

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus

Diabetes melitus atau DM merupakan penyakit metabolisme karbohidrat yang khas dengan gejala-gejala kadar glukosa darah tinggi, glukosuria dan setelah beberapa tahun disertai dengan perubahan pada dinding pembuluh darah (American, 2011). DM adalah keadaan *hiperglikemia* (kadar gula darah tinggi) kronik disertai berbagai kelainan metabolik akibat gangguan hormon insulin, yang menimbulkan berbagai komplikasi kronik pada mata, ginjal, saraf dan pembuluh darah. Kriteria penderita DM yaitu bila kadar glukosa darah puasa > 110 mg/dl dan kadar glukosa darah 2 jam *post prandial* > 200 mg/dl (Perkeni, 2011).

WHO mengelompokkan DM menjadi dua kelompok utama, yaitu *Insulin Dependent Diabetes Melitus* (IDDM) atau *juvenile diabetes* dan *Non Insulin Dependent Diabetes Melitus* (NIDDM). Klasifikasi etiologis DM menurut Perkumpulan Endokrin Indonesia (Perkeni) adalah DM tipe 1, DM tipe 2, DM tipe lain, dan DM gestasional. DM tipe 1, umumnya timbul sebelum penderita berumur 40 tahun. Penderita mengalami kerusakan sel-sel pada pulau langerhans di dalam pankreas yang memproduksi insulin, umumnya kerusakan disebabkan gangguan sistem kekebalan tubuh yang disebut autoimun. DM tipe 2 atau NIDDM, tidak bergantung pada insulin, terjadi karena kombinasi dari “kecacatan dalam produksi insulin” atau adanya efek respon jaringan terhadap insulin. Diabetes tipe lain, terjadi karena etiologi lain misalnya pada defek genetik fungsi

sel beta, defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, penyakit metabolik endokrin lain, iatrogenik, infeksi virus, penyakit autoimun dan kelainan genetik lain. DM gestasional, terjadi selama masa kehamilan. Intoleransi glukosa didapati pertama kali pada masa kehamilan, biasanya pada trimester kedua dan ketiga. DM gestasional berhubungan dengan meningkatnya komplikasi perinatal. Penderita DM gestasional memiliki risiko lebih besar menderita DM yang menetap dalam jangka waktu 5-10 tahun setelah melahirkan (Perkeni, 2011).

Gejala klinis diabetes dikenal dengan istilah trio-*P*, yaitu poliuria, polidipsia, poliphagia. *Poliuri* (banyak kencing) merupakan gejala umum penderita DM, banyaknya kencing disebabkan kadar gula dalam darah yang berlebih sehingga merangsang tubuh mengeluarkan kelebihan gula tersebut melalui ginjal bersama urin. *Polidipsi* (banyak minum), merupakan akibat reaksi tubuh karena banyak mengeluarkan urin. Gejala ini sebenarnya merupakan usaha tubuh untuk menghindari kekurangan cairan (dehidrasi). *Poliphagi* (banyak makan), merupakan gejala yang dapat diamati, disebabkan berkurangnya cadangan gula dalam tubuh meskipun kadar gula dalam darah tinggi. Ketidakmampuan insulin menyalurkan gula sebagai sumber tenaga dalam tubuh membuat tubuh terasa lemas seperti kurang tenaga sehingga timbul hasrat ingin terus menerus makan untuk mencukupi kebutuhan tenaga. Gejala klinis lain seperti penurunan berat badan dan rasa lemah disebabkan kadar glukosa dalam darah tidak dapat masuk ke dalam. Sel kekurangan bahan bakar untuk menghasilkan tenaga akibatnya berat badan turun (Perkeni, 2011).

2.2 Senam Diabetes

Senam diabetes adalah senam fisik yang dirancang menurut usia dan merupakan bagian dari pengobatan diabetes (Persadia, 2000). Senam diabetes merupakan latihan jasmani bagi penderita diabetes dengan gerakan menyenangkan, tidak membosankan dan dapat diikuti semua kelompok umur sehingga menarik untuk dilakukan (Anisah, 2015).

Latihan jasmani merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan DM tipe 2 apabila tidak disertai adanya nefropati. Kegiatan jasmani sehari-hari dan latihan jasmani dilakukan secara teratur sebanyak 3-5 kali perminggu selama sekitar 30-45 menit, dengan total 150 menit perminggu. Jeda antar latihan tidak lebih dari 2 hari berturut-turut. Pemeriksaan glukosa darah dianjurkan dilakukan sebelum latihan jasmani. Apabila kadar glukosa darah 250 mg/dL dianjurkan untuk menunda latihan jasmani (Konsensus, 2015). Latihan jasmani dengan kadar glukosa darah yang tinggi akan meningkatkan sekresi glucagon, *growth* hormon dan katekolamin. Peningkatan hormon membuat hati melepas lebih banyak sehingga terjadi kenaikan kadar glukosa darah (Brunner dan Suddart, 2002).

