

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Definisi

Diabetes Mellitus (DM) dapat diartikan sebagai suatu penyakit yang tidak menular yang ditandai dengan peningkatan konsentrasi kadar gula darah yang disertai ketidaknormalan metabolisme karbohidrat, protein, lemak serta adanya komplikasi makrovaskular dan mikrovaskular (Inzucchi, 2004). Peningkatan kadar gula darah ini dipengaruhi oleh kerja insulin secara absolut maupun relatif (Suryono, 2004).

Diabetes Mellitus (DM) adalah suatu penyakit dimana kadar glukosa (gula sederhana) di dalam darah tinggi karena tubuh tidak dapat melepaskan atau menggunakan insulin secara cukup. Insulin adalah hormon yang dilepaskan oleh pankreas, yang bertanggung jawab dalam mempertahankan kadar gula darah yang normal. Insulin memasukkan gula dalam sel sehingga bisa menghasilkan energi atau disimpan sebagai cadangan energi (Putri, 2009).

Diabetes Mellitus (DM) juga merupakan suatu penyakit dimana kadar glukosa di dalam darah cukup tinggi karena tubuh tidak dapat melepaskan atau menggunakan insulin secara cukup. Insulin adalah hormon yang dilepaskan oleh pankreas, yang bertanggung jawab dalam mempertahankan kadar glukosa darah yang normal. Insulin memasukkan

gula dalam sel, sehingga bisa menghasilkan energi atau disimpan sebagai cadangan energi. Secara definisi medis, diabetes mellitus (DM) meluas kepada suatu kumpulan gejala yang timbul pada seseorang yang disebabkan oleh karena adanya peningkatan kadar glukosa darah akibat kekurangan insulin baik yang sifatnya absolut maupun relatif (Tjandra, 2007).

Diabetes Mellitus (DM) adalah peningkatan kadar glukosa darah yang disebabkan kelainan pada sel beta di pulau-pulau Langerhans kelenjar pankreas. Pankreas adalah kelenjar yang memproduksi insulin. Jumlah hormon insulin yang terbatas akan mengakibatkan diabetes, selain hormon insulin yang diproduksi oleh pankreas ada hormon yang penting lainnya yang disebut hormon glukagon (Fox & Kilvert, 2010)

2. Faktor Penyebab

Menurut Maulana (2008), Diabetes Mellitus (DM) disebabkan karena kurangnya produksi insulin didalam tubuh sehingga akan menyebabkan gangguan fungsi insulin didalam tubuh. Kurangnya insulin disebabkan oleh adanya kerusakan sebagian kecil atau sebagian besar sel-sel beta pada langerhans dalam kelenjar pankreas yang berfungsi menghasilkan insulin.

Beberapa faktor risiko yang mempengaruhi Diabetes Mellitus (DM), diantaranya (Tjandra, 2007):

a. Genetik atau keturunan

Diabetes Mellitus (DM) cenderung diturunkan atau diwariskan, bukan ditularkan. Anggota keluarga penderita DM memiliki kemungkinan lebih besar terserang penyakit ini dibandingkan dengan anggota keluarga yang tidak menderita. Penyakit genetik atau keturunan adalah sebuah kondisi yang disebabkan oleh kelainan satu atau lebih gen yang menyebabkan sebuah kondisi fenotipe klinis. Banyak ahli menyimpulkan bahwa penyakit diabetes mellitus memang ada kaitannya dengan faktor keturunan. Apalagi seseorang yang kedua orang tuanya menderita diabetes mellitus sudah hampir dipastikan anaknya juga akan menderita diabetes. Faktor genetik DM tipe I tidak diturunkan, namun faktor genetik menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan dapat menyebabkan penyakit ini. Sebanyak kurang lebih 40 sindrom penyakit akibat genetik salah satunya adalah Diabetes Mellitus (DM). (Tjandra, 2007).

Menurut Yangsoo & Eisenbarth (2000), anak dengan ayah DM tipe I tiga kali lebih beresiko dibandingkan dengan anak yang memiliki ibu dengan DM tipe I. Sekitar 60% kemungkinan mudahnya terkena DM tipe I ini ada hubungannya dengan *Human Leukocyte Antigen* atau biasa disebut HLA pada kromosom 6. Beberapa alel gen juga berpengaruh, misalnya: DR3, DR4, dan DQ 8. Teori Mekanisme Autoimun menyebutkan bahwa kehadiran HLA menyebabkan kerusakan pada sistem imun yang apabila terpapar pada faktor presipitasi seperti virus, bakteri, bahan kimia dan bahkan diet yang

tidak baik dapat menyebabkan seseorang menderita DM Tipe I. Antibodi sel Islet dalam pankreas (ICSAs) ditemukan sebanyak 70% - 85% pada pasien yang baru saja terdiagnosa DM Tipe I.

Diabetes Tipe II lebih banyak terkait dengan faktor riwayat keluarga atau keturunan daripada DM Tipe I. Pada DM Tipe I, kemungkinan orang terkena diabetes hanya 3 – 5 persen bila orang tua atau saudaranya adalah pengidap diabetes. Namun bila penderita diabetes mempunyai saudara kembar satu telur (*identical twins*), kemungkinan saudaranya terkena DM Tipe I adalah 35 – 40%.

Pada DM Tipe II, bila saudara *identical twins* mengidap diabetes tipe II, kemungkinan juga akan terkena diabetes adalah 90%. Bila salah satu orang tua terkena diabetes, kemungkinannya 40% anak juga menderita diabetes. Apabila kedua orang tua terkena diabetes, kemungkinan anak menderita diabetes menjadi lebih dari 50%.

Banyak penelitian yang dilakukan untuk mencari petanda genetik pada kromosom penderita diabetes tipe I dan II, dan ditemukan pada penderita diabetes tipe I memang ada gen yang terkait dengan terjadinya diabetes. Hal ini penting untuk melakukan *screening* dalam keluarga guna mendeteksi diabetes sedini mungkin.

b. Ras atau etnis

Beberapa ras tertentu, seperti suku Indian di Amerika, Hispanik, dan orang Amerika di Afrika, mempunyai risiko lebih besar terkena diabetes Tipe II. Kebanyakan orang dari ras-ras tersebut dulunya

adalah pemburu dan petani dan biasanya kurus. Namun, sekarang makanan lebih banyak dan gerak badannya makin berkurang sehingga banyak mengalami obesitas sampai diabetes dan tekanan darah tinggi.

Pada orang-orang Amerika di Afrika (*African Americans*) pada usia di atas 45 tahun, mereka yang kulit hitam, terutama wanita, lebih sering terkena diabetes 1,4 – 2,3 kali daripada mereka yang kulit putih, dari 1963 sampai 1985, kenaikan angka kejadian diabetes adalah dua kali lipat pada kulit putih dan tiga kali lipat pada kulit hitam.

Suku Amerika Hispanik, terutama di Meksiko, juga mempunyai risiko tinggi terkena diabetes 2 – 3 kali lebih sering daripada non-hispanik, terutama kaum wanitanya. Orang Asia di Cina, Filipina, Jepang, India, Korea dan Vietnam, serta yang tinggal di kepulauan Pasifik (Hawaii, Samoa, dan Guaman) juga mempunyai risiko lebih tinggi terkena diabetes.

Diabetes tipe 1 pada orang Finlandia mencapai 40% dari populasi. Di negara-negara Eropa, seperti Norwegia, Irlandia, Swedia, Denmark, dan Skotlandia, angka diabetes tipe 1 mencapai lebih dari 20 persen. Angka yang serupa ditemukan pula di Selandia Baru dan Australia. Pada orang hitam di Amerika, angka diabetes tipe II mencapai lebih dari 20% populasi, demikian pula pada suku Maori di Selandia Baru.

c. Obesitas

Kegemukan adalah faktor risiko yang paling penting untuk diperhatikan. Sebab, melonjaknya angka kejadian diabetes tipe II sangat terkait dengan obesitas. Menurunkan berat badan bukan sekedar soal diet, tetapi juga menyangkut perubahan gaya hidup, olahraga, meninggalkan *sedentary life* atau hidup santai. Semua ini harus dilakukan dengan penuh disiplin, kesabaran, dan ketekunan.

Lebih dari 8 diantara 10 penderita diabetes tipe II adalah mereka yang kelewat gemuk. Makin banyak jaringan lemak, jaringan tubuh dan otot akan makin resisten terhadap kerja insulin (*insulin resistance*), terutama bila lemak tubuh atau kelebihan berat badan terkumpul di daerah sentral atau perut (*central obesity*). Lemak ini akan memblokir kerja insulin sehingga glukosa tidak dapat diangkut ke dalam sel dan menumpuk dalam peredaran darah.

