memicu fluktuasi kadar glukosa darah. Menurut United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS), meskipun telah dilakukan berbagai terapi seperti pengaturan pola makan, olahraga, pengobatan, dan Kadar glukosa darah pada pasien diabetes melitus biasanya meningkat secara bertahap akibat perubahan gaya hidup. Stres merupakan fenomena universal yang memengaruhi setiap orang dan tak terelakkan yang berupa reaksi fisik non-spesifik terhadap gangguan atau tuntutan apa pun. Selain mengganggu keseimbangan fisiologis, Selain itu, Kesejahteraan fisik, psikologis, intelektual, sosial, dan spiritual seseorang semuanya dipengaruhi oleh stres. Metabolisme glukosa dapat dipengaruhi oleh berbagai jalur yang berkaitan dengan stres. Sumbu hipotalamus-hipofisis-adrenal (HPA) dapat terpengaruh oleh stres yang tidak terkelola, yang berpotensi menyebabkan kelebihan kadar kortisol. Tubuh melepaskan hormon stres saat mengalami stres, Hal ini dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Secara khusus, hipofisis anterior dirangsang oleh ACTH untuk memproduksi glukokortikoid terutama kortisol yang meningkatkan kadar glukosa darah (Safari and Salvia, 2022a).

D. Dampak kadar gula darah tinggi/rendah

1. Hiperglikemia

Kadar glukosa darah yang lebih tinggi dari biasanya merupakan ciri khas dari gangguan medis yang disebut hiperglikemia. Kondisi ini merupakan jenis diabetes yang umum. Dalam konteks diabetes, hiperglikemia dapat berdampak buruk dalam jangka panjang, kemungkinan berdampak pada ginjal, jantung, pembuluh darah, mata, dan saraf, dan organ-organ lainnya mengalami kegagalan atau gangguan fungsi.

2. Hipoglikemia

Kadar gula darah rendah, atau hipoglikemia, dapat membahayakan pasien karena dapat menyebabkan koma, yaitu kondisi penurunan kesadaran. Hipoglikemia, atau kadar glukosa darah yang sangat rendah, adalah istilah yang digunakan ketika kadar glukosa darah turun di bawah 50 hingga 60 mg/dL (2,7 hingga 3,3 mmol/L). Penyandang diabetes dapat mengalami episode hipoglikemia, sebuah studi di Inggris menemukan bahwa Dari 2.000 individu dengan diabetes tipe 2, lebih dari separuhnya mengalami gejala hipoglikemia. Meskipun kadar glukosa plasma di bawah 70 mg/dL biasanya dianggap sebagai hipoglikemia, gejala mungkin baru muncul ketika konsentrasinya berada di bawah 55 mg/dL. Pasien diabetes yang sedang menjalani pengobatan merupakan kelompok yang paling rentan mengalami hipoglikemia (Rosares and Boy, 2022).

Kekurangan insulin juga dapat menyebabkan penurunan berat badan dengan mengganggu metabolisme protein dan lemak. Seluruh aspek metabolisme lemak meningkat kecepatannya saat pasokan insulin tidak memadai, Hal ini terjadi karena kelebihan protein tubuh tidak disimpan di dalam jaringan. Meskipun kondisi ini biasanya terjadi di antara waktu makan saat sekresi insulin rendah, proses metabolisme lemak menjadi jauh lebih intens pada penderita diabetes melitus. Sel beta pankreas harus mensekresikan lebih banyak insulin untuk mengatasi resistensi insulin dan mencegah penumpukan glukosa darah. Peningkatan sekresi insulin ini memungkinkan orang dengan toleransi glukosa yang menurun untuk mempertahankan kadar glukosa yang normal atau bahkan sedikit lebih tinggi. Namun, kadar glukosa akan meningkat dan diabetes tipe 2 akan berkembang jika

sel beta tidak mampu memenuhi kebutuhan insulin yang terus meningkat ini (Lestari *et al.*, 2021).

E. Asupan Zat Gizi Makro

1. Pengertian Zat Gizi Makro

Tubuh menggunakan tiga komponen makronutrien dasar lemak, protein, dan Sumber energi utamanya adalah karbohidrat. Dengan kandungan empat kkal per gram, karbohidrat merupakan sumber utama energi harian. Namun, kadar glukosa darah dapat meningkat akibat konsumsi karbohidrat sederhana yang berlebihan, seperti gula dan makanan olahan dan meningkatkan risiko diabetes melitus. Protein juga menyediakan 4 kkal/gram dan berperan penting dalam pembentukan dan perbaikan jaringan tubuh serta membantu mengontrol rasa lapar. Lemak memberikan energi tertinggi, yaitu 9 kkal/gram, dan berdampak pada aktivitas hormon dan penyerapan vitamin yang larut dalam lemak. Di sisi lain, obesitas sentral dan resistensi insulin dapat timbul akibat konsumsi lemak jenuh dalam jumlah besar. Kenaikan berat badan dan gangguan metabolisme glukosa dapat terjadi akibat ketidakseimbangan asupan zat gizi makro, khususnya konsumsi lemak dan karbohidrat yang berlebihan yang disertai dengan kurangnya aktivitas fisik, yang pada gilirannya meningkatkan risiko terkena diabetes melitus (KEMENKES RI, 2022).

