

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Diabetes Mellitus

a. Pengertian

Diabetes Mellitus (DM) adalah gangguan metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak akibat sekresi insulin yang tidak mencukupi atau adanya resistensi insulin di jaringan target (Dorland, 2014). Diabetes Mellitus (DM) adalah keadaan hiperglikemia kronik disertai berbagai kelainan metabolik akibat gangguan hormonal, yang menimbulkan berbagai komplikasi kronik pada mata, ginjal, saraf, dan pembuluh darah, disertai lesi pada membran basalis dalam pemeriksaan dengan mikroskop elektron (Mansjoer, 2007).

Diabetes Mellitus (DM) adalah masalah yang mengancam hidup (kasus darurat) yang disebabkan oleh defisiensi insulin relatif atau absolut (Doenges, 2012). Dapat disimpulkan bahwa Diabetes Mellitus (DM) adalah suatu penyakit kronik yang kompleks dan melibatkan kelainan metabolisme karbohidrat, protein, lemak, dan berkembangnya komplikasi makrovaskular dan neurologis.

b. Klasifikasi

Menurut Huda (2016) DM dibagi menjadi dua klasifikasi, yaitu :

1) Klasifikasi klinis

a) Diabetes Mellitus

(1) Tipe I : IDDM (*Insulin Dependent Diabetes Mellitus*)

Disebabkan oleh destruksi sel beta pulau langerhans akibat proses autoimun.

(2) Tipe II : NIDDM (*Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus*)

Disebabkan oleh kegagalan relatif sel beta dan resistensi insulin. Resistensi insulin adalah turunya kemampuan insulin untuk merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan untuk menghambat produksi glukosa oleh hati :

(a) Tipe II dengan obesitas

(b) Tipe II tanpa obesitas

b) Gangguan toleransi glukosa

c) Diabetes kehamilan

2) Klasifikasi resiko statistik

(a) Sebelumnya pernah menderita kelainan toleransi glukosa.

(b) Berpotensi menderita kelainan glukosa.

Klasifikasi DM dibagi berdasarkan etiologinya. Secara khusus di Indonesia merujuk pada klasifikasi oleh *American Diabetes Association*, dikutip dalam (Rumahorbo, 2014) klasifikasi terbagi atas 4 kategori yaitu:

1) DM Tipe I atau *Insulin Dependent Diabetes Melitus* (IDDM)

Diabetes mellitus tipe I yaitu tipe diabetes tergantung insulin atau *Insulin Dependen Diabetes Melitus* (IDDM). Tipe ini juga dikenal sebagai *Juvenil Onset Diabetes* (JOD). Penyandang IDDM, hidupnya tergantung dengan insulin dari luar tubuh karena pancreas sebagai organ penghasil insulin tidak adekuat mencukupkan kebutuhan tubuh akan insulin.

2) DM Tipe II atau *Non Insulin Dependent Diabetes Melitus* (NIDDM)

Diabetes mellitus tipe II yaitu tipe diabetes tidak tergantung insulin atau *Non Insulin Dependen Diabetes Melitus* (NIDDM), dikenal juga sebagai *Maturity Onset Diabetes* (MOD). Tipe ini terbagi dua bentuk yaitu:

- a) Obesitas
- b) Non Obesitas

DM Tipe II disebabkan oleh berkurangnya produksi insulin dari sel beta *pancreas*, menurunnya aktifitas insulin di jaringan dan atau meningkatnya resistensi jaringan terhadap insulin.

3) DM Tipe Gestasional (GDM)

Diabetes mellitus tipe lain seperti kelainan pankreas, kelainan hormonal, karena obat/zat kimia, kelainan reseptor insulin, kelainan genetik dan lain-lain. Beberapa obat yang dapat

menyebabkan hiperglikemia seperti golongan furosemid, thiasida diuretic, glukokortikoid, dilantin dan asam hidotnik

4) Diabetes Mellitus Tipe Lain

Diabetes Gestasional (diabetes kehamilan) yaitu intoleransi glukosa yang terjadi selama kehamilan. Kondisi ini dapat terjadi bila pada trimester kedua kehamilan sekresi hormon pertumbuhan dan *Hormon Chorionik Somatomotropin* (HCS) meningkat untuk mensuplai asam amino dan glukosa ke fetus.

c. Etiologi

Menurut Huda (2016), penyebab DM adalah sebagai berikut :

1) DM tipe I

Diabetes yang tergantung insulin ditandai dengan penghancuran sel-sel beta pankreas yang disebabkan oleh :

- a) Faktor genetik penderita tidak mewarisi diabetes tipe itu sendiri, tetapi mewarisi suatu predisposisi atau kecenderungan genetik kearah terjadinya diabetes tipe I.
- b) Faktor imunologi (autoimun).
- c) Faktor lingkungan : virus atau toksin tertentu dapat memicu proses autoimun yang menimbulkan estruksi beta.

2) DM tipe II

Disebabkan oleh kegagalan relative sel beta dan resistensi insulin. Faktor resiko yang berhubungan dengan proses terjadinya diabetes tipe II : usia, obesitas, riwayat, dan keluarga.

Etiologi Diabetes Mellitus menurut (Tarwoto, 2012) adalah :

- a) Riwayat keturunan dengan diabetes, misalnya pada DM tipe I diturunkan sebagai sifat heterogen, mutigenik. Kembar identik mempunyai resiko 25%-50%, sementara saudara kandung beresiko 6% dan anak beresiko 5% (Restyana, 2015)
- b) Lingkungan seperti virus (cytomegalovirus, mumps, rubella) yang dapat memicu terjadinya auto imun dan menghancurkan sel-sel beta pankreas, obat-obatan dan zat kimia seperti alloxan, streptozotocin, pentamidine (Yeung, *et al.*2011).
- c) Usia diatas 45 tahun. Proses menua merupakan faktor resiko atau faktor pencetus Diabetes Mellitus. DM tipe II biasanya terjadi setelah usia 30 tahun dan semakin sering terjadi setelah usia 40 tahun, selanjutnya terus meningkat pada usia lanjut (Soegondo, 2011).
- d) Obesitas, berat badan lebih dari atau sama dengan 20% berat badan ideal (WHO, 2016).
- e) Etnik, banyak terjadi pada orang Amerika keturunan Afrika, Asia (ADA, 2010)
- f) Hiperglikemi, tekanan lebih dari atau sama dengan 140/90 mmHg (Christanto, 2014)
- g) HDL kolestrol lebih dari atau sama dengan 35 mg/dl, atau trigiserida lebih dari 250 mg/dl (PERKENI, 2015)
- h) Riwayat gestasional DM (Rumoharbo, 2014).