Pada umumnya, dengan menurunkan berat badan, glukosa darah juga menjadi lebih baik, bahkan kembali normal. Perlu diingat bahwa meskipun berat badan menurun sedikit demi sedikit, itu sudah cukup bermanfaat untuk menurunkan kadar glukosa darah dan obat-obatan pun akan bekerja dengan lebih baik.

d. Metabolik sindrom

Sekitar 15 tahun yang lalu disebut sebagai *syndrome X*, yaitu keadaan seseorang yang gemuk, menderita tekanan darah tinggi, dan mempunyai kandungan gula dan lemak yang tinggi dalam darahnya.

Menurut WHO (*World Health Organization*) dan *National Cholesterol Education Program : Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III), orang yang menderita *metabolic syndrome* adalah mereka yang punya kelainan seperti: tekanan darah tinggi lebih dari 160/90 mmHg, trigliserida darah lebih dari 150 mg/dl, kolesterol HDL kurang dari 40 mg/dl, obesitas sentral dengan BMI lebih dari 30, lingkar pinggang melebihi 102 cm pada pria atau melebihi 88 cm pada wanita, atau sudah terdapat mikroalbuminuria.

Metabolic syndrome makin banyak ditemukan di masyarakat modern ini. Gaya hidup sekarang yang kurang gerak dan banyak makan menyebabkan makin banyak orang yang mengidap diabetes, hipertensi, obesitas, stroke, sakit jantung, nyeri sendi, dan lain-lain.

e. Kurang gerak badan

Makin kurang gerak badan, makin mudah seseorang terkena diabetes. Olahraga atau aktivitas fisik membantu untuk mengontrol berat badan. Glukosa darah dibakar menjadi energi. Sel-sel tubuh menjadi lebih sensitif terhadap insulin. Peredaran darah lebih baik dan risiko terjadinya diabetes tipe II akan turun sampai 50%.

Keuntungan lain yang dapat diperoleh dari olahraga adalah bertambahnya massa otot. Biasanya 70 – 90% glukosa darah diserap oleh otot. Pada orang tua atau yang kurang gerak badan, massa otot berkurang sehingga pemakaian glukosa berkurang dan gula darah pun akan meningkat.

i. Infeksi

Pada kasus diabetes tipe I yang terjadi pada anak, seringkali didahului dengan infeksi flu atau batuk pilek yang berulang-ulang. Penyebabnya adalah infeksi oleh virus, seperti *mumps* dan *Coxsackie*, yang dapat merusak sel pankreas dan menimbulkan diabetes. Seringkali keadaan ini tidak diwaspadai. Tanpa disadari, si anak tiba-tiba kondisinya merosot, kejang atau koma karena glukosa darah tinggi, anak ini harus segera diobati dengan insulin.

j. Stres

Sukar bagi kita menghubungkan pengaruh stres dengan timbulnya diabetes. Namun, yang pasti adalah bahwa stres yang hebat, seperti halnya infeksi yang hebat, trauma hebat, operasi besar, atau penyakit berat lainnya, menyebabkan hormon *counter-insulin* (yang kerjanya berlawanan dengan insulin) lebih aktif. Akibatnya, glukosa darah pun akan meningkat. Diabetes sekunder ini biasanya hilang bila pengaruh stressnya teratasi. Diabetes ini kadang ditemukan secara kebetulan pada waktu si pasien memeriksakan glukosa darahnya.

k. Pemakaian obat-obatan

Beberapa obat dapat meningkatkan kadar glukosa darah, dan bahkan bisa menyebabkan diabetes. Bila seseorang mempunyai risiko terkena diabetes, maka harus memakai beberapa jenis obat-obatan dengan sangat hati-hati. Perlu menanyakan atau berkonsultasi dengan dokter terlebih dahulu tentang kemungkinan mengganti obat. Obat-

obatan yang dapat menaikkan glukosa darah antara lain adalah hormon steroid, beberapa obat antihipertensi dan obat untuk menurunkan kolesterol.

3. Gejala

Setiap orang mempunyai kepekaan yang berbeda dan kadang tidak merasakan adanya perubahan dalam dirinya. Keluhan seperti rasa capek atau lemah tidak jarang ditemukan, dan kerap kali dianggap sebagai akibat dari kurang tidur, depresi, atau usia yang bertambah tua. Banyak orang menjadi kaget dan cemas ketika mengetahui bahwa ternyata dirinya adalah pengidap penyakit diabetes. Ini disebabkan karena selain keluhan dan gejala berjalan perlahan dan tidak terasakan, juga karena gejalanya bervariasi, tergantung organ mana yang terkena. Maka wajar bahwa tidak sedikit orang mengetahui dirinya terkena diabetes setelah beberapa tahun, dan datang ke dokter setelah mengalami komplikasi. Terdapat dua keluhan utama atau klasik akibat glukosa darah yang tinggi. Pertama, glukosa yang tinggi akan menarik air keluar lewat kencing, sehingga kencing menjadi sering dan banyak. Kedua, akibat banyak kencing, pasien merasa sangat haus. Beberapa gejala yang umum dijumpai pada penderita diabetes mellitus diantaranya (Tjandra, 2007) :

a. Banyak kencing

Ginjal tidak dapat menyerap kembali glukosa yang berlebihan di dalam darah. Glukosa ini akan menarik air ke luar dari jaringan.

Akibatnya, selain kencing menjadi sering dan banyak, penderita akan merasa dehidrasi atau kekurangan cairan.

b. Rasa haus

Untuk mengatasi dehidrasi dan rasa haus yang ditimbulkannya, penderita Diabetes Mellitus (DM) akan banyak minum dan terus minum. Kesalahan yang sering dijumpai adalah bahwa untuk mengatasi rasa haus, anda mencari *soft drink* yang manis dan segar. Akibatnya, glukosa darah makin naik dan hal ini dapat menimbulkan komplikasi akut yang membahayakan.

c. Berat badan turun

Sebagai kompensasi dari dehidrasi dan banyak minum, penderita mungkin akan mengalami banyak makan. Memang pada mulanya berat badan makin meningkat, tetapi lama kelamaan otot tidak mendapat cukup glukosa untuk tumbuh dan mendapat energi. Maka jaringan otot dan lemak harus dipecah untuk memenuhi kebutuhan energi. Berat badan menjadi turun, meskipun anda banyak makan. Keadaan ini makin diperburuk oleh adanya komplikasi yang timbul kemudian. Badan kurus banyak dijumpai pada penderita diabetes tipe I. Pada penderita diabetes tipe II, kebanyakan penderitanya pada awalnya masih berbadan gemuk, tetapi dikemudian hari berat badannya turun.

d. Rasa seperti flu dan lemah

Keluhan diabetes dapat menyerupai sakit flu, rasa capek, lemah dan nafsu makan menurun. Pada diabetes, gula bukan lagi sumber energi karena glukosa tidak dapat diangkut ke dalam sel untuk menjadi energi.

e. Mata kabur

Glukosa darah yang tinggi akan menarik pula cairan dari dalam lensa mata sehingga lensa menjadi tipis. Mata penderita diabetes pun mengalami kesulitan untuk fokus dan penglihatan menjadi kabur. Apabila penderita bisa mengontrol glukosa darah dengan baik, penglihatan bisa membaik karena lensa kembali normal. Inilah sebabnya orang yang menderita diabetes sering berganti-ganti ukuran kacamata karena glukosa naik-turun dan tidak terkontrol dengan baik.

f. Luka yang sukar sembuh

Penyebab luka yang sukar sembuh adalah: (1) infeksi yang hebat, kuman atau jamur yang mudah tumbuh pada kondisi gula darah yang tinggi; (2) kerusakan dinding pembuluh darah, aliran darah yang tidak lancar pada kapiler (pembuluh darah kecil) yang menghambat penyembuhan luka, dan (3) kerusakan saraf dan luka yang tidak terasa menyebabkan penderita diabetes tidak menaruh perhatian padanya dan membiarkannya makin membusuk.

g. Rasa semutan

Kerusakan saraf yang disebabkan oleh glukosa yang tinggi merusak dinding pembuluh darah dan akan mengganggu nutrisi pada saraf. Karena yang rusak adalah saraf sensoris, keluhan yang paling sering muncul adalah rasa semutan atau tidak berasa, terutama pada tangan dan kaki. Selanjutnya bisa timbul rasa nyeri pada anggota tubuh, betis, kaki, tangan dan lengan, bahkan kadang terasa seperti terbakar.

h. Gusi merah dan bengkak

Kemampuan rongga mulut penderita Diabetes Mellitus (DM) menjadi lemah untuk melawan infeksi. Maka gusi membengkak dan menjadi merah, muncul infeksi dan gigi tampak tidak rata dan mudah tanggal.

i. Kulit terasa kering dan gatal

Kulit terasa kering, sering gatal dan infeksi. Keluhan ini biasanya menjadi penyebab si pasien datang memeriksakan diri ke dokter kulit, lalu baru ditemukan adanya diabetes.

j. Mudah kena infeksi

Lekosit (sel darah putih) yang biasanya dipakai untuk melawan infeksi tidak dapat berfungsi dengan baik jika glukosa darah tinggi. Diabetes membuat penderita mudah terkena infeksi.

k. Gatal pada kemaluan

Infeksi jamur juga menyukai suasana glukosa tinggi. Vagina mudah terkena infeksi jamur, mengeluarkan cairan kental putih kekuningan, serta timbul rasa gatal.