2. Jenis-jenis zat makro

a. Karbohidrat

Sakarida, yang sering dikenal sebagai karbohidrat, merupakan golongan senyawa organik yang berperan sebagai komponen struktural (seperti selulosa pada tumbuhan serta kitin pada hewan dan jamur), sumber energi utama (seperti glukosa), dan cadangan makanan (seperti pati pada tumbuhan dan glikogen pada hewan). Mengingat bahwa sumber energi utama tubuh adalah karbohidrat dan menyediakan bahan bakar lebih cepat dibandingkan nutrisi lainnya, orang cenderung memilih makanan tinggi karbohidrat untuk memuaskan rasa lapar. Selain praktis karena harganya terjangkau, mudah didapat, dan mudah disimpan karbohidrat dipilih sebagai sumber energi utama karena, secara biologis, zat ini diperlukan untuk menyediakan bahan dasar bagi aktivitas metabolisme tubuh yang vital. Kata "karbohidrat" berasal dari kata dalam bahasa Yunani

"saccharide," yang berarti "gula" atau "hidrat karbon." Karbohidrat adalah senyawa organik yang terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O) diubah oleh tumbuhan melalui fotosintesis menjadi karbohidrat, yang kemudian disimpan sebagai selulosa atau pati. Meskipun turunan karbohidrat yang dibutuhkan hewan pada akhirnya berasal dari tumbuhan, Mamalia juga dapat mengubah lipid, gliserol, dan asam amino menjadi karbohidrat.

b. Jenis-jenis Karbohidrat

Ada dua jenis karbohidrat yang umum: sederhana dan kompleks. Monosakarida, disakarida, dan oligosakarida adalah contoh karbohidrat sederhana, polisakarida dan polisakarida non-pati (serat) adalah contoh karbohidrat kompleks. Terdapat berbagai cara untuk mengategorikan karbohidrat. Karbohidrat dapat berupa karbohidrat kompleks (polimerik) atau karbohidrat sederhana (monomerik dan dimerik), bergantung pada struktur molekul kimianya. Namun, bergantung pada ketersediaan atau daya cernanya, karbohidrat dikategorikan sebagai karbohidrat yang tidak dapat dicerna atau yang dapat dicerna.

c. Fungsi Karbohidrat

Tubuh menggunakan karbohidrat untuk membuat makanan lebih manis, mengawetkan protein, mengontrol metabolisme lemak, dan memperlancar buang air besar. Meskipun memenuhi kebutuhan energi tubuh adalah tujuan utamanya, mereka juga mendukung proses metabolisme dengan cara lain. Di bawah ini adalah ringkasan dari beberapa proses metabolisme: pemasok utama energi. Dengan energi 4 kkal per gramnya, karbohidrat merupakan sumber energi yang paling hemat biaya jika dibandingkan dengan nutrisi lainnya. sebuah pengatur metabolisme lemak. Karbohidrat berperan sebagai "penghemat lemak" dengan mencegah terjadinya oksidasi parsial pada lemak. Oksidasi tidak sempurna semacam ini terjadi saat tubuh menguraikan lemak karena kekurangan energi. dan menyebabkan penumpukan badan keton dan keasaman darah meningkat (asidosis). agen yang menghemat protein. Karbohidrat juga berfungsi sebagai zat "penghemat protein".

Asupan karbohidrat harian yang memadai diperlukan untuk menjaga fungsi penting protein dalam membangun jaringan tubuh. Prioritas utama tubuh adalah memenuhi kebutuhan energinya, jika karbohidrat tidak menyediakan cukup energi, tubuh akan memecah protein. Oleh karena itu, alih-alih menggunakan protein untuk sintesis energi, kehadiran karbohidrat justru menyisihkan protein untuk Fungsi struktural utamanya adalah menyediakan energi bagi otak dan saraf. Otak dan sistem saraf hanya menggunakan glukosa sebagai sumber energi. Dalam kondisi normal (saat tubuh mendapat asupan makanan), otak dan sistem saraf membutuhkan sekitar 150 gram glukosa per hari. Ketika kadar glukosa darah turun jauh di bawah kisaran normal yang biasanya dipertahankan oleh cadangan glikogen, gejala yang muncul meliputi pusing dan sakit kepala tingkat sedang.

d. Protein

Protein adalah zat gizi makro yang diperlukan untuk kelangsungan hidup manusia, bersama dengan lemak dan karbohidrat. Protein membentuk sebagian besar massa tubuh setelah air dan merupakan komponen dari setiap sel hidup. Seperlima dari tubuh terdiri atas protein, Otot menyimpan separuh bagiannya, tulang dan tulang rawan menyimpan seperlimanya, kulit menyimpan sepersepuluhnya, dan sisanya tersebar di berbagai cairan serta jaringan tubuh. Semua enzim, beragam hormon, pengangkut darah dan nutrisi, matriks intraseluler, serta struktur sejenis lainnya terbentuk dari protein. Selain itu, hormon, asam nukleat, koenzim, dan zat-zat lain yang penting bagi kehidupan dibangun dari asam amino yang menyusun protein. Salah satu peran khusus protein yang tidak dapat dilakukan oleh nutrisi lain adalah pembentukan dan pemeliharaan sel-sel yang menyusun jaringan tubuh (Pengampu *et al.*, 2023).

e. Jenis – Jenis Protein

Menurut Muchtadi (2010), Manusia dapat memperoleh protein dari sumber tradisional maupun nonkonvensional. Produk pertanian dan peternakan, beserta produk olahannya, termasuk dalam kategori sumber protein konvensional. Berdasarkan karakteristiknya, Sumber-sumber tradisional ini selanjutnya dibagi menjadi dua kelompok: protein hewani dan protein nabati, yang berasal dari tanaman. Meskipun buah-buahan dan sayuran mungkin tidak

banyak menyumbang protein, Protein nabati umumnya diperoleh dari sumber-sumber tanaman, seperti biji-bijian (sereal) dan kacang-kacangan. Daging (sapi, kerbau, kambing, dan ayam), telur (ayam dan bebek), susu (terutama susu sapi), dan makanan laut (ikan, udang, kerang, dll.) merupakan sumber protein hewani. Protein hewani dianggap sebagai protein lengkap yang berkualitas tinggi karena memiliki daya cerna yang baik artinya tubuh dapat menyerap dan memanfaatkannya secara efisien serta mengandung semua asam amino esensial dalam jumlah yang sangat sesuai dengan kebutuhan tubuh.