Kegiatan sehari-hari atau aktivitas sehari-hari bukan termasuk dalam latihan jasmani meskipun dianjurkan untuk selalu aktif setiap hari. Latihan jasmani berguna untuk menjaga kebugaran, menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik dengan intensitas sedang (50- 70% denyut jantung maksimal) seperti jalan cepat, bersepeda santai, *jogging*, dan berenang.

Denyut jantung maksimal dihitung dengan cara mengurangi angka 220 dengan usia pasien. Penderita DM tanpa kontraindikasi (contoh: osteoarthritis, hipertensi yang tidak terkontrol, retinopati, nefropati) dianjurkan juga melakukan *resistance training* (latihan beban) 2-3 kali/perminggu sesuai dengan petunjuk dokter. Latihan jasmani sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kebugaran jasmani. Intensitas latihan jasmani pada penyandang DM yang relatif sehat bisa ditingkatkan, sedangkan pada penyandang DM yang disertai komplikasi intensitas latihan perlu dikurangi dan disesuaikan dengan masing-masing individu (Perkeni, 2015).

Prinsip latihan jasmani bagi penderita diabetes melitus adalah terus menerus (*continous*), berirama (*rytmichal*), selang-seling antara gerakan cepat dan lambat (*interval*), bertahap (*progresif*), dan latihan daya tahan (*ensurance*). Hal yang harus diperhatikan dalam latihan senam diabetes adalah pemanasan (*warming up*), latihan inti (*conditioning*), pendinginan (*cooling down*), peregangan (*streching*). Pemanasan dilakukan sebelum latihan yang bertujuan untuk mempersiapkan berbagai sistem tubuh sebelum memasuki latihan dan mengurangi cedera akibat olahraga. Pendinginan dilakukan untuk mencegah terjadinya penimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan rasa nyeri pada otot sesudah berolahraga atau pusing karena darah masih terkumpul pada otot yang aktif. Peregangan untuk melemaskan dan melenturkan otot-otot yang masih tegang dan lebih elastis (Ilyas dalam Anisah, 2015).

2.3 Glukosa Darah

Glukosa darah atau kadar gula darah merupakan istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa di dalam darah. Konsentrasi gula darah atau tingkat glukosa serum diatur dengan ketat di dalam tubuh. Glukosa atau kadar gula darah adalah suatu gula monosakarida, karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain di dalam tubuh seperti glikogen, ribose dan deoxiribose dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, dalam glikolipid, dan dalam glikoprotein dan proteoglikan (Murray *et al.*, 2009).

Kadar glukosa dalam darah dalam tubuh dijaga dalam jumlah konstan, dimana tubuh melakukan proses glikogenesis, glikogenolisis, dan glukoneogenesis. Proses-proses tersebut dikendalikan oleh sekresi hormon-hormon tertentu di dalam tubuh. Hormon tersebut akan memicu kerja enzim-enzim yang berperan dalam membentuk glikogen, memecah glikogen, ataupun membentuk glukosa.

Glikogenesis adalah pembentukan glikogen dari glukosa. Apabila terjadi peningkatan kadar glukosa dalam darah (misalnya beberapa saat setelah makan) maka pankreas akan mensekresikan hormon insulin yang akan menstimulasi penyimpanan glukosa dalam bentuk glikogen di dalam hati dan otot. Hormon insulin akan menstimulasi enzim glikogen sintase untuk memulai proses glikogenesis. Glikogenolisis merupakan proses pemecahan molekul glikogen menjadi glukosa. Apabila tubuh dalam keadaan lapar, tidak ada asupan makanan, kadar glukosa dalam darah akan menurun, glukosa diperoleh dengan memecah

glikogen menjadi glukosa yang kemudian digunakan untuk memproduksi energi.

Glukoneogenesis adalah proses sintesis (pembentukan) glukosa dari sumber bukan karbohidrat. Molekul yang umum sebagai bahan baku glukosa adalah asam piruvat, namun oxaloasetat dan dihidroxiaseton fosfat dapat juga menjalani proses glukoneogenesis. Glukoneogenesis terjadi terutama dalam hati dan dalam jumlah sedikit terjadi pada korteks ginjal. Sangat sedikit glukoneogenesis terjadi di otak, otot rangka, otot jantung dan beberapa jaringan lainnya. Umumnya glukoneogenesis terjadi pada organ-organ yang membutuhkan glukosa dalam jumlah banyak. *Glukoneogenesis* terjadi di hati untuk menjaga kadar glukosa darah tetap dalam kondisi normal. Metabolisme glukosa darah yang tidak normal dapat menyebabkan hiperglikemia dan hipoglikemia (Price, 2005).