4. Jenis-jenis Diabetes Mellitus (DM)

Ada dua jenis utama diabetes yang dikenal selama ini, yaitu diabetes tipe 1 dan diabetes tipe 2 yang dapat diuraikan lebih lanjut sebagai berikut (Fox dan Kilvert, 2010):

a. Diabetes tipe 1

Diabetes yang tergantung pada insulin. Diabetes jenis ini biasanya muncul pada usia muda di bawah 40 tahun, tetapi dapat juga terjadi pada berbagai usia. Penanganannya adalah dengan pemberian suntikan insulin dan pengaturan pola makan.

Diabetes tipe 1 adalah salah satu kelompok kondisi yang dikena; sebagai gangguan autoimun karena antibodi menyerang berbagai organ dan mengganggu fungsi normalnya. Protein yang disebut antibodi dibentuk untuk melawan bagian tubuh tertentu, termasuk kelenjar endokrin (kelenjar yang memproduksi hormon). Antibodi mengganggu produksi hormon dan biasanya mengakibatkan kegagalan dari kelenjar tertentu.

Pada diabetes tipe 1, antibodi dibentuk untuk melawan sel-sel pulau langerhans pankreas yang bertanggung jawab memproduksi insulin. Contoh lain gangguan endokrin autoimun adalah penyakit tiroid dan penyakit addison (kegagalan kelenjar adrenal). Kondisi autoimun lain yang terkait dengan diabetes tipe 1 adalah mencakup anemia pernisiiosa (kegagalan untuk menyerap vitamin B12), penyakit coeliac (sensitivitas gluten), dan vitiligo (kelainan pigmentasi kulit).

Kelompok kondisi tersebut terhubung dengan sebuah penyebab yang sama, tetapi sangat jarang bagi seseorang untuk memiliki lebih dari dua gangguan tersebut. Penyakit tersebut sering terjadi didalam sebuah keluarga.

Diabetes tipe 1 terjadi pada sekitar 3 per 1000 orang sepuluh kali lebih jarang dibanding diabetes tipe 2. Kadang-kadang mungkin saja untuk mengidentifikasi orang dengan peningkatan risiko diabetes tipe 1 menggunakan tes genetik. Namun, tes ini tidak mudah untuk dilakukan dan dalam praktiknya hanya digunakan dalam proyek penelitian. Secara mengejutkan, tidaklah mudah menemukan angka risiko yang tepat untuk memiliki diabetes yang diwarisi dari ayah. Kebanyakan ahli setuju risikonya adalah antara 5% - 10%. Untuk beberapa alasan yang tidak dapat dijelaskan, risiko akan lebih rendah jika ibu menderita diabetes hanya 2 - 3%. Jika kedua orang tua menderita diabetes, maka risiko anak terkena diabetes tipe 1 adalah sebesar 30%. Meskipun demikian, diabetes tipe 1 biasanya tidak terjadi dalam satu keluarga dan hanya sekitar 10% dari penderita diabetes tipe 1 memiliki kerabat dekat dengan kondisi yang sama.

b. Diabetes tipe 2

Diabetes yang tidak tergantung pada insulin. Diabetes jenis ini biasanya muncul pada orang-orang yang berusia lebih dari 40 tahun. Penderita dapat saja tidak mengalami diabetes selama bertahun-tahun dan merasa sehat. Diabetes pada orang berusia lanjut sering ditemukan

secara tidak sengaja dan biasanya akan menjadi lebih baik dengan mengatur pola makan atau meminum obat. Namun, dengan berjalannya waktu, sebagian besar penderita akan memerlukan terapi insulin.

Diabetes tipe 2 umumnya disebabkan oleh obesitas (kegemukan). Obesitas sangat berhubungan erat dengan kemampuan insulin dalam bekerja. Hal ini menjadi awal dari proses terjadinya diabetes tipe 2. Diabetes jenis ini sekarang umum dijumpai pada remaja dan anak-anak karena adanya peningkatan jumlah obesitas pada mereka. Perawatan diabetes jenis ini dapat dilakukan dengan pemberian obat dan diet, dan setelah beberapa tahun penderita diberikan suntikan insulin.

Persamaan antara Diabetes insipidus dan Diabetes Mellitus adalah keduanya menghasilkan urine dalam jumlah yang banyak. Diabetes insipidus jarang terjadi karena penyakit disebabkan oleh ketidaknormalan kelenjar bawah otak, bukan karena kelainan kelenjar pankreas. Berbeda dengan ketidaknormalan pankreas pada Diabetes Mellitus (DM), ketidaknormalan kelenjar bawah otak tidak mempengaruhi fungsi organ lainnya dan tidak menyebabkan penyakit komplikasi dalam waktu yang lama.

Wanita hamil dapat mengalami peningkatan jumlah glukosa dalam darah. Glukosa yang berlebih tersebut dialirkan melalui plasenta menuju janin. Hal ini menyebabkan bayi mengalami kegemukan dalam

kandungan. Setelah lahir, bayi terbebas dari asupan gula yang berlebih dan berisiko mengidap gula darah rendah atau hipoglisemia.

Wanita yang mengalami diabetes selama masa kehamilan disebut diabetes gestasional. Pada umumnya, mereka akan terbebas dari diabetes jenis ini setelah melahirkan, tetapi terdapat beberapa kasus diabetes yang berlanjut. Untuk itu, diperlukan tambahan insulin untuk menjaga kadar gula dalam darah agar nantinya bayi dapat lahir dengan berat badan normal. Sehingga dapat dikatakan bahwa wanita hamil berpotensi mengidap diabetes tipe 2.

5. Patofisiologi

a. Diabetes tipe 1

Pada diabetes tipe 1 terdapat ketidakmampuan untuk menghasilkan insulin karena sel-sel beta pankreas telah dihancurkan oleh proses autoimun. Hiperglikemia-puasa terjadi akibat produksi glukosa yang tidak terukur oleh hati. Disamping itu, glukosa yang berasal dari makanan tidak dapat disimpan dalam hati meskipun tetap berada dalam darah dan menimbulkan hiperglikemia *postprandial* (sesudah makan) (Brunner & Srudath, 2002).

Jika konsentrasi glukosa dalam darah cukup tinggi, ginjal tidak dapat menyerap kembali semua glukosa yang tersaring keluar, akibatnya glukosa tersebut muncul dalam darah (glukosuria). Ketika glukosa yang berlebihan diekskresikan ke dalam urin, ekskresi ini akan disertai dengan pengeluaran cairan dan elektrolit yang berlebihan.

Keadaan ini dinamakan diuresis osmotik. Sebagai akibat kehilangan cairan yang berlebihan, pasien akan mengalami peningkatan dalam berkemih (poliuria) dan rasa haus (polidipsia).

Defisiensi insulin juga mengganggu metabolisme protein dan lemak yang menyebabkan penurunan berat badan. Pasien dapat mengalami peningkatan selera makan (polifagia) akibat menurunnya simpanan kalori. Gejala lainnya mencakup kelelahan dan kelemahan.

Dalam keadaan normal, insulin mengendalikan glikogenolisis (pemecahan glukosa yang disimpan) dan glukoneogenesis (pembentukan glukosa baru dari asam-asam amino dan substansi lain), namun pada penderita defisiensi insulin, proses ini akan terjadi tanpa hambatan dan lebih lanjut turut menimbulkan hiperglikemia. Disamping itu akan terjadi pemecahan lemak yang mengakibatkan peningkatan produksi badan keton yang merupakan produksi samping pemecahan lemak. Badan keton merupakan asam yang mengganggu keseimbangan asam-basa tubuh apabila jumlahnya berlebihan. Ketoasidosis diabetik yang diakibatkannya dapat menyebabkan tanda dan gejala seperti nyeri abdomen, mual, muntah, hiperventilasi, napas berbau aseton, dan bila tidak ditangani akan menimbulkan perubahan kesadaran, koma dan bahkan kematian. Pemberian insulin bersama dengan cairan dan elektrolit sesuai kebutuhan akan memperbaiki dengan cepat kelainan metabolik tersebut dan mengatasi gejala hiperglikemia serta ketoasidosis. Diet dan latihan disertai pemantauan

kadar glukosa darah yang sering merupakan komponen terapi yang penting (Brunner & Srudath, 2002).

b. Diabetes tipe 2

Pada diabetes tipe 2 terdapat dua masalah utama yang berhubungan dengan insulin, yaitu resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin. Normalnya insulin akan terikat dengan reseptor khusus pada permukaan sel. Sebagai akibat terikatnya insulin dengan reseptor tersebut, terjadi suatu rangkaian reaksi dalam metabolisme glukosa di dalam sel. Resistensi insulin pada diabetes tipe 2 disertai dengan penurunan reaksi intrasel ini. Dengan demikian insulin menjadi tidak efektif untuk menstimulasi pengambilan glukosa oleh jaringan (Brunner & Srudath, 2002).