Solusi inovatif yang diciptakan untuk memenuhi kebutuhan protein penduduk dunia dikenal sebagai sumber protein yang tidak lazim. Sumber-sumber ini yang dikenal sebagai protein sel tunggal dan dibuat dari mikroba seperti bakteri, khamir, atau kapang belum banyak diteliti untuk dikonsumsi manusia.

f. Fungsi Protein

Secara umum, protein menjalankan berbagai fungsi, seperti pertumbuhan, pembentukan komponen struktural, pengangkutan dan penyimpanan nutrisi, pembuatan enzim dan antibodi, serta penghasilan energi. Pembentukan dan pemeliharaan jaringan tubuh merupakan fungsi khusus protein yang tidak dapat dilakukan oleh zat gizi lainnya.

- a) **Pembentukan dan Sintesis Senyawa Protein Esensial serta Komponen Struktural:** Asam amino yang diperlukan untuk pembentukan protein jaringan diperoleh dari protein dalam makanan. Selain itu, protein menyediakan nitrogen (N dari gugus amino) untuk sintesis asam amino non-esensial, proteoglikan, asam nukleat, dan senyawa penting lainnya. Matriks intraseluler, otot, tulang, kuku, kulit, keratin, aktin, dan kolagen adalah beberapa contoh elemen struktural yang terbentuk dari protein. Asam amino tertentu dalam jumlah besar diperlukan untuk pembentukan beberapa jaringan biologis, misalnya, asam amino yang mengandung belerang sangat penting bagi pertumbuhan kulit, rambut, dan kuku. Aktin adalah contoh lainnya; protein ini berperan dalam pembentukan dan pemeliharaan struktur seluler yang diperlukan untuk olahraga intensif. Hemoglobin, molekul yang terlibat dalam koagulasi darah, dan fotoreseptor penglihatan merupakan contoh

senyawa protein yang penting. Triptofan merupakan prekursor hormon tiroid, melanin, dan katekolamin, sedangkan tirosin merupakan prekursor bagi niasin dan neurotransmitter serotonin. Asam amino juga dapat berfungsi sebagai unit penyusun senyawa non-protein.

b) Hormon dan Penyampai Pesan

Hormon yang berupa protein meliputi insulin, hormon tiroid, dan adrenalin. Hormon-hormon ini membantu tubuh menjalani perubahan metabolik dengan berperan sebagai katalis. Hormon yang berupa protein meliputi insulin, hormon tiroid, dan adrenalin, jaringan, dan organ guna mengoordinasikan aktivitas biologis.

c) Enzim

Protein mencakup berbagai enzim yang berfungsi sebagai katalis atau mendukung berbagai aktivitas metabolisme yang berlangsung di dalam sel. Sebagai contoh, asam amino fenilalanin diubah menjadi tirosin oleh enzim fenilalanin hidroksilase. Dengan menerjemahkan informasi kode genetik yang terdapat pada DNA, enzim juga dapat membantu pembentukan molekul-molekul baru.

d) Pembentukan Antibodi

Selain asupan energi dan makanan, penyakit juga berdampak pada kesehatan gizi anak. Faktor tambahan yang berkontribusi terhadap tingginya angka kematian anak dan masih tingginya prevalensi stunting di Indonesia adalah tingginya frekuensi penyakit menular, seperti diare, tuberkulosis, dan infeksi saluran pernapasan atas. Kemampuan tubuh untuk memproduksi antibodi guna melawan mikroba penyebab infeksi menentukan seberapa baik tubuh dapat memerangi penyakit menular. Protein yang disebut antibodi melekat pada zat asing berbahaya yang masuk ke dalam tubuh manusia seperti bakteri dan virus untuk melindunginya dari dampak yang berpotensi merusak. Imunoglobulin G, sebuah antibodi yang beredar dalam darah, merupakan salah satu contohnya yang mengenali zat-zat asing yang dapat membahayakan kesehatan manusia.

e) Transportasi dan Penyimpanan Nutrien

Proses transpor bergantung pada protein dan penyimpanan zat gizi di dalam tubuh. Zat besi, mangan, dan vitamin A, dan lipid diangkut oleh protein yang disebut lipoprotein, transferin, dan retinol-binding protein (RBP). Nutrisi dipindahkan dari sistem pencernaan ke darah, sel, dan jaringan lainnya oleh protein-protein transpor ini. Di sisi lain, feritin adalah protein yang menyimpan zat besi dan bekerja dengan cara mengikat serta memindahkan atom dan zat-zat kecil lainnya ke dalam sel dan ke seluruh tubuh.

f) Mengatur Keseimbangan Air dan Asam Basa

Dengan mengendalikan distribusi cairan secara tidak langsung, protein membantu menjaga keseimbangan air tubuh. Sifat hidrofilik protein serta ukuran molekulnya yang sangat besar yaitu daya tariknya terhadap air menjadi faktor penentu dalam proses ini. Selain itu, protein menjaga keseimbangan asam-basa dengan berperan sebagai dapar (buffer) dan menjaga pH sebagian besar jaringan tubuh antara 7,35 dan 7,45, yaitu netral atau sedikit basa.