- i) Kebiasaan diet, kepatuhan diet mempunyai fungsi yang sangat penting yaitu mempertahankan berat badan normal, menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik, menurunkan kadar glukosa darah, memperbaiki profil lipid, meningkatkan sensitivitas reseptor insulin dan memperbaiki sistem koagulasi darah. Hal ini menunjukkan seseorang yang tidak terbiasa diet akan beresiko DM (PERKENI, 2015)
- j) Kurang olahraga, aktivitas fisik (olah raga) sangat bermanfaat untuk meningkatkan sirkulasi darah, menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas terhadap insulin, sehingga akan memperbaiki kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah yang terkendali dapat mencegah Diabetes Mellitus sehingga pada orang yang kurang olahraga akan lebih beresiko DM (Rahmasari & Wahyuni, 2019).

d. Manifestasi Klinis

Manifestasi klinis Diabetes Mellitus menurut Tarwoto (2012):

- 1) Sering kencing / miksi atau meningkatnya frekuensi buang air kecil (poliuria)

Di sebabkan karena kadar gula darah meningkat sampai melampaui daya serap ginjal terhadap glukosa terjadi osmotic diuresis yang mana gula banyak menarik cairan dan elektrolit.

2) Meningkatnya rasa haus (polidipsia)

Banyaknya miksi menyebabkan tubuh kekurangan cairan (dehidrasi) hal ini merangsang pusat haus yang mengakibatkan peningkatan rasa haus.

3) Meningkatnya rasa lapar (polipagia)

Hal ini disebabkan karena glukosa tidak sampai ke sel-sel sehingga sel sel mengalami starvasi (lapar) maka untuk memenuhinya, klien akan terus makan.

4) Penurunan berat badan

Penurunan berat badan disebabkan karena banyaknya kehilangan cairan, glikogen, dan cadangan trigliserida serta massa otot.

5) Kelainan pada mata, penglihatan kabur

Pada kondisi kronis, keadaan hiperglikemia menyebabkan aliran darah menjadi lambat, sirkulasi ke vaskuler tidak lancar, termasuk pada mata yang dapat merusak retina serta kekeruhan pada lensa.

6) Kulit ginjal, infeksi kulit, gatal-gatal disekitar penis dan vagina, peningkatan glukosa darah mengakibatkan penumpukan pulo pada kulit sehingga menjadi gatal, jamur dan bakteri mudah menyerang kulit.

7) Ketonuria

Ketika glukosa tidak lagi digunakan untuk energi, maka digunakan asam lemak untuk energi, asam lemak akan dipecah menjadi keton yang kemudian berada pada darah dan dikeluarkan melalui ginjal

8) Kelemahan dan keletihan

Kurangnya cadangan energi, adanya kelaparan sel, kehilangan potassium menjadi akibat pasien mudah lelah dan letih

9) Terkadang tanpa gejala

Pada keadaan tertentu, tubuh sudah dapat beradaptasi dengan peningkatan glukosa darah

e. Patofisiologi

Diabetes Mellitus dapat disebabkan dari berbagai faktor yaitu faktor genetik, infeksi virus, pengrusakan, dan imunologi. Ini dikarenakan sel beta mengalami kerusakan sehingga terjadi ketidakseimbangan produksi insulin yang menyebabkan gula dalam darah tidak dapat dibawa masuk kedalam, oleh karena itu terjadilah hiperglikemia dan anabolisme protein menurun. Hiperglikemia menyebabkan viskositas darah meningkat dan syok hiperglikemia. Viskositas darah yang meningkat menjadi penyebab aliran darah melambat sehingga terjadi iskemik jaringan yang mengakibatkan perfusi jaringan perifer tidak efektif. Syok hiperglikemia dapat menyebabkan koma diabetik (Christanto, 2014).

Jika hiperglikemia melebihi ambang batas ginjal akan menyebabkan glukosuria dan penderita kehilangan kalori, sehingga sel kekurangan bahan untuk metabolisme. Karena sel kekurangan bahan untuk metabolisme maka protein dan lemak dibakar dan berakibat penurunan berat badan, sehingga penderita lemah. Dari sel yang

kekurangan bahan untuk metabolisme tersebut dapat merangsang hipotalamus yang menyebabkan penderita merasa lapar dan haus sehingga terjadi ketidakseimbangan nutrisi kurang dari kebutuhan tubuh.

Karena sel kekurangan bahan untuk metabolime, maka terjadilah pemecahan protein. Terjadinya batas ambang ginjal yang berlebihan menyebabkan glukosuria dapat mengakibatkan penderita mengalami dehidrasi karena diuresis osmotik dan retensi urine, sehingga penderita kehilangan elektrolit dalam sel, maka dehidrasi dapat mengakibatkan resiko syok. Terjadinya penurunan anabolisme protein karena gula dalam darah tidak dapat dibawa masuk ke dalam dan menyebabkan kerusakan pada antibodi sehingga kekebalan tubuh menurun. Resiko infeksi dan neuropati sensori perifer yang penderita tidak merasa sakit pada luka atau gangren dan hal ini menyebabkan kerusakan integritas jaringan (Huda, 2016).

f. Komplikasi

Komplikasi pada DM menurut Carpenito (2013) dibagi menjadi 2, yaitu:

1) Komplikasi Akut

a) Diabetik Ketoasidosis

Tidak adanya insulin atau tidak cukupnya jumlah insulin yang nyata.

b) Koma Hiperosmolar Nonketotik

Keadaan yang didominasi oleh hiperosmolaritas dan hiperglikemia dan disertai perubahan tingkat kesadaran.

c) Hypoglikemia

Kadar gula yang abnormal rendah. Terjadi kalau kadar glukosa dalam darah turun di bawah 50 hingga 60 mg/dL. Keadaan ini terjadi akibat pemberian preparat insulin atau preparat oral yang berlebih, konsumsi makanan yang terlalu sedikit.