Untuk mengatasi resistensi insulin dan mencegah terbentuknya glukosa dalam darah, harus terdapat peningkatan jumlah insulin yang disekresikan. Pada penderita toleransi glukosa terganggu, keadaan ini terjadi akibat sekresi insulin yang berlebihan, dan kadar glukosa akan dipertahankan dalam tingkat normal atau sedikit meningkat. Namun demikian, jika sel-sel beta tidak mampu mengimbangi peningkatan kebutuhan akan insulin, maka kadar glukosa akan meningkat dan terjadi diabetes tipe 2 (Brunner & Srudath, 2002).

Meskipun terjadi gangguan sekresi insulin yang merupakan ciri khas diabetes tipe 2, namun masih terdapat insulin dalam yang adekuat untuk mencegah pemecahan lemak dan produksi badan keton yang

menyertainya. Karena itu, ketoasidosis diabetik tidak terjadi pada diabetes tipe 2. Meskipun demikian, diabetes tipe 2 yang tidak terkontrol dapat menimbulkan masalah akut lainnya yang dinamakan sindrom hiperglikemik hiperosmoler nonketotik (HHNK) (Brunner & Srudath, 2002).

Diabetes tipe 2 paling sering terjadi pada penderita diabetes yang berusia lebih dari 30 tahun dan obesitas. Akibat intoleransi glukosa yang berlangsung lambat (selama bertahun-tahun) dan progresif, maka awitan diabetes tipe 2 dapat berjalan tanpa terdeteksi. Jika gejalanya dialami oleh pasien, gejala tersebut sering bersifat ringan dan dapat mencakup kelelahan, iritabilitas, poliuria, polidipsia, luka pada kulit yang lama sembuh, infeksi vagina atau pandangan yang kabur.

Untuk sebagian besar pasien (> 75%) penyakit diabetes tipe 2 yang dideritanya ditemukan secara tidak sengaja (misalnya, pada pasien yang menjalani pemeriksaan rutin laboratorium). Salah satu konsekuensi tidak terdeteksinya penyakit ini selama bertahun-tahun adalah komplikasi diabetes jangka panjang (misalnya, kelainan mata, neuropati perifer, kelainan vaskuler perifer) mungkin sudah terjadi sebelum diagnosis ditegakkan (Brunner & Srudath, 2002).

Penanganan primer diabetes tipe 2 adalah dengan menurunkan berat badan, karena resistensi insulin berkaitan dengan obesitas. Latihan merupakan unsur yang penting pula untuk meningkatkan efektivitas insulin. Obat hipoglikemia oral dapat ditambahkan jika diet

dan latihan tidak berhasil mengendalikan kadar glukosa darah. Jika penggunaan obat oral dengan dosis maksimal tidak berhasil menurunkan kadar glukosa hingga tingkat yang memuaskan, maka insulin dapat digunakan. Sebagian pasien memerlukan insulin untuk sementara waktu selama periode stress fisiologik yang akut, seperti selama sakit atau pembedahan (Brunner & Srudath, 2002).

6. Diagnosis

Adanya kadar glukosa darah meningkat secara abnormal merupakan kriteria yang melandasi penegakan diagnosis diabetes. Kadar gula darah plasma pada waktu puasa (gula darah nuchter) yang besarnya di atas 140 mg/dl (SI : 7,8 mmol/L) atau kadar gula darah sewaktu (gula darah random) yang di atas 200 mg/dl (SI : 11,1 mmol/l) pada satu kali pemeriksaan atau lebih merupakan kriteria diagnostik penyakit diabetes. Jika kadar gula darah puasanya normal atau mendekati normal, penegakan diagnosis harus berdasarkan tes toleransi glukosa (Brunner & Srudath, 2002).

a. Tes toleransi glukosa

Tes toleransi glukosa oral merupakan pemeriksaan yang lebih sensitif daripada tes toleransi glukosa intravena yang hanya digunakan dalam situasi tertentu (misalnya, untuk pasien yang pernah menjalani operasi lambung). Tes toleransi glukosa oral dilakukan dengan pemberian larutan karbohidrat sederhana.

Pasien mengkonsumsi makanan tinggi karbohidrat (150 hingga 300 gram) selama tiga hari sebelum tes dilakukan. Sesudah berpuasa pada malam hari, keesokan harinya sampel darah diambil. Kemudian karbohidrat sebanyak 75 gram yang biasanya dalam bentuk minuman (seperti Glucola, minuman yang mengandung gula dan soda) diberikan kepada pasien. Pasien diberi tahu untuk duduk diam selama tes dilaksanakan dan menghindari latihan, rokok, kopi serta makanan lain kecuali air putih.

WHO merekomendasikan pengambilan sampel 2 jam sesudah konsumsi glukosa. Rekomendasi dari *National Diabetes Data Group* mencakup pula pengambilan sampel darah, 30 dan 60 menit sesudah konsumsi glukosa. Beberapa faktor yang mempengaruhi tes toleransi glukosa oral, yang mencakup metode analisis, sumber spesimen) darah utuh, plasma atau serum, darah kapiler atau vena), diet, tingkat aktivitas, lama tirah baring, adanya penyakit kronis, pengobatan dan jumlah glukosa yang dikonsumsi. Diet, tingkat aktivitas dan penggunaan obat pada lansia merupakan masalah khusus yang harus diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil tes.

Persiapan diet sebelum menjalani sangat penting karena asupan makanan dapat mempengaruhi hasil tes. Kepada pasien mungkin perlu diberikan petunjuk tertulis untuk memastikan asupan karbohidrat yang diperlukan. Jika dietnya normal dan berat badan pasien stabil, konsumsi 150 gram karbohidrat/hari biasanya telah mencukupi.

Obat-obatan yang telah mempengaruhi toleransi glukosa harus dihentikan pemberiannya. Jika mungkin, selama sekitar 3 hari sebelum tes dilaksanakan. Ada empat macam obat yang umum diresepkan dan akan mempengaruhi hasil tes toleransi glukosa oral : diuretik (biasanya thiazida), kortikosteroid, estrogen sintetik dan fenitoin (dilantin). Obat lain yang mempengaruhi adalah asam nikotinat dosis tinggi, alkohol dan penggunaan salisilat serta inhibitor monoamina oksidase/MAO (khususnya derivat hidrazin) dalam waktu lama.

Beberapa situasi khusus yang mempengaruhi tes toleransi glukosa oral adalah kehamilan, pembedahan lambung dan usia lanjut. Modifikasi khusus terdapat pada kriteria diagnostik untuk pasien yang hamil. Pada pasien yang pernah menjalani pembedahan lambung, tes toleransi glukosa intravena diperlukan karena larutan glukosa yang diberikan per oral akan masuk ke dalam usus kecil dengan cepat sehingga terjadi absorpsi glukosa yang cepat dan kadar glukosa abnormal.

b. Pertimbangan gerontologi

Kenaikan kadar glukosa darah tampak berhubungan dengan usia dan terjadi pada laki-laki maupun wanita di seluruh dunia. Kenaikan glukosa darah timbul pada dekade usia kelima dan frekuensinya meningkat bersamaan dengan penambahan usia. Apabila lansia dengan diabetes yang nyata tidak ikut diperhitungkan dalam statistik, kurang

lebih 10% hingga 30% lansia memiliki hiperglikemia yang berhubungan dengan usia.

Pertanyaan yang timbul kemudian adalah apakah hiperglikemia yang berhubungan dengan usia itu merupakan bagian dari proses penuaan yang normal dan apakah bersifat benigna ataukah patologis sehingga memerlukan intervensi terapeutik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa keadaan hiperglikemia tersebut merupakan kelainan patologis karena menimbulkan komplikasi makrovaskuler.

Penyebab perubahan yang berhubungan dengan usia pada metabolisme karbohidrat masih belum terpecahkan. Tampaknya penyerapan yang lambat dari traktus gastrointestinal bukan faktor penyebab. Kemungkinan faktor penyebab lainnya adalah diet yang buruk, kurangnya aktifitas fisik, penurunan *lean body mass* dimana karbohidrat yang dikonsumsi dapat disimpan, perubahan sekresi insulin dan resistensi insulin.