g) Sumber Energi

Protein dapat digunakan sebagai sumber energi selain lemak dan karbohidrat; secara spesifik, satu gram protein dan satu gram karbohidrat masing-masing menghasilkan empat kilokalori (kkal). Namun, protein relatif lebih mahal, baik dari segi biaya pola makan tinggi protein maupun proses metabolisme yang menyertainya. Ketika asupan lemak dan karbohidrat tidak mencukupi, Dalam proses biologis, protein dapat menyediakan energi (dalam bentuk ATP). Namun, mengandalkan protein sebagai sumber energi alternatif jangka panjang bukanlah langkah yang optimal, karena peran utamanya adalah untuk pertumbuhan, khususnya sintesis sel dan jaringan baru untuk lemak dan karbohidrat tidaklah disarankan. Selain itu, melalui katabolisme asam amino, protein dapat menyediakan alanin dan asam amino lainnya atau penggunaan kerangka karbon, diubah menjadi glukosa atau glikogen.

h) Penyerapan dan Metabolisme Protein

Sekitar 10–20% protein dipecah menjadi oligopeptida di dalam lambung, polipeptida, dan asam amino. Aliran darah porta membawa protein dari makanan dari usus menuju hati. Enzim proteolitik disekresikan oleh pankreas dan mukosa usus halus yang memulai pemecahan protein. Sebelum diaktifkan melalui berbagai mekanisme, enzim-enzim ini dilepaskan dalam keadaan tidak aktif. Enzim proteolitik yang menargetkan asam amino tertentu memecah protein menjadi peptida yang lebih kecil. Tripsin memecah protein menjadi peptida yang terdiri dari dua hingga dua puluh residu, atau memecah residu lisin maupun arginin untuk menghasilkan asam amino tunggal. Di sisi lain, pepsin menargetkan residu leusin dan fenilalanin untuk memecah protein.

i) Sumber Makanan dan Kebutuhan Protein

Sumber protein terbagi menjadi dua kategori: nabati dan hewani. Sementara sumber protein nabati tidak memiliki beberapa asam amino penting, sumber protein hewani mengandung semua asam amino yang dibutuhkan. Contoh sumber protein nabati meliputi kacang-kacangan, tempe, tahu, dan oncom; sedangkan contoh sumber protein hewani meliputi telur, daging, unggas, dan ikan adalah contoh sumber protein hewani. Sebagai makanan pokok, beras merupakan bentuk lain dari protein nabati dan memberikan kontribusi signifikan terhadap asupan protein masyarakat Indonesia. berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan tentang Angka Kecukupan Gizi bagi penduduk Indonesia, rata-rata kebutuhan protein harian penduduk Indonesia adalah 57 gram per orang pada tingkat konsumsi, khususnya Pasal 3 ayat (3). Masalah gizi seperti stunting dapat timbul akibat kurangnya konsumsi makanan yang kaya akan protein.

F. lemak

1. Penegrtian Lemak

Menurut Murray dkk. (2009), Lipid, sebutan lain untuk lemak, merupakan golongan besar senyawa yang mencakup minyak, steroid, lilin, dan bahan-bahan serupa. Alih-alih berdasarkan karakteristik fisik, klasifikasi ini

didasarkan pada sifat-sifat kimia. Lemak sering kali tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik seperti eter dan petroleum eter. Satu gram lemak menghasilkan sembilan kalori bagi tubuh, yang berarti energi 2,25 kali lebih besar dibandingkan protein dan karbohidrat. Dibandingkan dengan air, lemak memiliki berat jenis yang lebih rendah. Lilin, sterol, fosfolipid, ester asam lemak, lemak netral (trigliserida), dan turunan lemak merupakan contoh-contoh lemak.

2. Fungsi Lemak

Menurut Susanto dan Widyaningsih (2004), Produksi energi, pembentukan struktur tubuh, pemeliharaan protein, dan penyediaan asam lemak esensial merupakan enam fungsi lemak, berperan sebagai pelarut vitamin, dan lain-lain.

1. Sumber Energi: Lemak menghasilkan sembilan kalori energi, 2,25 kali energi yang dihasilkan oleh protein dan karbohidrat. Jaringan adiposa menyimpan kelebihan energi sebagai cadangan. Obesitas dapat menyebabkan sejumlah masalah kesehatan jika cadangan lemak melebihi 20% dari berat badan.
2. Mendukung Struktur Tubuh: Cadangan lemak di bawah kulit dan di sekitar organ dalam membantu melindungi sekaligus menjadi bantalan bagi organ-organ tersebut. Selain itu, lemak subkutan membantu mengatur suhu tubuh dengan mencegah hilangnya panas melalui kulit.
3. Agen Penghemat Protein: Lemak, protein, dan karbohidrat semuanya dapat menyediakan energi yang dibutuhkan tubuh. Penggunaan lemak memungkinkan tubuh menghemat protein, sehingga protein dapat lebih banyak digunakan untuk fungsi utamanya, yaitu membangun tubuh dan menyembuhkan cedera jaringan.
4. Sumber Asam Lemak Esensial: Karena tubuh tidak dapat memproduksi asam lemak esensial sendiri, tubuh harus memperolehnya melalui asupan makanan.
5. Vitamin yang Larut dalam Lemak: Vitamin yang larut dalam lemak meliputi vitamin A, D, E, dan K.

G. Metabolisme Zat Gizi Makro

1. Metabolisme karbohidrat

Tubuh menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi utamanya. Setelah dikonsumsi, karbohidrat diubah menjadi monosakarida terutama

glukosa yang kemudian melewati usus halus dan masuk ke dalam sirkulasi darah. Pankreas melepaskan hormon insulin saat kadar glukosa darah meningkat, yang memfasilitasi masuknya glukosa ke dalam sel-sel tubuh. Di dalam sel, piruvat dihasilkan melalui proses glikolisis glukosa. Selanjutnya, piruvat diubah menjadi asetil-KoA, yang kemudian memasuki siklus Krebs untuk menghasilkan energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP). Proses penyimpanan glukosa sebagai glikogen oleh otot dan hati dikenal sebagai glikogenesis ketika jumlahnya melebihi kebutuhan energi tubuh. Di sisi lain, glikogenolisis mengubah kembali glikogen menjadi glukosa saat kadar glukosa darah menurun. Selain itu, Tubuh dapat menghasilkan glukosa dari bahan non-karbohidrat melalui proses glukoneogenesis. Insulin dilepaskan oleh sel beta pankreas sebagai respons terhadap peningkatan kadar glukosa darah. Insulin mempermudah glukosa untuk masuk ke dalam sel-sel tubuh dan disimpan sebagai glikogen, terutama di otot, hati, dan jaringan adiposa atau digunakan sebagai bahan bakar. Glikolisis glukosa di tingkat sel menghasilkan piruvat, yang memasuki siklus Krebs untuk menghasilkan ATP setelah diubah menjadi asetil-KoA (Tingkat *et al.*, 2024)