2) Komplikasi Kronik

a) Mikrovaskular : penyakit ginjal, penyakit mata dan neuropati

b) Makrovaskular : penyakit jantung koroner, pembuluh darah kaki tersumbat dan pembuluh darah otak tersumbat

g. Pemeriksaan Penunjang

Menurut Huda (2016) pemeriksaan penyaring perlu dilakukan pada kelompok dengan resiko tinggi yaitu kelompok usia dewasa tua (lebih dari 40 tahun), obesitas, tekanan darah tinggi, riwayat keluarga DM, riwayat kehamilan dengan berat badan lahir bayi lebih dari 4.000 gr, riwayat DM pada kehamilan dan dislipidemia.

Pemeriksaan penyaring dapat dilakukan dengan :

1) Pemeriksaan Gula Darah Sewaktu (GDS)

2) Pemeriksaan Gula Darah Puasa (GDP)

3) Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Pemeriksaan fisik, riwayat medis dan uji laboratorium dilakukan untuk mengkaji klien dengan DM. Pemeriksaan Darah Pemeriksaan gula darah terkait menurut (Black & Hawks, 2014) yaitu :

1) Pemeriksaan Darah

a) Kadar Glukosa Darah Puasa

Sampel kadar glukosa darah puasa diambil saat klien tidak makan makanan selain minum air paling tidak 8 jam. Sampel darah ini secara umum mencerminkan kadar glukosa dari produksi hati. Jika klien mendapatkan cairan dekstrosa intravena (IV), hasil pemeriksaan darah harus di analisis dengan hati-hati. Pada klien yang diketahui memiliki DM, makanan dan insulin tidak diberikan sampai sampel diperoleh. Nilai normal antara 110-125 mg/dl mengindikasikan intoleransi glukosa puasa, pengukuran kadar glukosa darah puasa memberikan indikasi paling baik dari keseluruhan homeostatis glukosa dan metode terpilih.

Kadar Glukosa Darah Sewaktu Klien mungkin juga didiagnosis DM berdasarkan manifestasi klinis dan kadar glukosa darah sewaktu $>200\text{mg/dl}$. Sampel glukosa darah sewaktu-waktu tanpa puasa, peningkatan kadar glukosa darah mungkin terjadi setelah makan, situasi penuh stress, dan dalam sampel yang diambil dari lokasi IV atau dalam kasus DM.

b) Kadar Glukosa Darah Setelah Puasa

Kadar glukosa darah setelah makan dapat juga diambil dan digunakan untuk mendiagnosis DM. Kadar glukosa darah setelah makan diambil setelah 2 jam makan standar dan mencerminkan efisiensi ambilan glukosa yang diperantarai insulin oleh jaringan perifer. Secara normal, kadar glukosa darah seharusnya kembali ke kadar puasa setelah 2 jam. Kadar glukosa darah 2 jam setelah makan $>200\text{mg/dl}$ selama tes toleransi glukosa oral (OGTT) memperkuat diagnosis DM. Pada lansia kadar glukosa setelah makan lebih tinggi, secara spesifik meningkat $5\text{-}10\text{mg/dl}$ per dekade setelah usia 50 tahun karena penurunan normal toleransi glukosa berhubungan dengan usia. Merokok dan minum kopi dapat mengarah kepada peningkatan nilai palsu saat 2 jam, sedangkan stress olahraga dapat mengarah kepada penurunan nilai palsu.

Tabel 2.1 Kadar Gula Darah dalam mendiagnosa DM

Kadar glukosa darah (mg/dL)		Bukan DM	Belum pasti DM	DM
Sewaktu	Plasma vena	$<100\text{ mg/dL}$	$100\text{-}199\text{ mg/dL}$	$>200\text{mg/dL}$
	Darah kapiler	$<90\text{mg/dL}$	$90\text{-}199\text{mg/dL}$	$>200\text{mg/dL}$
Puasa	Plasma vena	$<100\text{mg/dL}$	$100\text{-}125\text{mg/dL}$	$>126\text{mg/dL}$
	Darah kapiler	$<90\text{mg/dL}$	$90\text{-}99\text{mg/dL}$	$>100\text{mg/dL}$

Sumber: (PERKENI 2006 dikutip dalam Tarwato, 2012)

2) Uji Laboratorium Terkait DM

a) Kadar Hemoglobin Glikosilase

Glukosa secara normal melekat dengan sendirinya pada molekul hemoglobin dalam sel darah merah. Sekali melekat, glukosa ini tidak dapat dipisahkan, oleh karena itu lebih tinggi kadar glukosa darah, kadar hemoglobin glikosilase juga lebih tinggi (HbA1c). Batasan HbA1c dirujuk sebagai A1C. A1C adalah kadar glukosa darah yang diukur lebih dari 3 bulan sebelumnya. A1C dinyatakan dalam persentase dan bermanfaat dalam mengevaluasi pengendalian glikemia jangka panjang. Untuk menghindari komplikasi diabetes, ADA (*American Diabetes Association*) merekomendasikan menjaga kadar A1C di bawah 7%. A1C seharusnya dilakukan tiap enam bulan pada klien yang telah memenuhi target primer pengendalian glikemik (<7%) dan tiap 3 bulanan pada klien yang belum mencapai target primer pengendalian glikemik. Adapun yang dapat meningkatkan A1C di antaranya pergantian eritrosit, seperti perdarahan, kehamilan, atau asplenia yang mengarah kepada konsentrasi A1C rendah palsu (Black & Hawks, 2014).

b) Kadar *Albumin Glikosilase*

Glukosa juga melekat pada protein, albumin seraca primer. Konsentrasi albumin glikosilase (fruktosamin) mencerminkan kadar glukosa darah rata-rata lebih dari 7-10 hari sebelumnya.