7. Penatalaksanaan

Tujuan utama terapi diabetes adalah mencoba menormalkan aktivitas insulin dan kadar glukosa darah dalam upaya mengurangi terjadinya komplikasi vaskuler serta neuropatik. Tujuan terapeutik pada setiap tipe diabetes adalah mencapai kadar glukosa darah normal (euglikemia) tanpa terjadinya hipoglikemia dan gangguan serius pada pola aktivitas pasien (American Diabetes Association, 2004).

Ada lima komponen dalam penatalaksanaan diabetes, yaitu: diet, latihan, pemantauan, terapi (jika diperlukan) dan pendidikan. Kelima penatalaksanaan diabetes tersebut dapat diuraikan sebagai berikut (Brunner & Sruddath, 2002):

a. Diet

Diet dan pengendalian berat badan merupakan dasar dari penatalaksanaan diabetes. Penatalaksanaan nutrisi pada penderita diabetes diarahkan untuk mencapai tujuan berikut ini.

- 1) Memberikan semua unsur makanan esensial (misalnya vitamin, mineral).
- 2) Mencapai dan mempertahankan berat badan yang sesuai.
- 3) Memenuhi kebutuhan energi.
- 4) Mencegah fluktuasi kadar glukosa darah setiap harinya dengan mengupayakan kadar glukosa darah mendekati normal melalui cara-cara yang aman dan praktis.
- 5) Menurunkan kadar lemak darah jika kadar ini meningkat.

Bagi pasien yang memerlukan insulin untuk membantu mengendalikan kadar glukosa darah, upaya mempertahankan konsistensi jumlah kalori dan karbohidrat yang dikonsumsi pada jam-jam makan yang berbeda merupakan hal penting. Disamping itu, konsistensi interval waktu diantara jam makan dengan mengkonsumsi camilan (jika diperlukan), akan membantu mencegah reaksi hipoglikemia dan pengendalian keseluruhan kadar glukosa darah.

Bagian pasien-pasien obesitas (khususnya pasien diabetes tipe 2), penurunan berat badan merupakan kunci dalam penanganan diabetes. Secara umum penurunan berat badan bagi individu obesitas menjadi faktor utama untuk mencegah timbulnya penyakit diabetes. Obesitas akan disertai dengan peningkatan resistensi terhadap insulin dan merupakan salah satu faktor etiologi utama yang menyertai diabetes tipe 2. Sebagian penderita diabetes tipe 2 yang obesitas dan memerlukan insulin atau obat oral untuk mengendalikan kadar glukosa darah mungkin dapat mengurangi secara signifikan atau bahkan menghapus sama sekali kebutuhan terapi melalui penurunan berat badan. Bahkan penurunan berat badan yang hanya 10% dari total berat badan dapat memperbaiki kadar glukosa darah secara signifikan (American Diabetes Association).

Untuk pasien-pasien diabetes yang obesitas dan tidak menggunakan insulin, konsistensi dalam hal volume makanan atau penentuan jam makan tidak begitu menentukan. Sebaliknya, fokus utamanya adalah penurunan keseluruhan jumlah kalori yang dimakan. Namun demikian, pasien tidak boleh terlambat untuk makan. Pengaturan jarak waktu makan di sepanjang hari akan membuat pankreas dapat melakukan fungsinya dengan lebih teratur.

Kepatuhan jangka panjang terhadap perencanaan makan merupakan salah satu aspek penting menimbulkan tantangan dalam penatalaksanaan diabetes. Bagi pasien obesitas, tindakan membatasi

kalori yang moderat mungkin lebih realistik. Bagi pasien yang berat badannya sudah turun, upaya mempertahankan berat badan sering lebih sulit dikerjakan. Untuk membantu pasien ini dalam mengikutsertakan kebiasaan diet yang baru ke dalam gaya hidupnya, maka keikutsertaannya dalam terapi perilaku, dukungan kelompok dan penyuluhan gizi yang berkelanjutan sangat dianjurkan.

Bagi semua penderita diabetes, perencanaan makan harus mempertimbangkan pula kegemaran pasien terhadap makanan tertentu, gaya hidup, jam-jam makan yang biasanya diikuti dan latar belakang etnik serta budayanya. Bagi pasien yang mendapatkan terapi insulin intensif, penentuan jam makan dan banyaknya makanan mungkin lebih fleksibel dengan cara mengatur perubahan kebiasaan makan serta latihan.

b. Latihan

Latihan sangat penting dalam penatalaksanaan diabetes karena efeknya dapat menurunkan kadar glukosa darah dan mengurangi faktor risiko kardiovaskuler. Latihan akan menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan pengambilan glukosa oleh otot dan memperbaiki pemakaian insulin (Vitahealth, 2005)

Sirkulasi darah dan tonus otot juga diperbaiki dengan berolahraga. Latihan dengan cara melawan tahanan (*resistance training*) dapat meningkatkan *lean body mass* dan dengan demikian menambah laju metabolisme istirahat (*resting metabolic rate*). Semua efek ini sangat

bermanfaat pada diabetes karena dapat mempertahankan kesegaran tubuh. Latihan juga akan mengubah kadar lemak yaitu meningkatkan kadar HDL-kolesterol dan menurunkan kadar kolesterol total serta trigliserida. Semua manfaat ini sangat penting bagi penyandang diabetes mengingat adanya peningkatan risiko untuk terkena penyakit kardiovaskuler pada diabetes.

Meskipun demikian, penderita diabetes dengan kadar glukosa darah lebih dari 250 mg/dl (14 mmol/L) dan menunjukkan adanya keton dalam urin memperlihatkan hasil negatif dan kadar glukosa darah telah mendekati normal. Latihan dengan kadar glukosa darah yang tinggi akan meningkatkan sekresi glukagon, *growth hormone* dan katekolamin. Peningkatan hormon ini membuat hati melepaskan lebih banyak glukosa sehingga terjadi peningkatan kadar glukosa darah.

Mula-mula pasien yang memerlukan insulin harus mendapatkan penjelasan untuk makan camilan yang mengandung 15 gram karbohidrat (satu pengganti buah) atau camilan karbihidrat kompleks disertai protein sebelum melakukan latihan ringan. Camilan ini dimakan untuk mencegah hipoglikemia dapat terjadi secara tidak terduga. Jumlah makanan yang diperlukan bervariasi untuk masing-masing individu dan harus ditentukan berdasarkan hasil pemantauan kadar glukosa darah. Sebagian pasien menyatakan bahwa mereka tidak memerlukan makanan camilan sebelum latihan jika latihan tersebut dilakukan 1 hingga 2 jam sesudah makan. Pasien lainnya mungkin

mebutuhkan ekstra makanan tanpa tergantung saat latihan. Jika makanan tambahan diperlukan, kebutuhan ini harus dimasukkan dalam rencana makan reguler.

Masalah yang potensial pada pasien yang menggunakan insulin adalah hipoglikemia yang dapat terjadi beberapa jam setelah latihan. Untuk menghindari komplikasi hipoglikemia pasca latihan, khususnya jika latihan yang dilakukannya berat, maka pasien tersebut harus mengkonsumsi makanan camilan pada akhir latihan. Di samping itu, pasien mungkin harus mengurangi dosis insulinnya yang akan memuncak pada saat latihan.

Pasien yang ikut serta dalam latihan yang panjang harus memeriksa kadar glukosa darah sebelum, selama dan sesudah periode latihan tersebut. Mereka harus makan camilan yang mengandung karbohidrat jika diperlukan, untuk mempertahankan kadar glukosa darah. Peserta lain atau pengamat latihan harus menyadari bahwa individu yang melakukan latihan tersebut menderita diabetes, dan mereka juga harus mengetahui bantuan apa yang perlu diberikan jika terjadi hipoglikemia yang berat.

Pada penyandang diabetes tipe 2 yang obesitas, latihan dan penatalaksanaan diet akan memperbaiki metabolisme glukosa serta meningkatkan penghilangan lemak tubuh. Latihan yang digabung dengan penurunan berat akan memperbaiki sensitivitas insulin dan menurunkan kebutuhan pasien akan insulin atau obat hipoglikemia

oral. Pada akhirnya, toleransi glukosa dapat kembali normal. Penderita diabetes tipe 2 yang tidak menggunakan insulin atau obat oral mungkin tidak memerlukan makanan ekstra sebelum melakukan latihan.

Kepada penderita diabetes untuk selalu diajarkan melakukan latihan pada saat yang sama (sebaiknya ketika kadar glukosa darah mencapai puncaknya) dan intensitas yang sama setiap hari. Latihan yang dilakukan setiap hari secara teratur lebih dianjurkan daripada latihan sporadik. Rekomendasi latihan jasmani bagi penderita yang mengalami komplikasi diabetik seperti retinopati, neuropati otonom, neuropati sensorimotorik dan penyakit kardiovaskuler harus diubah sesuai kondisinya.