Karbohidrat dalam makanan dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana, seperti glukosa, selama proses pencernaan. Ketika tubuh menyerap glukosa dari karbohidrat, kadar glukosa darah pun meningkat. Sebagai respons terhadap peningkatan ini, Hormon insulin dilepaskan ke dalam aliran darah oleh pankreas. Insulin mempermudah glukosa untuk masuk ke dalam sel-sel tubuh, tempat glukosa tersebut dapat disimpan sebagai glikogen atau digunakan sebagai sumber energi. Resistensi insulin adalah respons yang tidak efektif dari jaringan tubuh seperti otot, hati, dan jaringan adiposa terhadap insulin pada penderita diabetes melitus tipe 2. Kadar glukosa darah meningkat (hiperglikemia) akibat ketidakmampuan glukosa untuk masuk ke dalam sel secara efektif. Konsumsi karbohidrat yang berlebihan akan semakin meningkatkan kadar gula darah, Akibatnya, individu dengan diabetes tipe 2 mengalami kesulitan dalam mengatur kadar gula darah mereka.

2. Metabolisme protein

Proses pencernaan memecah protein yang dikonsumsi menjadi asam amino. Asam-asam amino ini kemudian diserap ke dalam aliran darah dan dimanfaatkan untuk sintesis protein tubuh yang berperan dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan, serta pembentukan hormon, enzim, antibodi, dan komponen seluler lainnya.

Apabila kebutuhan energi tubuh tidak tercukupi, Melalui proses deaminasi, Energi dapat diperoleh dari asam amino. Pada proses ini gugus amino dipisahkan dari asam amino sehingga menghasilkan kerangka karbon yang dapat dimasukkan ke dalam siklus Krebs dan jalur metabolisme energi lainnya. Selain itu, beberapa asam amino dapat berperan sebagai substrat untuk proses glukoneogenesis, yang menghasilkan glukosa, terutama pada kondisi puasa atau kekurangan asupan karbohidrat. Oleh karena itu, selain berperan sebagai komponen pembangun tubuh, Selain itu, protein berperan dalam mengendalikan keseimbangan energi dan kadar glukosa darah.

Kadar glukosa darah dapat dipengaruhi oleh konsumsi protein yang tidak sesuai dengan kebutuhan fisiologis melalui berbagai mekanisme, terutama yang berkaitan dengan proses glukoneogenesis dan peran protein sebagai sumber energi. Glukoneogenesis adalah proses tubuh memproduksi glukosa dari sumber non-karbohidrat, seperti gliserol dari trigliserida atau asam amino dari protein. Jika tubuh membutuhkan lebih banyak glukosa untuk menjalankan fungsinya, mekanisme ini dapat mengubah asam amino tertentu menjadi glukosa. Glukoneogenesis dapat terstimulasi untuk memproduksi lebih banyak glukosa apabila terjadi defisit kalori secara umum atau Asupan makanan, baik yang berasal dari lemak maupun karbohidrat, tidak memadai. Akibatnya, kadar glukosa darah dapat meningkat, terutama jika tidak tersedia cukup insulin untuk mengatur proses tersebut. Konsumsi protein yang tidak memadai dapat memengaruhi metabolisme glukosa melalui jalur glukoneogenesis, terlepas dari kenyataan bahwa, tidak seperti karbohidrat, zat ini tidak secara langsung meningkatkan kadar glukosa darah. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Usdeka Muliani (2013), yang menemukan

adanya korelasi signifikan (nilai-p 0,033) antara kadar glukosa darah dan asupan protein pada penderita diabetes melitus. Namun, hasil ini berbeda dengan temuan penelitian yang dilakukan oleh Agung dan Meiriana (2022), yang tidak menemukan hubungan antara kejadian diabetes tipe 2 dan asupan protein, dengan nilai signifikansi 0,902 (nilai-p > 0,05). Meskipun protein bukan merupakan sumber energi utama seperti karbohidrat, zat ini dapat berfungsi sebagai sumber energi alternatif dalam situasi tertentu, misalnya saat terjadi kekurangan kalori atau karbohidrat. Kondisi ini terjadi melalui proses glukoneogenesis, tempat asam amino (dari protein) dan glukosa diubah satu sama lain.

3. Metabolisme lemak

Lemak mengandung sekitar 9 kkal per gram merupakan jenis makanan yang paling padat energi. Sebelum diserap oleh usus halus, Selama proses pencernaan, lemak diubah menjadi asam lemak dan gliserol. Jaringan adiposa menyimpan lemak sebagai cadangan energi jangka panjang setelah lemak tersebut dicerna.

Trigliserida dalam jaringan adiposa mengalami Ketika tubuh membutuhkan lebih banyak energi, zat tersebut dipecah menjadi gliserol dan asam lemak bebas suatu proses yang dikenal sebagai lipolisis. Selanjutnya, asam lemak menjalani proses beta-oksidasi di dalam mitokondria untuk menghasilkan asetil-KoA, yang kemudian menghasilkan ATP dengan memasuki siklus Krebs. Sementara itu, hati dapat memproduksi glukosa dengan menggunakan gliserol sebagai substrat untuk glukoneogenesis. Dengan mendorong penumpukan jaringan adiposa, menghambat metabolisme glukosa, dan menyebabkan resistensi insulin, konsumsi lemak secara berlebihan meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2.