Pengukuran ini bermanfaat ketika penentuan glukosa darah rata-rata jangka pendek diperlukan (Black & Hawks, 2014).

c) Kadar *Connecting Peptide* (C-Peptide)

Ketika proinsulin diproduksi oleh sel beta pankreas sebagian dipecah oleh enzim, 2 produk terbentuk, insulin dan C- peptide. Oleh karena itu C-peptide dan insulin dibentuk dalam jumlah yang sama, pemeriksaan ini mengidentifikasi jumlah produksi insulin endogen. Klien dengan DM tipe 1 biasanya memiliki konsentrasi C-peptide rendah atau tidak ada, klien dengan DM tipe 2 cenderung memiliki kadar normal atau peningkatan C-peptide (Black & Hawks, 2014)

d) Ketonuria

Kadar keton urine dapat dites dengan tablet atau dipstrip oleh klien. Adanya keton dalam urine disebut ketonuria. Mengidentifikasi bahwa tubuh memakai lemak sebagai cadangan utama energi, yang mungkin menyebabkan ketoasidosis. Hasil pemeriksaan yang menunjukkan perubahan warna, mengindikasikan adanya keton. Semua klien dengan DM seharusnya memeriksakan keton selama sakit atau stress, ketika kadar glukosa darah naik >200mg/dl, dan ketika hamil atau memiliki bukti ketoasidosis misalnya mual, muntah, atau nyeri perut (Black & Hawks, 2014).

e) Proteinuria

Mikro albuminuria mengukur jumlah protein di dalam urine (proteinuria) secara mikroskopis. Adanya protein (mikroalbuminuria) dalam urine adalah gejala awal dari penyakit ginjal. Pemeriksaan urine untuk albuminuria menunjukkan nefropati awal, lama sebelum hal ini akan terbukti pada pemeriksaan urine rutin (Black & Hawks, 2014)

f) Pemeriksaan Gula Darah Sendiri (PGDS)

Kunci manajemen DM adalah menjaga kadar glukosa darah sedekat mungkin ke normal atau dengan jarak target yang disepakati oleh klien dan penyedia pelayanan kesehatan. Pemantauan glukosa darah sendiri memberikan umpan balik segera dan data pada kadar glukosa darah. PGDS direkomendasikan untuk semua klien DM, tanpa memperhatikan apakah klien dengan DM tipe 1, tipe 2, dan DM gestasional. PGDS sebuah cara untuk mengetahui bagaimana tubuh berespon terhadap makanan, insulin, aktivitas, dan stress. Bagi kebanyakan DM tipe 1 dan perempuan hamil yang mendapat insulin, PGDS direkomendasikan >3 hari sekali. Tes seharusnya dilakukan sebelum tidur dan sebelum makan dan mungkin pada pertengahan malam.

Bagi DM tipe 2, frekuensi dan waktu PGDS disepakati bersama antara klien dan penyedia pelayanan kesehatan. Jika klien dengan DM tipe 2 mendapat obat-obatan oral, PGDS tidak dimonitor sesering klien DM tipe 1 yang mendapat insulin. Waktu ekstra untuk PGDS seharusnya ketika memulai obat baru atau insulin, ketika memulai obat yang mempengaruhi kadar glukosa darah (steroid), ketika sakit atau dibawah stress/tekanan, ketika menduga bahwa kadar glukosa terlalu tinggi/sebaliknya, ketika kehilangan atau penambahan berat badan, ketika ada perubahan dosis obat, rencana diet, rencana aktivitas fisik (Black & Hawks, 2014).

h. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan DM meliputi perencanaan makan atau pengelolaan diet, latihan jasmani, obat hiperglikemik dan pendidikan kesehatan. Perencanaan makan atau pengelolaan diet merupakan hal yang paling utama dalam penatalaksanaan DM. Pengelolaan diet yang baik harus memenuhi 3J yaitu jumlah, jenis, dan jadwal. Ketidakpatuhan penatalaksanaan diet oleh penderita DM akan menyebabkan hiperglikemia dan komplikasi seperti ginjal, jantung, Hiperglikemi, katarak dan gangren (Meitha, 2008).

Tujuan penatalaksanaan secara umum menurut Soegondo (2011), adalah meningkatkan kualitas hidup penderita diabetes. Penatalaksanaan dikenal dengan empat pilar penatalaksanaan diabetes

melitus, yang meliputi edukasi, terapi gizi medis, latihan jasmani dan pengelolaan farmakologis :

1) Edukasi

Edukasi bagi penderita DM dan keluarga perlu dilakukan. Edukasi diperlukan karena penyakit DM adalah penyakit yang berhubungan dengan gaya hidup didalam keluarga. Diharapkan penderita DM dan keluarga mengubah perilaku gaya hidup, agar dapat mengendalikan kondisi penyakitnya dan dapat hidup berkualitas perubahan perilaku hampir sama dengan proses edukasi yang memerlukan penilaian, perencanaan, implementasi, dokumentasi dan evaluasi.

2) Terapi Gizi Medis

Standar yang dianjurkan adalah makanan yang seimbang dalam hal karbohidrat, protein, lemak, sesuai dengan kecukupan gizi baik sebagai berikut :

(a) Karbohidrat : 45 – 65% total asupan energi

(b) Protein : 10 – 20% total asupan energi

(c) Lemak : 20 – 25 % kebutuhan kalori

Jumlah kalori disesuaikan dengan pertumbuhan, status gizi, umur, stres akut, dan kegiatan jasmani untuk mencapai dan mempertahankan berat badan ideal. Pada dasarnya kebutuhan kalori pada diabetes tidak berbeda dengan non diabetes yaitu harus

dapat memenuhi kebutuhan untuk aktifitas baik fisik maupun psikis untuk mempertahankan berat badan mendekati ideal.

3) Latihan Jasmani

Kegiatan jasmani sehari-hari dan latihan jasmani secara teratur (3-5 kali seminggu selama kurang lebih 30 menit), merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan DM tipe 2. Kegiatan sehari-hari seperti berjalan kaki. Tujuan latihan jasmani untuk menjaga kebugaran juga dapat menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik seperti : jalan kaki, bersepeda santai, jogging dan berenang. Latihan jasmani sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kebugaran jasmani. Untuk penderita relatif sehat, intensitas latihan jasmani bisa ditingkatkan, sementara komplikasi DM disesuaikan dengan kondisi penyakitnya.

Untuk menentukan intensitas latihan dapat digunakan MHR yaitu $220 - \text{umur}$. Setelah MHR didapatkan kemudian dapat ditentukan *Target Heart Rate* (THR). Misalnya intensitas latihan yang diprogramkan bagi diabetes berusia 50 tahun sebesar 60%-70% maka :

$$\text{THR} = 60\% \times (220 - 50) = 102$$

$$\text{THR} = 70\% \times (220 - 50) = 119$$

Dengan demikian bila diabetes tersebut ingin berolahraga, denyut nadi sebaiknya berada diantara 102 – 119 kali/menit. Syarat dalam pelaksanaan latihan senam jasmani dapat ditentukan dengan menghitung *Maximum Heart Rate* (MHR) yaitu $220 - \text{umur}$. MHR yang telah didapatkan selanjutnya ditentukan *Target Heart Rate* (THR). Contoh: suatu latihan bagi seorang pasien diabetes yang berusia 50 tahun disasarkan sebesar 70%, maka $\text{THR} = 70\% \times (220 - 50) = 119$, dengan demikian sasaran denyut nadi pasien dalam melakukan latihan jasmani adalah sekitar 119/menit.