Peningkatan tekanan darah yang menyertai latihan dapat memperburuk retinopati diabetik dan meningkatkan risiko terjadinya perdarahan ke dalam korpus vitreus atau retina. Pada penderita penyakit iskemik jantung terdapat risiko untuk terjadinya serangan agina atau infark miokard. Latihan dengan menghindari kemungkinan trauma pada ekstremitas bawah sangat penting bagi pasien yang mengalami rasa baal akibat neuropati.

Secara umum dianjurkan agar lamanya periode latihan ditingkatkan secara bertahap. Bagi banyak pasien, berjalan merupakan bentuk latihan yang aman dan bermanfaat karena tidak memerlukan alat khusus (kecuali sepatu yang sesuai) serta dapat dilakukan di mana

saja. Penderita diabetes harus membicarakan program latihan dengan dokter sebelum melakukan latihan tersebut.

Jika pasien berusia lebih dari 30 tahun dan memiliki dua atau lebih faktor risiko untuk terkena penyakit jantung, tes stres latihan perlu dianjurkan. Faktor risiko untuk penyakit jantung mencakup hipertensi, obesitas, kadar kolesterol yang tinggi, hasil EKG istirahat yang abnormal, gaya hidup sedentari (tidak banyak bergerak), kebiasaan merokok dan riwayat penyakit jantung dalam keluarga.

c. Pemantauan

1) Pemantauan kadar glukosa darah secara mandiri

Dengan melakukan pemantauan kadar glukosa darah secara mandiri (SMBG; *Self Monitoring of Blood Glucose*), penderita diabetes kini dapat memantau terapinya untuk mengendalikan kadar glukosa darah dalam kondisi optimal. Cara ini memungkinkan deteksi dan pencegahan hipoglikemia serta hiperglikemia, dan berperan dalam menentukan kadar glukosa darah normal yang kemungkinan akan mengurangi komplikasi diabetes jangka panjang.

Berbagai metode kini tersedia untuk melakukan pemantauan mandiri kadar glukosa darah. Kebanyakan metode tersebut mencakup pengambilan setetes darah dari ujung jari tangan, aplikasi darah tersebut pada strip pereaksi khusus, dan kemudian darah tersebut dibiarkan pada strip selama periode waktu tertentu

(biasanya antara 45 sampai 60 detik sesuai ketentuan pabrik). Bantalan pada pereaksi strip akan berubah warnanya dan kemudian dapat dicocokkan dengan peta warna pada kemasan produk atau disisipkan ke dalam alat pengukur yang memperlihatkan angka digital kadar glukosa darah.

Beberapa alat penentuan kadar glukosa darah tidak lagi menggunakan tahap pengapusan darah dari strip. Strip tersebut pertama-tama dimasukkan ke dalam alat pengukur sebelum darah ditempelkan pada strip. Setelah darah melekat pada strip, darah tersebut dibiarkan selama pelaksanaan tes. Alat pengukur akan memperlihatkan kadar glukosa darah dalam waktu yang singkat (kurang dari 1 menit). Salah satu produk terbaru menggunakan cartridge sensor glukosa (sebagai pengganti strip) yang ditetesi darah. Tipe alat pengukur ini memberikan hasil pengukuran kadar glukosa darah dalam waktu yang lebih singkat, dan kebanyakan diantaranya memiliki alat pengatur waktu otomatis yang tidak perlu diaktifkan oleh pemakainya. Alat pengukur tersebut telah dikembangkan sehingga dapat digunakan oleh pasien dengan gangguan pada penglihatan. Alat ini memiliki komponen audio yang membantu pasien dalam melakukan tes dan mengetahui hasilnya.

Metode pemantauan glukosa darah secara mandiri harus sesuai dengan tingkat ketrampilan pasien. Faktor-faktor yang

mempengaruhi pemantauan mandiri glukosa darah mencakup ketajaman penglihatan, koordinasi motorik yang baik, kemampuan intelektual, kebiasaan dalam menggunakan teknologi, kemauan dan biaya.

Metode visual merupakan metode yang paling murah dan tidak banyak memerlukan banyak peralatan. Namun demikian, metode ini membutuhkan kemampuan untuk membedakan warna dan ketepatan dalam mengatur waktu pelaksanaan prosedur pemeriksaan. Alat pengukur pada umumnya mahal (paling tidak pada permulaannya), tetapi dapat menghilangkan aspek subyektif dalam upaya mencocokkan warna secara visual.

Alat pengukur yang memerlukan asupan darah dari strip memiliki lebih banyak tahapan yang harus dilakukan. Meskipun demikian, alat ini memungkinkan pengecekan ganda hasil-hasilnya lewat pembacaan strip secara visual. Alat pengukur generasi terbaru yang tidak memerlukan apusan darah dari strip umumnya lebih mudah digunakan. Namun, sebagian besar alat ini tidak memiliki metode pendukung untuk menilai hasil-hasil pengukuran secara visual.

Bahaya potensial yang mengancam semua metode pemantauan mandiri glukosa darah terletak pada kemungkinan bahwa pasien mencatat dan melaporkan hasil pemeriksaan glukosa darah yang

salah sebagai akibat dari penggunaan teknik yang salah. Beberapa sumber kekeliruan yang sering terjadi, diantaranya:

- a) Aplikasi darah yang tidak benar (misalnya, tetesannya terlalu sedikit).
- b) Pengaturan waktunya tidak benar.
- c) Pengapusan darah yang tidak benar (misalnya mengapus terlalu kuat atau mengapus tanpa menggunakan bahan yang dianjurkan untuk pengapusan).
- d) Pembersihan dan pemeliharaan alat pengukur yang tidak benar (misalnya, membiarkan debu atau darah bertumpuk pada jendela optik).

Bagi sebagian besar pasien yang memerlukan insulin, pemeriksaan kadar glukosa darah sebanyak dua hingga empat kali dalam sehari dapat dianjurkan (biasanya pemeriksaan dilakukan sebelum makan dan pada saat akan tidur malam). Bagi pasien yang menggunakan insulin sebelum makan, diperlukan sedikitnya tiga kali pemeriksaan per hari untuk menentukan dosis yang aman. Pasien yang tidak memakai insulin diperbolehkan untuk mengukur kadar glukosa darahnya minimal dua hingga tiga kali per minggu. Tes ini dianjurkan bagi pasien yang dicurigai mengalami hipoglikemia atau hiperglikemia.

Pasien harus diberitahukan agar menyimpan hasil pemeriksaan glukosa darah dalam buku catatan atau *log book* sehingga pasien

tersebut dapat mengetahui pola kenaikan glukosa darahnya. Jadwal pemeriksaan yang ideal adalah 30 menit sebelum makan dan pada saat akan tidur malam. Pasien yang mendapat suntikan insulin pada saat akan tidur malam atau menggunakan pompa infus insulin harus memeriksakan kadar glukosa darahnya pada pukul 03.00 pagi seminggu sekali untuk mengetahui bahwa kadar glukosa darah tidak mengalami penurunan di malam hari (Galting, 2005).

Jadi pasien tidak bersedia atau tidak mampu untuk melakukan pemeriksaan dengan sering, maka pemeriksaan satu atau dua kali sehari mungkin sudah adekuat jika waktu pemeriksaannya divariasikan (misalnya, pemeriksaan sebelum sarapan pada hari pertama, pemeriksaan sebelum makan siang pada hari berikutnya, dan seterusnya).

Kecenderungan untuk menghentikan pemantauan mandiri glukosa darah dapat terlihat pada pasien yang tidak pernah mendapatkan instruksi tentang cara memanfaatkan hasil pemantauan untuk mengubah terapi. Instruksi dapat bervariasi sesuai dengan tingkat pemahaman pasien dan filosofi dokter tentang penatalaksanaan diabetes. Pasien dengan terapi insulin yang intensif harus mempelajari cara penggunaan algoritma (alur tindakan yang harus diambil) untuk mengubah dosis insulin berdasarkan pola rentang nilai kadar glukosa darah.

2) Pemeriksaan urin untuk glukosa

Sebelum adanya metode pemantauan mandiri glukosa darah, pemeriksaan glukosa urin merupakan satu-satunya cara untuk memantau diabetes setiap harinya. Pada saat ini, pemeriksaan glukosa urin hanya terbatas pada pasien yang tidak bersedia atau tidak mampu untuk melakukan pemeriksaan glukosa darah.