Penyebab peningkatan kadar glukosa darah diantaranya pengaruh obat-obat kortison, *tiazid* dan "*loop*"- diuretik trauma atau stress dan kebiasaan merokok. Penyebab penurunan kadar glukosa darah antara lain aktifitas yang berat sebelum uji laboratorium, penundaan pemeriksaan dan penyimpanan sampel pada suhu kamar (Kee, 2013). Kadar glukosa dalam darah dipengaruhi oleh keseimbangan antara jumlah yang masuk dan yang keluar. Sumber glukosa ada tiga macam yaitu :

- a. Makanan yang mengandung karbohidrat, setelah dicerna dan diserap jenis makanan ini merupakan sumber glukosa tubuh yang paling penting.

- b. Glikogen, disimpan dalam otot dan hepar sebagai cadangan, kemudian dipecah untuk melepaskan glukosa.
- c. Sebagian asam amino dipecah oleh hepar untuk menghasilkan glukosa.

Ketiga proses tersebut tidak memerlukan insulin, setelah glukosa masuk ke dalam aliran darah, insulin diperlukan untuk memungkinkan glukosa meninggalkan darah dan masuk ke dalam jaringan. Glukosa yang meninggalkan aliran darah pada pasien non-diabetik digunakan melalui dua cara, yaitu a) Energi segera bagi jaringan. b) Energi simpanan sebagai glikogen dalam hepar dan otot serta lemak di dalam jaringan adiposa (Mary E Beck, 2011).

Kadar gula darah dapat mengalami penurunan, yang disebabkan : 1) Gizi kurang yang diperoleh tubuh dalam waktu cukup lama. 2) Tubuh menjalani latihan fisik terlalu berat. 3) Berlangsungnya absorpsi glukosa yang tidak lancar. 4) Kegiatan organ inti yang mengalami gangguan (adanya kerusakan). 5) Ginjal tidak berfungsi dengan baik sehingga mengalami kegagalan fungsi. 6) Kekurangan hormon, misal hormon kelenjar thyroid dan adrenal. 7) Hormon insulin bertambah atau meningkat. Kadar gula darah dapat mengalami peningkatan karena karbohidrat yang terserap melebihi kebutuhan bagi sumber energi, diabetes melitus, berlangsungnya depresi perasaan, dan berlangsungnya pembangkitan emosi yang berlebihan (Waspadji, 2007).

2.4 Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan kadar glukosa darah diantaranya pemeriksaan glukosa darah sewaktu (GDS), glukosa darah puasa (GDP), dan glukosa darah 2 jam setelah makan atau gula 2 jam post prandial dan pemeriksaan HbA1c yang merupakan pemeriksaan untuk mengetahui kondisi glukosa darah dalam tiga bulan terakhir. Glukosa darah puasa adalah sampel darah yang diambil ketika tidak ada asupan kalori selama paling sedikit 8 jam puasa (Sacher, 2009). Hasil pemeriksaan Glukosa Darah Puasa (GDP) ≥ 126 mg/dl dapat digunakan untuk pedoman diagnosis DM (Suzane, 2011).

Pemeriksaan glukosa darah berfungsi sebagai uji saring (skrining), diagnostik, dan pengendalian (monitoring). Tes saring, digunakan untuk mendeteksi kasus diabetes melitus sedini mungkin sehingga dapat dicegah kemungkinan terjadinya komplikasi kronik akibat penyakit ini. Tes saring biasanya menggunakan glukosa darah sewaktu. Tes diagnostik bertujuan untuk memastikan diagnosis diabetes melitus pada individu dengan keluhan klinis khas diabetes melitus, atau mereka yang terdiagnosis pada tes saring. Tes diagnostik ini biasanya mengambil glukosa darah puasa dan glukosa darah dua jam post prandial sebagai sampel pemeriksaan. Tes pengendalian, bertujuan untuk memantau keberhasilan pengobatan yang mencegah terjadinya komplikasi kronik. Tingkat keberhasilan proses terapi pengobatan dapat diketahui dengan pemeriksaan glukosa darah sewaktu, glukosa darah puasa dan glukosa darah dua jam post prandial, apabila pemeriksaan glukosa darah dua jam post prandial abnormal maka dapat dilakukan pemeriksaan tes toleransi glukosa oral (Hardjoeno, 2007).