Tingkat Asupan Lemak: Insulin dalam aliran darah dapat menjadi kurang efektif dalam mengendalikan kadar glukosa darah setelah mengonsumsi makanan tinggi lemak, terutama yang mengandung lemak jenuh dan lemak trans. Jenis lemak tertentu, seperti lemak jenuh dan lemak trans, dapat menyebabkan resistensi insulin. Ketika sel-sel tubuh tidak merespons insulin sebagaimana mestinya, terjadilah resistensi insulin, yang menyulitkan

glukosa untuk masuk ke dalam sel dan digunakan sebagai sumber energi. Akibatnya, kadar glukosa darah meningkat. Pankreas memproduksi lebih banyak insulin hormon yang memfasilitasi masuknya glukosa ke dalam sel-sel tubuh sebagai respons terhadap peningkatan kadar glukosa darah yang disebabkan oleh resistensi insulin tersebut. Jika resistensi insulin terus berlanjut, Dalam upaya menurunkan kadar glukosa darah, pankreas mungkin terus memproduksi insulin dalam jumlah yang semakin meningkat. Paparan berkepanjangan terhadap kondisi ini dapat meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2, terutama pada individu yang telah memiliki faktor risiko lain, seperti kelebihan berat badan atau kurangnya aktivitas fisik. Diabetes melitus tipe 2 ditandai dengan kadar glukosa darah yang terus-menerus tinggi, yang disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh untuk memproduksi atau memanfaatkan insulin secara efisien (Tingkat *et al.*, 2024)

Tubuh memperoleh energinya dari protein, lemak, dan karbohidrat. Energi yang dibutuhkan untuk fungsi tubuh dihasilkan melalui oksidasi zat-zat tersebut (Almatsier, 2022). Lemak merupakan salah satu sumber kalori yang paling padat, Menurut Departemen Kesehatan dan Layanan Kemanusiaan AS serta Departemen Pertanian AS (2022), satu gram minyak atau lemak menghasilkan sembilan kkal, berbeda dengan hanya empat kkal per gram untuk karbohidrat dan protein. Trigliserida, yaitu ester yang terbentuk dari gliserol dan tiga asam lemak, merupakan lipid netral yang memasok energi yang berasal dari lipid. Enzim pankreas yang bekerja pada asam lemak saat melewati usus halus meliputi fosfolipase, lipase pankreas dan kolesterol esterase. Lipase menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak dan monogliserida, sedangkan fosfolipase memisahkan asam lemak dari fosfolipid, dan kolesterol esterase mengatalisis hidrolisis ester kolesterol. Sel-sel usus menyerap hasil akhir dari pencernaan enzimatik ini, terutama pada mikrovili di bagian brush border (Guyton, 2017). Untuk mengangkut lemak melalui aliran darah, Di dalam plasma darah, beberapa protein perlu membentuk kompleks makromolekul yang larut dalam air, karena lipid tidak larut dalam darah. Lipoprotein adalah kompleks yang terbentuk ketika lipid (fosfolipid, trigliserida, dan kolesterol) berikatan dengan protein. Lipoprotein

diklasifikasikan menjadi kilomikron, *very-low-density lipoprotein* (VLDL), *low-density lipoprotein* (LDL), dan *high-density lipoprotein* (HDL) berdasarkan densitas, komposisi, dan pergerakannya (Adam, 2019) (Boakye-Agyei, 2009).

H. Kelebihan berat badan

1. Pengertian

Ketika seseorang memiliki berat badan di atas kisaran rata-rata atau sehat dibandingkan dengan tinggi badannya, orang tersebut dianggap kelebihan berat badan. Indeks Massa Tubuh (IMT), yang dihitung dengan membagi berat badan (dalam kilogram) dengan kuadrat tinggi badan (dalam meter), sering digunakan untuk menentukan apakah seseorang memiliki kelebihan berat badan:

2. Menurut WHO (World Health Organization)

- Berat badan normal: IMT 18,5–24,9
- Kelebihan berat badan didefinisikan sebagai memiliki IMT antara 25,0 dan 29,9.
- Obesitas ditandai dengan IMT 30,0 atau lebih tinggi.

3. Menurut Kemenkes RI

Untuk orang Asia, ambang batas IMT sedikit lebih rendah:

- Normal: 18,5–22,9
- Obesitas : 23,0–24,9
- Obesitas Kelas 1: 25,0–29,9
- Obesitas Kelas 2: > 30

I. Pengertian Status Gizi

Kondisi tubuh yang dipengaruhi oleh asupan dan pemanfaatan zat gizi dikenal sebagai status gizi. Ketika tubuh memperoleh zat gizi yang cukup dan memanfaatkannya dengan baik, tubuh dapat mencapai potensi maksimalnya dalam hal pertumbuhan intelektual, perkembangan fisik, kapasitas kerja, dan kesehatan secara keseluruhan. Kondisi ini disebut sebagai status gizi optimal, sebaliknya, jika kebutuhan tersebut tidak terpenuhi, maka timbul masalah gizi. Keseimbangan ini tercermin melalui variabel-variabel tertentu dalam status gizi. Kondisi fisiologis yang timbul dari ketersediaan zat gizi di seluruh tubuh atau dari Status gizi adalah keseimbangan antara asupan, penyerapan, dan

penggunaan zat gizi (Karunia, 2016). Berdasarkan evaluasi teoretis UNY, asupan dan penyerapan menentukan kondisi tubuh, dan pemanfaatan makanan dikenal sebagai status gizi. Berbagai teknik termasuk evaluasi antropometris, biokimia, dan Evaluasi klinis dapat digunakan untuk mengukur status gizi, yang mencerminkan keseimbangan antara asupan zat gizi dan kebutuhan tubuh (Ii, Teoritik and Gizi, 2008).