Prosedur yang umum dilakukan meliputi aplikasi urin pada strip atau tablet pereaksi dan mencocokkan warna pada strip dengan peta warna. Kekurangan pada pemeriksaan urin adalah:

- a) Hasil tidak mencerminkan kadar glukosa darah pada saat pemeriksaan;
- b) Hipoglikemia tidak mungkin terdeteksi karena hasil glukosa urin yang negatif dapat terjadi apabila kadar glukosa darah berkisar dari 0 hingga 180 mg/dl (10mmol/L) atau lebih;
- c) Pasien dapat mempunyai anggapan yang salah bahwa kadar glukosanya terkendali dengan baik jika hasilnya selalu negatif;
- d) Berbagai macam obat (misalnya, aspirin, vitamin C, beberapa antibiotik) dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan glukosa urin;
- e) Pada lansia dan penderita penyakit ginjal, ambang ginjal (yaitu, kadar glukosa darah saat glukosa muncul dalam urin) akan meningkat, sehingga, hasil pembacaan negatif-palsu dapat

terjadi seiring dengan kenaikan kadar glukosa darah yang cukup serius.

Keuntungan pada pemeriksaan glukosa urin terletak pada biaya yang murah dan sifatnya yang noninvasif daripada metode pemantauan mandiri glukosa darah.

3) Pemeriksaan urin untuk keton

Senyawa-senyawa keton (atau badan keton) dalam urin merupakan sinyal yang memberitahukan bahwa pengendalian kadar glukosa darah pada diabetes tipe I sedang mengalami kemunduran. Apabila insulin dengan jumlah yang efektif mulai berkurang, tubuh akan mulai memecah simpanan lemaknya untuk menghasilkan energi. Badan keton merupakan produk sampingan proses pemecahan lemak ini, dan senyawa-senyawa keton tersebut bertumpuk dalam darah serta urin. Satu-satunya metode yang digunakan untuk memantau adanya badan keton secara mandiri oleh pasien adalah pemeriksaan urin.

Metode yang paling sering dilakukan untuk mendeteksi ketonuria adalah penggunaan *dipstick* urin (Ketostix atau Chemstrip uK) yang mengukur salah satu tipe badan keton. Bantalan pereaksi pada strip akan berubah warna menjadi keunguan bila terdapat senyawa keton. Juga terdapat strip untuk mengukur glukosa dan keton. Jumlah keton yang besar dapat menekan pembentukan warna pada daerah pengujian glukosa.

Pemeriksaan keton urin harus dilakukan pada saat penderita diabetes tipe 1 mengalami glukosuria atau kenaikan kadar glukosa darah yang tidak dapat dijelaskan (lebih dari 250 mg/dl atau 14 mmol/L), dan pada keadaan sakit serta hamil.

4) Terapi

Sebagaimana dinyatakan sebelumnya, hormon insulin disekresikan oleh sel-sel beta pulau Langerhans. Hormon ini bekerja untuk menurunkan kadar glukosa darah post-prandial dengan mempermudah pengambilan serta penggunaan glukosa oleh sel-sel otot, lemak dan hati. Selama periode puasa, insulin menghambat pemecahan simpanan glukosa, protein dan lemak.

Pada diabetes tipe 1, tubuh kehilangan kemampuan untuk memproduksi insulin. Dengan demikian, insulin eksogenus harus diberikan dalam jumlah tak terbatas. Pada diabetes tipe 2, insulin mungkin diperlukan sebagai terapi jangka panjang untuk mengendalikan kadar glukosa darah jika diet dan obat hipoglikemia oral tidak berhasil mengontrolnya. Disamping itu, sebagian pasien diabetes tipe 2 yang biasanya mengendalikan kadar glukosa darah dengan diet atau dengan obat oral kadang membutuhkan insulin secara temporer selama mengalami sakit, infeksi, kehamilan, pembedahan atau beberapa kejadian stress lainnya (Drury, 2005).

suntikan per hari), kadar glukosa darah pasien mungkin masih di atas normal. Pendekatan ini cocok untuk pasien lansia yang rapuh dan memiliki sakit terminal dengan kemampuan yang terbatas untuk merawat diri sendiri, atau bagi setiap pasien yang enggan atau tidak mampu untuk terlibat dalam aktivitas penanganan sendiri (Drury, 2005).

6) Pemberian secara intensif

Pendekatan kedua adalah menggunakan cara pemberian insulin yang lebih kompleks (dua hingga empat kali suntikan per hari) untuk mencapai kadar glukosa darah yang sebesar mungkin tetapi aman dan praktis. Tindakan untuk mempertahankan kadar glukosa darah sedekat mungkin dengan nilai normal akan mencegah atau memperlambat perkembangan komplikasi diabetes jangka panjang. Alasan lain pemakaian teknik pemberian insulin yang lebih kompleks adalah untuk memberikan fleksibilitas yang lebih besar kepada pasien dalam mengubah dosis insulinnya setiap hari sesuai dengan perubahan pola makan serta aktivitasnya dan menurut variasi kebutuhan terhadap kadar glukosa darah yang ada (Tandra H, 2005).

Terapi yang intensif (tiga hingga empat kali suntikan per hari) mengurangi risiko komplikasi, namun tidak semua penyandang diabetes merupakan calon bagi pelaksanaan pengendalian kadar glukosa darah yang ketat, antara lain:

- a) Penderita neuropati otonom (penyakit pada saraf otonom) yang menyebabkannya mengalami hipoglikemia tanpa disadari;
- b) Pasien-pasien yang mengalami hipoglikemia berat yang berkali-kali;
- c) Pasien-pasien dengan komplikasi diabetes yang permanen dan ireversibel (yaitu, kebutaan akibat retinopati atau gagal ginjal kronis yang memerlukan dialisis);
- d) Pasien dengan komplikasi serebrovaskuler dan kardiovaskuler;
- e) Pasien yang tidak bertanggung jawab penuh atas perawatannya sendiri.

Tindakan melibatkan pasien diabetes dalam pengambilan keputusan yang berhubungan dengan pemberian insulin merupakan tindakan yang sangat penting. Pasien harus membandingkan manfaat dari berbagai cara pemberian insulin dengan biayanya (seperti waktu yang dibutuhkan, jumlah suntikan atau penusukan ujung jari untuk pemeriksaan kadar glukosa darah, penyimpanan catatan, dan lain-lain). Pedoman khusus mengenai cara pemberian yang sesuai belum tersedia. Kita tidak boleh berasumsi bahwa seorang pasien lansia atau pasien dengan gangguan penglihatan secara otomatis harus mendapat terapi insulin yang disederhanakan. Demikian pula, kita tidak boleh beranggapan bahwa semua pasien muda mempunyai keinginan untuk dilibatkan dalam terapi insulin yang kompleks.

Perawat berperan penting dalam mendidik pasien mengenai tersedianya berbagai alternatif pendekatan dalam terapi insulin. Perawat harus merujuk pasien kepada spesialis diabetes atau pusat-pusat pendidikan diabetes untuk memperoleh pendidikan dan pelatihan lebih lanjut tentang berbagai cara pemberian insulin.

7) Pendidikan

Diabetes Mellitus (DM) merupakan sakit kronis yang memerlukan perilaku penanganan mandiri yang khusus seumur hidup. Karena diet, aktivitas fisik dan stress fisik serta emosional dapat mempengaruhi pengendalian diabetes, maka pasien harus belajar untuk mengatur keseimbangan berbagai faktor. Pasien bukan hanya harus belajar ketrampilan untuk merawat diri sendiri setiap hari guna menghindari penurunan atau kenaikan kadar glukosa darah yang mendadak, tetapi juga harus memiliki perilaku preventif dalam gaya hidup untuk menghindari komplikasi diabetik jangka panjang. Penghargaan pasien tentang pentingnya pengetahuan dan ketrampilan yang harus dimiliki oleh penderita diabetes dapat membantu perawat dalam melakukan pendidikan dan penyuluhan.

Pendekatan umum untuk mengelola pendidikan diabetes adalah dengan membagi informasi dan ketrampilan menjadi dua tipe utama, yaitu : (1) ketrampilan serta informasi yang bersifat dasar (*basic*), dan (2) pendidikan tingkat lanjut (*advanced or*

continuing education). Informasi yang bersifat dasar secara harfiah berarti bahwa pasien harus mengetahui bagaimana “bertahan hidup” yaitu dengan cara menghindari komplikasi hipoglikemia atau hiperglikemia yang berat setelah pulang dari rumah sakit.

Informasi yang diberikan mencakup:

a) Patofisiologi sederhana

- (1) Definisi diabetes;
- (2) Batas-batas kadar glukosa darah yang normal;
- (3) Efek terapis insulin dan latihan;
- (4) Efek makanan dan stres, yang mencakup keadaan sakit dan infeksi;
- (5) Dasar pendekatan terapi.

b) Cara-cara terapi

- (1) Pemberian insulin;
- (2) Dasar-dasar diet;
- (3) Pemantauan kadar glukosa darah, keton urin;

c) Pengenalan, penanganan dan pencegahan komplikasi akut

- (1) Hipoglikemia;
- (2) Hiperglikemia

d) Informasi yang pragmatis

- (1) Dimana membeli dan menyimpan insulin, semprit, alat-alat untuk memantau kadar glukosa darah;
- (2) Kapan dan bagaimana cara menghubungi dokter.