Syarat yang harus diperhatikan sebelum berolahraga pada penderita diabetes melitus, antara lain adalah :

- a) Untuk menghindari hipoglikemia, lakukan olahraga yang teratur, intake makanan dan cairan yang cukup serta pemakaian obat-obatan yang tepat/sesuai.
- b) Bila kadar glukosa darah sebelum berolahraga 100-250 mg/dl dan akan berolahraga selama lebih dari 1 jam maka dianjurkan untuk mengkonsumsi makanan kecil setiap 30-60 menit, makanan kecil 10-15 gr, dikonsumsi 15-30 menit sebelum berolahraga.
- c) Bila kadar glukosa darah <100 mg/dl. Dibutuhkan makanan ekstra (25gr), sedangkan bila kadar glukosa darah 100-250 mg/dl dan hanya akan berolahraga selama kurang dari 1 jam, tidak diperlukan makanan ekstra.

- d) Akibat efek olahraga terhadap penggunaan insulin oleh sel tubuh, sebaiknya diabetes tipe 1 mengurangi dosis insulin dan meningkatkan asupan makan mengawali olahraga.
 - e) Olahraga harus segera dihentikan pada awal ada gejala hipoglikemi.
 - f) Kenakan sepatu yang sesuai, perhatikan perawatan dan kebersihan kaki.
 - g) Lakukan pemeriksaan medis dan EKG kerja sebelum memulai olahraga.
 - h) Program olahraga disusun sesuai beratnya penyakit dan tingkat kebugaran diabetes.
 - i) Rencanakan pemeriksaan berkala untuk evaluasi program latihan.
- 4) Pengelolaan Farmakologis

Sarana pengelolaan farmakologis diabetes Melitus dapat berupa *Obat Hipoglikemik Oral* (OHO) dan Insulin. Tujuan terapi insulin adalah menjaga kadar gula darah normal atau mendekati normal. Pada DM tipe 2, insulin kadang diperlukan sebagai terapi jangka panjang untuk mengendalikan kadar glukosa darah jika dengan diet, latihan fisik dan *Oba Hipoglikemia Oral* (OHO) tidak dapat menjaga gula darah dalam rentang normal. Pada pasien DM tipe 2 kadang membutuhkan insulin secara temporer selama mengalami sakit, infeksi, kehamilan, pembedahan atau beberapa

kejadian stress lainnya. Berdasarkan cara kerja OHO dibagi menjadi 3 golongan:

a) Memicu produksi insulin

(1) Sulfonilurea

Obat ini telah digunakan dalam menangani hipoglikemia pada diabetes tipe 2 selama lebih dari 40 tahun. Mekanisme kerja obat ini cukup rumit. Ia bekerja terutama pada sel beta pankreas untuk meningkatkan produksi insulin sebelum maupun setelah makan. Sel beta pankreas merupakan sel yang memproduksi insulin dalam tubuh.

(2) Golongan Glinid

Meglitinide merupakan bagian dari kelompok yang meningkatkan produksi insulin (selain sulfonilurea). Maka dari itu ia membutuhkan sel beta yang masih berfungsi baik. Repaglinid dan Nateglinid termasuk dalam kelompok ini, mempunyai efek kerja cepat, lama kerja sebentar, dan digunakan untuk mengontrol kadar glukosa darah setelah makan. Repaglinid diserap secara cepat segera setelah dimakan, mencapai kadar puncak didalam darah dalam 1 jam.

b) Meningkatkan kerja insulin (sensitivitas terhadap insulin)

(1) Biguanid

Metformin adalah satu-satunya biguanid yang tersedia saat ini. Metformin berguna untuk diabetes gemuk yang mengalami penurunan kerja insulin. Alasan penggunaan metformin pada diabetes gemuk adalah karena obat ini menurunkan nafsu makan dan menyebabkan penurunan berat badan.

(2) Tiazolidinedion

Obat golongan ini memperbaiki kadar glukosa darah dan menurunkan hiperinsulinaemia (tingginya kadar insulin) dengan meningkatkan kerja insulin (menurunkan resistensi insulin). Obat golongan ini juga menurunkan kadar trigliserida dan asam lemak bebas.

(3) Rosiglitazone

Rosiglitazone diberikan untuk meningkatkan kerja (sensitivitas) insulin. Efek samping dari obat golongan ini dapat berupa bengkak di daerah perifer (misalnya kaki), yang disebabkan oleh peningkatan volume cairan dalam tubuh. Oleh karena itu maka obat golongan ini tidak boleh diberikan pada diabetisi dengan gagal jantung berat.

5) Penghambat enzim alfa glukosidase

Penghambat kerja enzim alfa glukosidase seperti akarbose, menghambat penyerapan karbohidrat dengan menghambat enzim disakarida di usus (enzim ini bertanggung jawab dalam pencernaan karbohidrat). Obat ini terutama menurunkan kadar glukosa darah setelah makan. Efek sampingnya yaitu kembung, buang angin dan diare. Supaya lebih efektif obat ini harus dikonsumsi bersama dengan makanan.

Tujuan perawatan kaki diabetes untuk mengetahui ada kelainan sedini mungkin, menjaga kebersihan kaki dan mencegah perlukaan di kaki yang dapat menimbulkan resiko infeksi dan amputasi. Adapun perawatan yang harus dilakukan antara lain:

- a) Cek kaki setiap hari. Bila tidak dapat melihat telapak kaki, dapat menggunakan kaca ukuran kecil untuk membantu melihat permukaan kaki, datanglah ke pelayanan kesehatan bila terdapat tanda-tanda infeksi: kemerahan, nyeri, kaki terasa panas, ataupun perasaan gatal pada kulit kaki
- b) Jangan mengobati sendiri bila menemukan kulit kapalan, atau bentuk luka pada kulit. Datanglah ke dokter untuk mendapatkan obat
- c) Cuci kaki setiap hari dengan air hangat (tidak panas) dan sabun yang lembut