Kondisi tubuh sebagai akibat dari asupan dan pemanfaatan zat gizi dikenal sebagai status gizi. Keseimbangan antara asupan gizi dan kebutuhan metabolik tubuh tercermin dalam kondisi ini (Muthaharah, 2013).

Dalam jurnal yang diterbitkan oleh UNNES, Disebutkan bahwa evaluasi beban kerja dan Pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat digunakan untuk menilai status gizi. Penelitian ini menggunakan pendekatan 10-detak untuk penilaian beban kerja serta pengukuran IMT guna mengkaji status gizi tenaga kesehatan (Budiman *et al.*, 2021).

J. Penilaian Status Gizi

1. Pengukuran Antropometri

Kata anthropos dan metros, yang masing-masing berarti tubuh dan pengukuran, merupakan akar kata dari istilah “antropometri”. Dengan demikian, antropometri adalah studi mengenai pengukuran tubuh. Para ahli menyatakan bahwa Antropometri gizi mencakup evaluasi berbagai ukuran dan komposisi tubuh dalam kaitannya dengan berbagai kelompok usia dan kondisi pola makan. Untuk mengevaluasi status gizi, penilaian antropometri mengukur berbagai parameter, seperti usia, tinggi badan, berat badan, lingkar lengan atas, lingkar kepala, lingkar dada, lingkar pinggul, dan ketebalan lemak subkutan (Agnesia Merta Ni Kadek Inten Pratiwi, 2021).

2. Cara Mengukur Berat Badan

Berat badan adalah massa keseluruhan tubuh manusia, yang mencakup mineral tulang, otot, lemak, dan cairan. Terdapat beberapa metode untuk menentukan berat badan seseorang, namun cara yang paling sederhana adalah dengan menggunakan timbangan dan menyatakan hasilnya dalam satuan kilogram (kg). Baik timbangan digital maupun analog (tipe jarum) dapat

digunakan. Proses penimbangan berat badan orang dewasa adalah sebagai berikut:

- a. Letakkan timbangan di permukaan yang datar.
- b. Gunakan beban standar untuk mengkalibrasi timbangan digital atau analog sebelum melakukan penimbangan. Timbangan siap digunakan jika hasil pengukuran sesuai dengan standar tersebut. Mengingat berat jenis air adalah 1 g/ml, Empat botol air mineral ukuran 1,5 liter setara dengan berat yang biasa, hal ini seharusnya menghasilkan angka 3 kg atau 6 kg pada timbangan. Sebagai alternatif, benda lain dengan berat standar yang diketahui, seperti dumbel seberat 5 kilogram, juga dapat digunakan.
- c. Setelah timbangan siap, minta subjek untuk melepas pakaian luar (seperti jaket) serta aksesoris apa pun yang menambah bobot atau terbuat dari logam, termasuk jam tangan, cincin, gelang, kalung, dan kacamata. Untuk meminimalkan bias atau kesalahan pengukuran, idealnya subjek mengenakan pakaian yang ringan saat ditimbang.
- d. Selanjutnya, instruksikan pasien untuk menghadap ke depan sambil berdiri tegak di tengah timbangan.
- e. Pastikan subjek tidak bergerak dan tetap dalam posisi rileks.
- f. Catat hasil dalam kilogram (kg).

3. Cara Mengukur Tinggi Badan

- a. Posisikan kaki telanjang Anda di atas dasar stadiometer. Pastikan tubuh Anda tegak dan bahu Anda rileks.
- b. Pastikan alat ukur vertikal bersentuhan dengan tulang belikat, bokong, dan tumit Anda.
- c. Angkat dagu dan pandanglah lurus ke depan. Geser bagian kepala alat ukur ke bawah hingga menyentuh puncak kepala Anda.
- d. Setelah membaca hasil pengukuran tinggi badan, catatlah hasilnya.

4. Klasifikasi status gizi berdasarkan IMT

Kurus : <18,5
Normal : 18,5-24,9
Overweight : 25,0-29,9

Obesitas : > 30,0

K. Hubungan status gizi dengan resiko diabetes

Kondisi fisik yang muncul dari keseimbangan antara asupan dan penggunaan zat gizi dikenal sebagai status gizi. Mengukur indeks massa tubuh (IMT) orang dewasa merupakan salah satu cara untuk memantau status gizi mereka. IMT adalah metrik yang paling bermanfaat dan populer untuk mengetahui prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas pada orang dewasa. Menurut Kariadi (2022), obesitas merupakan faktor risiko diabetes melitus karena penumpukan lemak tubuh yang berlebihan dapat mengubah respons sel beta terhadap glukosa darah (Masruroh, 2018). Diabetes melitus tipe 2 lebih umum ditemukan pada populasi yang diteliti di Puskesmas Sidomulyo, Kota Samarinda telah terbukti berhubungan langsung dengan status gizi berlebih (Diabetes *et al.*, 2024).