Pendidikan tingkat lanjut mencakup pengajaran yang lebih rinci tentang ketrampilan bertahan hidup (seperti belajar memodifikasi diet serta insulin dan persiapan untuk perjalanan) disamping pendidikan tentang tindakan preventif untuk menghindari komplikasi diabetes jangka panjang. Tindakan preventif tersebut mencakup : perawatan kaki, perawatan mata, higiene umum (misalnya perawatan kulit dan kebersihan mulut) dan penanganan faktor risiko (mengendalikan tekanan darah dan kadar lemak darah, menormalkan kadar glukosa darah).

Pendidikan yang lebih lanjut dapat mencakup penggunaan berbagai metode alternatif pemberian insulin (misalnya, pompa insulin dan algoritma atau kaidah dalam pengambilan keputusan guna mengevaluasi serta menyesuaikan dosis insulin). Sebagai contoh, pasien dapat diajarkan untuk meningkatkan atau menurunkan dosis insulin menurut pola kadar glukosa selama beberapa hari.

Banyaknya pendidikan diabetes lanjutan yang akan diberikan tergantung pada minat dan kemampuan pasien. Namun demikian, materi tentang tindakan preventif (khususnya perawatan kaki dan mata) merupakan materi wajib dan sangat penting untuk mengurangi insidens amputasi atau kebutaan pada penderita diabetes.

8. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peningkatan Glukosa Darah

Beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan glukosa darah, diantaranya sebagai berikut:

a. Stres

Stres dan Diabetes Mellitus (DM) memiliki hubungan yang sangat erat. Kehidupan dan gaya hidup tidak sehat sangat berpengaruh, ditambah dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat dan berbagai penyakit yang sedang diderita menyebabkan penurunan kondisi seseorang sehingga memicu terjadinya stress (Vranic *et al*, 2000).

Stres pada penderita Diabetes Mellitus (DM) dapat berakibat gangguan pada pengontrolan kadar gula darah. Pada keadaan stres akan terjadi peningkatan ekskresi hormon katekolamin, glukagon, glukokortikoid, β -endorfin dan hormon pertumbuhan. Stress menyebabkan produksi berlebih pada kortisol, yaitu suatu hormon yang melawan efek insulin dan menyebabkan kadar gula darah tinggi, jika seseorang mengalami stress berat yang dihasilkan dalam tubuhnya, maka kortisol yang dihasilkan akan semakin banyak, ini akan mengurangi sensitivitas tubuh terhadap insulin. Kortisol merupakan musuh dari insulin sehingga membuat glukosa lebih sulit untuk masuk sel dan meningkatkan gula darah (Watkins, 2010).

b. Diet

Diet pada penderita diabetes sangat penting, selain membantu menjaga agar berat badan menjadi normal, dengan diet dapat mengontrol gula darah. Diet tinggi protein, rendah garam, rendah karbohidrat, rendah kalium, akan sangat membantu penderita untuk menjaga gula darahnya, penderita diabetes harus mengetahui berapa kalori yang dibutuhkan oleh tubuh, agar tidak berlebihan di dalam tubuh, perlu konsisten dalam waktu makan harus pada jam yang sama dengan jumlah yang sama serta komposisi karbohidrat, protein dan lemak dalam porsi yang sama. Menjaga pola makan atau diet akan memberikan banyak manfaat selain menjaga kontrol gula darah agar tetap di batas normal, juga memberikan berat badan yang normal, merasa jauh lebih enak dan tidak merasa lemas. Bagi penderita diabetes, diet memberikan manfaat utama berupa menjaga kadar glukosa darah tetap dalam kisaran optimal (Bruner & Suddarth, 2002).

c. Exercise

Exercise/olahraga sangat berpengaruh dengan kenaikan gula darah, dengan kurang gerakan badan, makin mudah seseorang terkena diabetes. Olahraga membantu kita untuk mengendalikan berat badan. Glukosa dibakar menjadi energi, dan sel-sel tubuh menjadi lebih sensitif terhadap insulin, peredaran darah lebih baik. Risiko terkena diabetes tipe 2 akan mengalami penurunan hingga 50%. Dengan berolahraga ada juga keuntungan lain yang dapat diperoleh yaitu

bertambahnya massa otot. Penyerapan glukosa darah oleh otot dengan melakukan aktivitas olahraga dapat mencapai 70% - 90%. Pada orang lanjut usia dan orang yang kurang gerak, massa otot berkurang sehingga pemakaian glukosa darah juga berkurang dan pada akhirnya kadar glukosa darah mengalami peningkatan (Bruner & Suddarth, 2002).

d. Kepatuhan kontrol gula darah

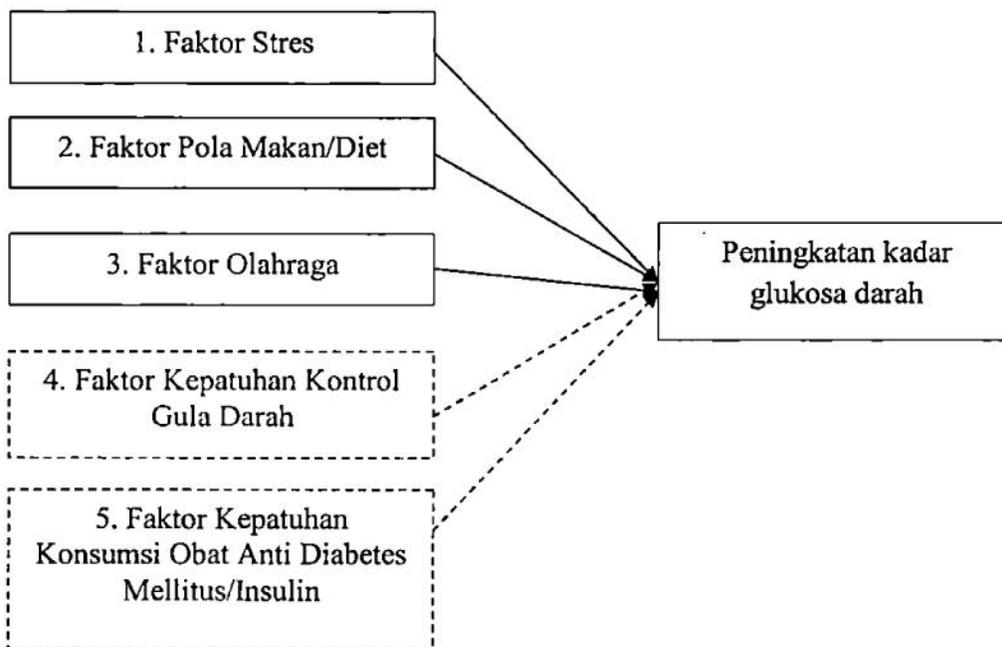
Kontrol gula darah sangat penting untuk penderita Diabetes Mellitus (DM). Jika gula darah tidak terkontrol atau gula darah yang tinggi mempunyai risiko lebih besar untuk mengalami komplikasi diabetes. Oleh karena itu, dengan kontrol gula darah pada penderita Diabetes Mellitus (DM) menjadi suatu keharusan, agar tetap menjaga kadar gula darah dan memperkecil risiko komplikasi yang ditimbulkan dari Diabetes Mellitus (DM) (Bruner & Suddarth, 2001).

e. Kepatuhan konsumsi obat anti diabetes mellitus/insulin

Mengonsumsi obat anti diabetes sangat membantu penderita diabetes untuk mengontrol gula darahnya agar tidak terjadi hipoglikemia dan gula darahnya tetap di batas normal. Dengan kepatuhan mengonsumsi obat anti diabetes sangat membantu untuk meminimalisir kadar gula darah, dan mengurangi risiko terjadinya komplikasi (Fox dan Kilvert, 2010).

B. Kerangka Konsep

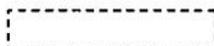
Berdasarkan uraian tinjauan pustaka di atas, maka dapat disajikan pola pikir variabel penelitian sebagai berikut :



Keterangan :

 = Variabel yang diteliti



 = Variabel yang tidak diteliti



Gambar 2.1.

Kerangka Konsep Penelitian

Sumber : Vranic et al, 2000; Watkins, 2010; Bruner & Suddarth, 2001; Fox dan Kilvert, 2010

C. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- H₁ : Ada hubungan antara tingkat stres dengan peningkatan kadar glukosa darah pada pasien diabetes mellitus di Puskesmas Kasihan I Bantul tahun 2012.
- H₂ : Ada hubungan antara pola makan dengan peningkatan kadar glukosa darah pada pasien diabetes mellitus di Puskesmas Kasihan I Bantul tahun 2012.
- H₃ : Ada hubungan antara olahraga (*exercise*) dengan peningkatan kadar glukosa darah pada pasien diabetes mellitus di Puskesmas Kasihan I Bantul tahun 2012.