- d) Keringkan kaki dengan sebaik-baiknya, terutama diantara sela-sela jari. Gunakan handuk yang halus, jangan terlalu keras ketika menggosok
- e) Pertahankan kulit kaki yang lembut dengan mengoleskan cream atau lotion, terutama area tumit. Hindarkan pada sela-sela jari dan kulit yang pecah atau luka
- f) Dapat menggunakan bedak non alergenik sebelum menggunakan kaos kaki
- g) Potong kuku lurus untuk menghindari luka pada ujung kuku. Bila memungkinkan, rendam kaki dengan air hangat untuk melembutkan kuku sebelum di potong. Potong kuku dilakukan minimal 1x dalam seminggu (Damayanti, 2015)

Senam diabetes adalah senam *aerobic low impact* dan ritmis dengan gerakan yang menyenangkan, tidak membosankan dan dapat diikuti semua kelompok umur sehingga menarik antusiasme kelompok dalam klub-klub diabetes. Senam diabetes dapat meningkatkan kesegaran jasmani dan nilai aerobik yang optimal (Santoso, 2006 dikutip dalam Damayanti 2015)

Senam diabetes dilakukan melalui 4 tahapan (Damayanti, 2015)

- a) Pemanasan (*warm-up*)

Kegiatan ini dilakukan sebelum memasuki kegiatan inti yang bertujuan untuk mempersiapkan berbagai sistem tubuh seperti: menaikkan suhu tubuh, menaikkan denyut dan nadi

hingga mendekati intensitas latihan. Pemanasan juga bertujuan untuk menghindari cedera akibat latihan. Pemanasan dilakukan cukup 5-10 menit (Soegondo dalam Damayanti, 2015).

b) Latihan inti (*conditioning*)

Pada tahap ini dilakukan 30-40 menit, diusahakan denyut nadi mencapai THR agar latihan bermanfaat. Bila THR tidak tercapai maka latihan tidak akan bermanfaat, sebaliknya jika denyut nadi melebihi THR dapat menimbulkan efek yang tidak diinginkan (Santoso dalam Damayanti, 2015).

c) Pendinginan (*cooling-down*)

Pendinginan dilakukan untuk mencegah terjadinya penimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan nyeri otot setelah melakukan latihan atau pusing akibat masih terkumpulnya darah pada otot yang aktif. Pendinginan dilakukan 5-10 menit hingga denyut nadi mendekati denyut nadi istirahat. Bila latihan yang dilakukan berupa jogging, pendinginan yang dilakukan sebaiknya tetap jalan untuk beberapa menit. Bila latihan berupa bersepeda tetap mengayuh sepeda tanpa beban (Soegondo dalam Damayanti, 2015).

d) Peregangan (*stretching*)

Tahap ini bertujuan untuk melemaskan dan melenturkan otot-otot yang masih teregang dan menjadi lebih elastis. Tahap

ini lebih bermanfaat bagi penderita diabetes usia lanjut (Sudoyo dalam Damayanti, 2015).

Kerangka utama penatalaksanaan DM Tipe II oleh Christanto (2014), yaitu :

a) Perencanaan makan

Dalam perencanaan makan, penderita harus memperhitungkan santapan dengan komposisi seimbang berupa karbohidrat (60 – 70%), protein (10 – 15%), dan lemak (20 – 25%). Jumlah kalori disesuaikan dengan pertumbuhan, status gizi, umur, dan kegiatan jasmani. Jumlah kandungan kolesterol kurang dari 300 mg per hari. Jumlah kandungan serat kurang lebih 25 gram per hari. Batasi dalam mengkonsumsi garam, serta pemanis gunakan secukupnya. Salah satu diet yang disarankan adalah dengan mengkonsumsi susu sari kedelai (Purwanto, 2016).

b) Latihan jasmani

Dianjurkan latihan jasmani secara teratur 3 sampai 4 kali dalam seminggu selama setengah jam sekali olahraga. Latihan yang dapat dilakukan adalah jalan kaki, *jogging*, lari, renang, bersepeda, dan mendayung.

c) Pemberian obat

Jika pasien telah melakukan pengaturan makanan dan kegiatan jasmani yang teratur tetapi kadar glukosa darahnya

masih belum baik, maka dipertimbangkan pemakaian obat oral maupun suntikan, sebagai berikut : Sulfonilurea, Biguanid, Inhibitor alfa glukosidase, *Insulin sensitizing agent*

d) Penyuluhan

Dalam penyuluhan biasanya menekankan pada perencanaan makanan dan kegiatan jasmani yang dilakukan secara berkala oleh petugas kesehatan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penurunan kadar gula darah pada penderita DM yaitu : pola makan, tingkat kecemasan, jenis kelamin, usia, kegemukan dan aktivitas fisik.

2. Susu Kedelai

a. Pengertian

Susu kedelai adalah olahan minuman yang didapatkan dari sari kedelai dan disajikan menyerupai susu. Susu kedelai memiliki nilai gizi yang tidak jauh berbeda dari susu sapi. Harga susu kedelai lebih murah jika dibandingkan susu sapi. Susu kedelai juga merupakan sumber fitoestrogen yang sangat baik bagi wanita. Minum susu sebaiknya dijadikan sebuah kebiasaan minimal satu gelas setiap harinya. Susu kedelai dapat menjadi solusi bagi mereka yang tidak dapat mengonsumsi susu sapi dengan berbagai alasan, seperti alergi, lactose intolerance, atau karena faktor ekonomi. Susu kedelai juga dapat menjadi menu variasi pengganti susu sapi untuk menghindari kejenuhan (Purwanto, 2016).

b. Kandungan Gizi Susu Kedelai

Konsumsi dua gelas susu kedelai sudah dapat memenuhi 30 persen dari kebutuhan protein setiap harinya. Dalam 100 gram susu kedelai cair terkandung protein sebanyak 3,5 gram, sedangkan pada susu sapi hanya 3,2 gram per 100 gramnya. Mutu protein susu kedelai pun tidak kalah dari susu sapi. Mutu protein susu kedelai dalam bentuk makanan tunggal adalah 80 persen dari mutu protein susu sapi. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai PER (*protein efficiency ratio*) susu kedelai yang tidak jauh berbeda dengan susu sapi. Nilai PER susu kedelai 2,3, sedangkan susu sapi 2,5. Nilai PER 2,3 artinya dari setiap gram protein yang dikonsumsi akan menghasilkan pertambahan berat badan sebanyak 2,3 gram pada kondisi percobaan baku (biasanya dilakukan dengan hewan percobaan). Nilai PER yang semakin tinggi menunjukkan mutu protein yang semakin baik (Purwanto, 2016).