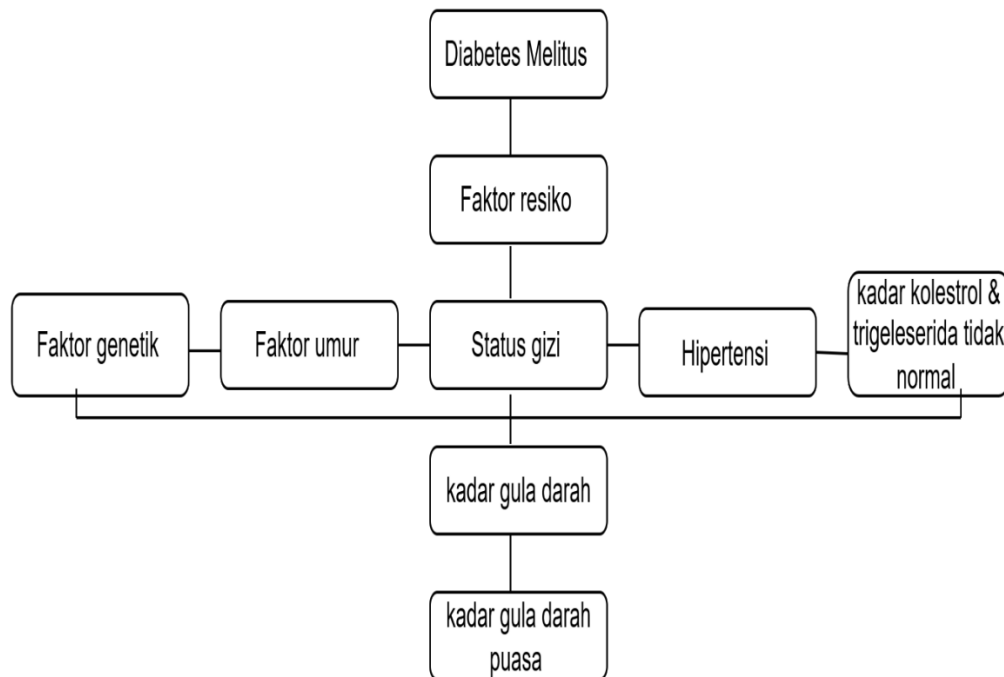
Hubungan obesitas dengan gangguan metabolisme karbohidrat, termasuk T2DM, terus menjadi perhatian besar, terutama karena perlunya mengembangkan pendekatan yang efektif untuk pencegahan organ target dan kerusakan kardiovaskular dan ginjal, karena hingga saat ini, keberadaan mekanisme umum untuk pembentukan komplikasi kardiovaskular dan nefropati yang bersifat metabolik telah terbukti (Pertseva *et al.*, 2021).

L. Food Recall

1. Pengertian Food Recall

Metode recall 24 jam adalah pencatatan jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi selama 24 jam terakhir. Pada dasarnya, metode ini melibatkan pencatatan konsumsi makanan terkini. Wawancara mendalam dilakukan untuk membantu responden mengingat secara tepat makanan apa saja yang telah mereka santap. Staf terlatih menggunakan kuesioner yang sistematis untuk melaksanakan wawancara tersebut.

M. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

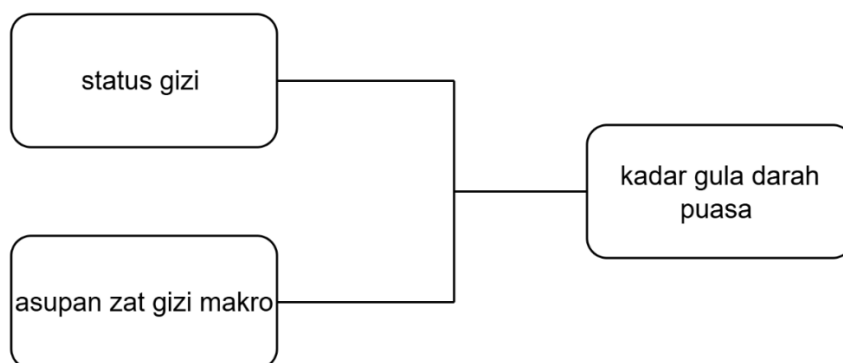
Sumber kerangka teori di modifikasi dari (Notoatmodjo, 2010)

N. Kerangka Konsep

hubungan antara gagasan-gagasan yang akan diukur atau diamati dalam penelitian yang dimaksud digambarkan oleh kerangka konseptual.

Variabel Independent

Variabel Dependen



Gambar 2. Kerangka Konsep

Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar glukosa darah puasa dipengaruhi oleh status gizi dan asupan zat gizi makro. Variabel terikat dalam penelitian ini, yaitu kadar glukosa darah puasa, dipengaruhi secara langsung oleh variabel bebas berupa asupan zat gizi makro dan status gizi.

O. Defenisi operasional

Tabel 1. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat ukur	Hasil ukur	Skala
Status gizi	Status gizi seseorang ditentukan oleh pengukuran dan penilaian antropometris.	Stadiometer digunakan untuk mengukur tinggi badan, sedangkan timbangan digital digunakan untuk mengukur berat badan.	IMT di kategorikan Dengan $BB(kg)/TB(m^2)$	Rasio
Asupan Zat gizi makro	Konsumsi umum makronutrien, khususnya karbohidrat, lemak, dan protein.	1. Formulir Food recall 2. Program nuty survei 3. mencatat konsumsi makanan selama periode 24 jam untuk tiga hari yang tidak berturut-turut.	...%	Rasio
Kadar gula darah puasa	Kadar gula darah puasa ditentukan dengan mengukur kadar glukosa (gula) darah setelah berpuasa atau tidak mengonsumsi apa pun yang mengandung kalori selama setidaknya delapan jam. Tes ini merupakan metode utama untuk mengevaluasi metabolisme glukosa tubuh. dan Biasanya, hal ini dilakukan pada pagi hari sebelum sarapan.	Chemistry Analyzer	Gr/dl	Rasio

P. Hipotesis

H_{a1}: Kadar gula darah puasa dan kesehatan gizi saling berkaitan.

H_{a2}: Konsumsi zat gizi makro dan kadar gula darah puasa saling berkorelasi.

H_{a3}: Konsumsi zat gizi makro dan kadar gula darah puasa saling berkorelasi.