Spesimen atau bahan pemeriksaan kadar glukosa darah adalah serum, plasma, dan darah lengkap (*whole blood*) yang mengandung semua komponen darah secara utuh, baik plasma maupun sel darah lainnya. Pengukuran kadar glukosa darah dapat dilakukan dengan metode kimia dan enzimatik. Pengukuran dengan metode kimia didasarkan atas kemampuan reduksi. Metode ini sudah jarang dipakai karena spesifitas pemeriksaan rendah. Metode enzimatik merupakan metode yang sekarang digunakan, memberikan hasil spesifitas yang tinggi, karena hanya glukosa yang terukur. Cara ini digunakan untuk menentukan nilai batas, terdapat dua macam metode enzimatik yang digunakan yaitu *glucose oxidase* dan metode *hexokinase* (Depkes, 2005).

a. Metode *glucose oxidase*

Prinsip pemeriksaan : enzim glukosa oksidase mengkatalisis reaksi oksidasi menjadi glukono lakton dan hidrogen peroksida.

Glukosa + O₂ Glukosa Oksidase O – glukono – lakton + H₂O₂. Penambahan enzim peroksidase dan aseptor oksigen kromogenik seperti O - dianiside.

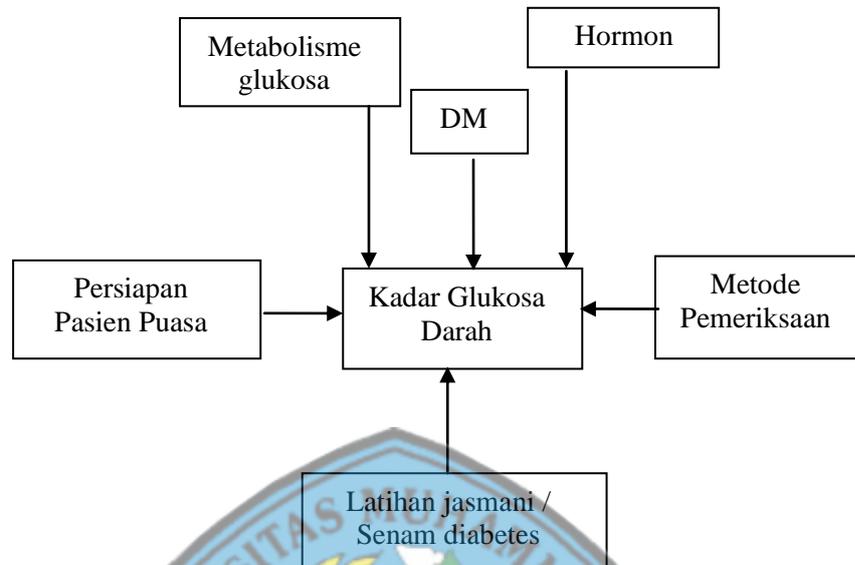
O – Dianisidine (red) + H₂ O₂ Peroksidase O – Dianinine (oks) + H₂ O₂

b. Metode *hexokinase*, merupakan metode pengukuran kadar gula darah yang dianjurkan WHO dan IFCC. Laboratorium yang ikut PNPME-K (±10%) menggunakan metode ini untuk pemeriksaan gula darah. Prinsip pemeriksaan adalah *hexokinase* akan mengkatalis reaksi fosforilasi glukosa dengan ATP membentuk glukosa-6-fosfat dan ADP. Enzim kedua yaitu glukosa-6-fosfat dehidrogenase mengkatalisis oksidasi glukosa-6-fosfat dengan *nicotinamide adenine dinocleotide phosphate* (NADP⁺) (Depkes, 2005).

Metode pemeriksaan glukosa darah yang dapat dilakukan secara mandiri oleh pasien DM adalah alat *Point of Care Test (POCT)*, yang merupakan alat pemeriksaan laboratorium sederhana, dirancang hanya untuk penggunaan sampel darah kapiler, bukan untuk sampel serum atau plasma. Strip katalisator spesifik untuk pengukuran glukosa dalam darah kapiler. Prinsip pemeriksaan adalah strip test diletakkan pada alat, ketika darah ditetaskan pada zona reaksi tes strip, katalisator glukosa akan mereduksi glukosa dalam darah. Intensitas dari elektron yang terbentuk dalam alat strip setara dengan konsentrasi gula dalam darah (Suryaatmadja, 2003).



2.5 Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

2.7 Hipotesis

Ada perbedaan bermakna kadar glukosa darah puasa sebelum dan sesudah senam diabetes.