Asam-asam amino esensial di dalam susu kedelai terdapat pada komposisi yang hampir lengkap dan serasi. Keunggulan utama dari susu kedelai adalah memiliki asam amino lisin yang cukup tinggi. Dengan demikian, susu kedelai dapat digunakan untuk meningkatkan nilai gizi protein dari nasi dan makanan sereal lainnya (Purwanto, 2016).

Susu kedelai baik untuk mereka yang ingin berdiet, tetapi tetap memasok kebutuhan protein dalam jumlah yang cukup. Salah satu kelebihan susu kedelai dibandingkan dengan susu sapi adalah

kandungan lemaknya yang rendah. Lemak pada susu kedelai tidak dapat menyebabkan kegemukan karena sebagian besar berada dalam bentuk asam lemak tidak jenuh. Sementara itu, lemak pada susu sapi adalah lemak hewani yang berpotensi menyebabkan badan jadi melar karena mengandung asam lemak jenuh cukup tinggi. Keunggulan lainnya, susu kedelai tidak mengandung kolesterol (Purwanto, 2016).

Meskipun susu kedelai mengandung karbohidrat yang cukup baik, hanya 12-14 persen yang dapat digunakan tubuh secara biologis. Karbohidratnya terdiri atas golongan oligosakarida dan golongan polisakarida. Golongan oligosakarida terdiri dari stakiosa dan raffinosa yang larut dalam air, sedangkan golongan polisakarida terdiri dari erabinogalaktan dan bahan-bahan selulosa yang tidak larut dalam air, serta tidak dapat dicerna (Purwanto, 2016).

Secara umum susu kedelai mempunyai kandungan vitamin yang baik, terutama A dan B kompleks, kecuali vitamin B12. Vitamin lain yang terkandung dalam jumlah yang cukup banyak adalah vitamin E dan K. Vitamin E dan A merupakan antioksidan yang dapat mencegah penuaan dini (Purwanto, 2016).

c. Manfaat Susu Kedelai

Menurut Purwanto (2016) susu kedelai yang memiliki kandungan gizi yang tinggi memiliki berbagai macam manfaat, diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1) Susu kedelai untuk ibu hamil sangatlah banyak manfaatnya. Susu kedelai banyak mengandung zat protein yang baik untuk pertumbuhan janin. Selain itu, susu kedelai mengandung asam folat yang dibutuhkan oleh ibu hamil dan juga berbagai vitamin di antaranya vitamin A, B, B1, B12 dan vitamin E. Walau demikian, untuk ibu hamil sebaiknya juga jangan berlebihan dalam mengonsumsi susu kedelai.
- 2) Susu kedelai dapat mencegah stroke. Magnesium dan kalsium pada susu kedelai dapat mengurangi lipid dan memperbaiki aliran darah pada otak sehingga secara efektif mencegah terjadinya infarksi dan pendarahan otak. Lecitin dalam susu kedelai juga dapat mengurangi kematian sel otak serta memperbaiki fungsi otak.
- 3) Susu kedelai juga berkhasiat untuk mencegah diabetes. Susu kedelai mengandung selulosa dalam jumlah besar sehingga dapat mencegah penyerapan gula secara berlebihan. Mengurangi kadar gula dapat mencegah diabetes. Walau demikian, untuk penderita diabetes yang hendak mengonsumsi susu kedelai tetap harus memperhatikan jumlah gula pada susu kedelai. Biasanya, susu kedelai juga ditambahkan gula agar rasanya enak dan gurih.
- 4) Susu Kedelai merupakan sumber mineral, selenium, Vitamin E, Isoflavon, dan Asam Amino Triptopan. Zat tersebut merupakan anti oksidan yang dapat mengatasi paparan radikal bebas pemicu kanker. Selain Selenium, anti-oksidan pada Susu Kedelai adalah

Vitamin E dan Genistein, yang secara sinergis mampu menghalau kanker. Menurut sebuah survei, resiko terkena kanker untuk orang yang tidak meminum susu kedelai adalah 50% lebih tinggi.

- 5) Susu kedelai juga bermanfaat untuk mencegah penyakit jantung koroner. Steroid, kalium, magnesium dan kalsium dalam susu kedelai dapat memperkuat dan meningkatkan aliran darah, meningkatkan nutrisi ke otot jantung, dan menurunkan kolesterol.

d. Cara Membuat Susu Kedelai

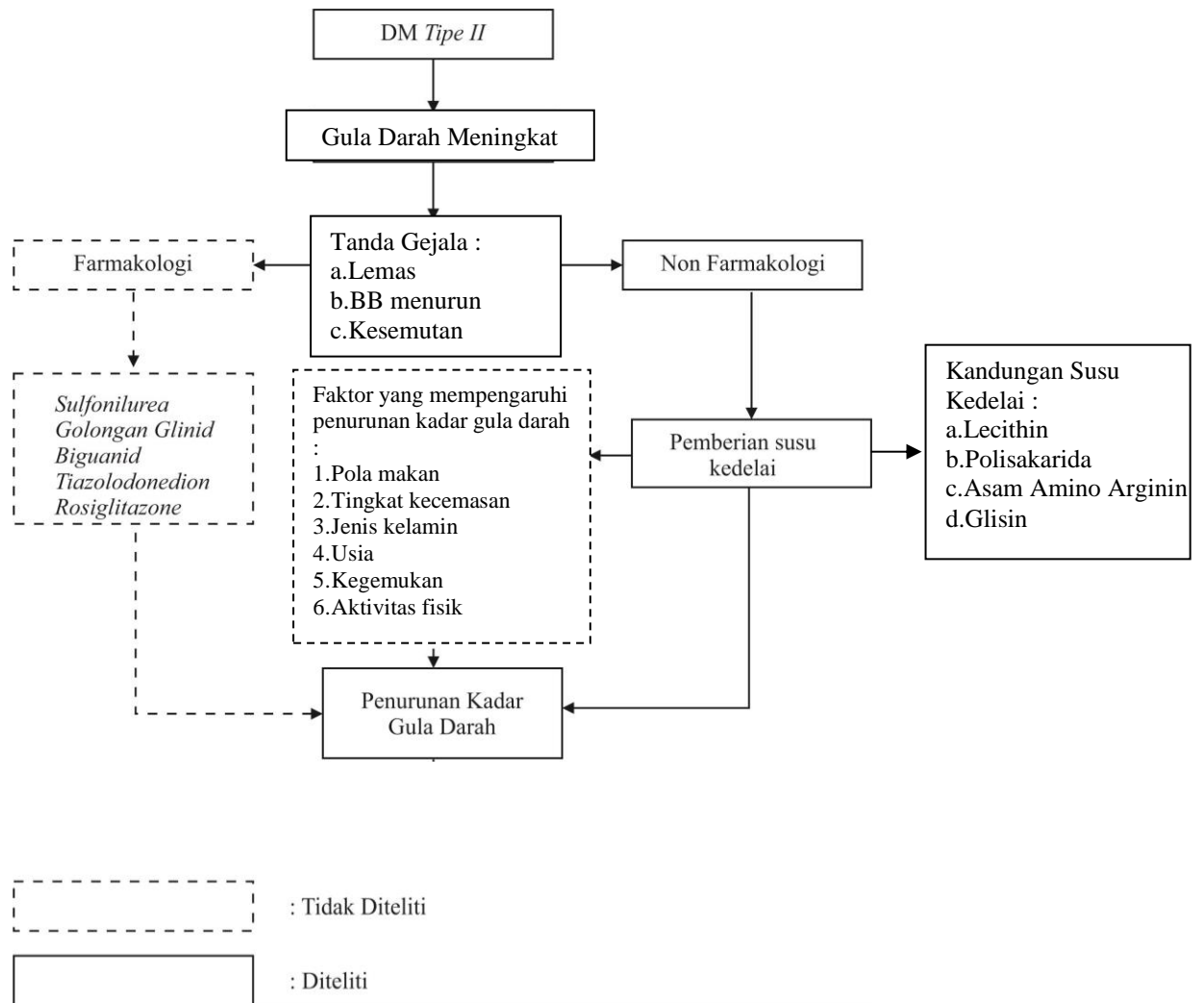
Menurut Purwanto (2016) untuk membuat susu kedelai yang sehat dan baik untuk DM Tipe II adalah sebagai berikut :

- 1) Pilihlah kedelai dengan kualitas unggul. Pilihlah bulir kedelai yang utuh dan tidak dimakan ulat, serta berbentuk padat. Buang kotoran atau kerikil yang mungkin tercampur di antara bulir kedelai.
- 2) Cuci kedelai hingga bersih sehingga tidak ada kotoran menempel. Kemudian rendam kedelai yang sudah bersih dengan air matang atau juga air panas hingga 8 – 10 jam. Proses perendaman ini bertujuan untuk menghilangkan rasa langi pada susu kedelai nantinya.
- 3) Kedelai kemudian ditiriskan lalu digiling menggunakan blender khusus. Tambahkan air mendidih secukupnya sampai halus.
- 4) Kedelai yang sudah selesai digiling kemudian dimasukkan panci dan ditambahkan air matang dengan perbandingan kurang lebih

1:10. Lalu saring dengan kasa yang halus sehingga tidak ada ampas yang tersisa dalam susu kedelai nantinya.

- 5) Kemudian tambahkan garam dan juga daun pandan untuk memunculkan aroma harum pada sari kedelai tersebut.
- 6) Setelah disaring dan diberikan tambahan, sari kedelai kemudian direbus dengan nyala api kecil sambil diaduk hingga mendidih.

B. Kerangka Teori

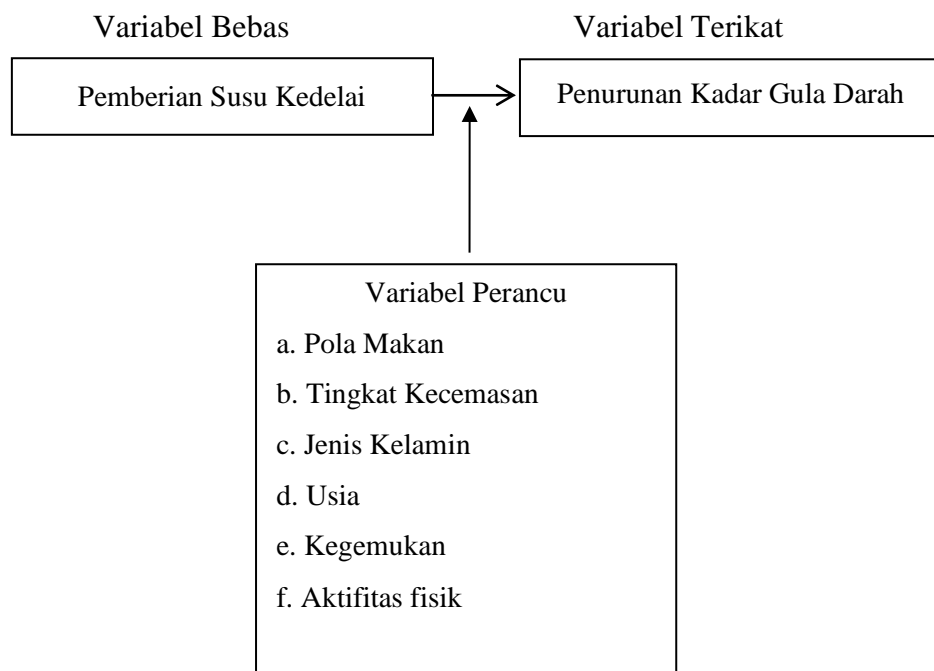


Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber : Darusman (2009), Cahyono (2011), Tarwoto (2012), Christanto (2014), Huda (2020)

C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep adalah penjelasan tentang konsep-konsep yang terkandung didalam asumsi teoritis yang digunakan untuk mengabstraksikan unsur-unsur yang terkandung dalam fenomena yang akan diteliti dan menggambarkan bagaimana hubungan diantara konsep-konsep tersebut (Dharma, 2011).



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Hipotesis adalah pernyataan awal peneliti mengenai hubungan antar variabel yang merupakan jawaban peneliti tentang kemungkinan hasil penelitian (Dharma, 2011).

- H_0 : Tidak ada pengaruh pemberian susu kedelai terhadap penurunan kadar gula darah pada penderita Diabetes Mellitus Tipe II.
- H_1 : Ada pengaruh pemberian susu kedelai terhadap penurunan kadar gula darah pada penderita Diabetes Mellitus Tipe II.