

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Diabetes Melitus tipe 2

a. Definisi

Diabetes Melitus (DM) merupakan kelompok penyakit metabolik kronis dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi akibat kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau kedua-duanya (ADA, 2014; Harrison, 2012; WHO, 2016).

Menurut *American Diabetes Association* (2014) diabetes melitus diklasifikasikan menjadi 4 tipe:

- 1) Diabetes melitus tipe 1
 - 2) Diabetes melitus tipe 2
 - 3) Diabetes melitus tipe lain
 - 4) Diabetes kehamilan atau diabetes melitus gestasional
- (ADA, 2014).

Diabetes melitus tipe 2 (DM-2) atau disebut sebagai *Non-Insulin-Dependent Diabetes Melitus (NIDDM)* merupakan salah satu tipe DM akibat dari insensitivitas sel terhadap insulin (resistensi insulin) serta defisiensi insulin relatif yang menyebabkan hiperglikemia. DM tipe ini memiliki prevalensi paling banyak diantara tipe-tipe lainnya yakni melingkupi 90-95% dari kasus diabetes (ADA, 2014).

b. Etiologi

DM-2 merupakan penyakit heterogen yang disebabkan secara multifaktorial (Ozougwu, 2013). Umumnya penyebab DM-2 terbagi atas faktor genetik yang berkaitan dengan defisiensi dan resistensi insulin serta faktor lingkungan seperti obesitas, gaya hidup sedenter dan stres yang sangat berpengaruh pada perkembangan DM-2 (Colberg, 2010; Harrison, 2012; Kaku, 2010).

c. Faktor resiko pada DM

- 1) Faktor resiko yang dapat dimodifikasi seperti berat badan, obesitas, kurangnya aktivitas fisik, hipertensi, dislipidemia, diet tidak sehat dan seimbang, riwayat Toleransi Glukosa Terganggu (TGT <140 - 199 mg/dl) atau Gula Darah Puasa Terganggu (GDPT <140 mg/ dl) (Depkes, 2008).
- 2) Faktor resiko yang tidak dapat dimodifikasi yakni usia dan jenis kelamin (Depkes, 2008). Menurut Sujaya (2009) risiko terjadinya diabetes meningkat seiring dengan usia terutama pada kelompok usia lebih dari 40 tahun. Seseorang yang berusia lebih dari 45 tahun berisiko 14,99 kali bila dibandingkan dengan kelompok usia 15-25 tahun (Irawan, 2010). Hal tersebut dikarenakan pada kelompok tersebut mulai terjadi proses *aging* yang bermakna sehingga kemampuan sel β pankreas berkurang dalam memproduksi

insulin (Sujaya, 2009 dalam Trisnawati, 2013). Selain itu terdapat penurunan aktivitas mitokondria di sel-sel otot sebesar 35% yang berhubungan dengan peningkatan kadar lemak dalam sel-sel otot tersebut sebesar 30% dan memicu terjadinya resistensi insulin (Trisnawati, 2013). Data dari IDF menyebutkan bahwa di wilayah *Western Pacific* dimana Indonesia masuk didalamnya, kelompok usia 40-59 tahun merupakan kelompok paling banyak menderita DM-2 dengan distribusi sebanyak 27% laki-laki dan 21% perempuan (IDF, 2015). Namun data tersebut sedikit berbeda dengan penelitian oleh Indriyani (2007) yang menyatakan bahwa angka prevalensi penderita DM-2 di kelompok usia 40-70 tahun pada perempuan menunjukkan angka yang lebih tinggi daripada laki-laki (59,1% dan 40,9%), sedangkan pada laki-laki lebih banyak terjadi pada usia yang lebih muda (Indriyani, 2007). Hal ini dipicu oleh fluktuasi hormonal yang membuat distribusi lemak menjadi mudah terakumulasi dalam tubuh sehingga indeks massa tubuh (IMT) meningkat dengan persentase lemak yang lebih tinggi (20-25% dari berat badan total) dengan kadar LDL yang tinggi dibandingkan dengan laki-laki (jumlah lemak berkisar 15-20% dari berat badan total) (Irawan, 2010; Karinda, 2013; Jelantik, 2014). Kondisi tersebut

mengakibatkan penurunan sensitifitas terhadap kerja insulin pada otot dan hati sehingga perempuan memiliki faktor risiko sebanyak tiga hingga tujuh kali lebih tinggi dibandingkan laki-laki yaitu dua hingga tiga kali terhadap kejadian DM (Indriyani, 2007; Karinda, 2013; Fatimah, 2015).

d. Patofisiologi

Patofisiologi pada DM-2 disebabkan oleh dua hal yaitu penurunan respon jaringan perifer terhadap insulin (resistensi insulin) dan penurunan kemampuan sel β pankreas untuk mensekresi insulin sebagai respon terhadap beban glukosa (disfungsi sel β) (Guyton, 2007; Harrison, 2012; Kaku, 2010).

Resistensi insulin mengganggu penggunaan glukosa oleh jaringan yang sensitif insulin yakni otot, hepar dan adiposa serta meningkatkan produksi glukosa hepatic yang keduanya berefek hiperglikemia. Resistensi insulin merupakan bagian dari serangkaian kelainan sindrom metabolik atau *syndrome X* yang ditandai dengan adanya obesitas sentral, hipertrigliseridemia, kadar LDL tinggi, kadar HDL rendah, hiperglikemia, serta hipertensi (Harrison, 2012; Guyton, 2007).

DM-2 dikaitkan dengan peningkatan konsentrasi insulin plasma (hiperinsulinemia) sebagai upaya kompensasi sel β terhadap adanya resistensi insulin (Guyton, 2007). Gangguan

sekresi insulin akibat disfungsi sel β merupakan kondisi penurunan produksi insulin yang responsif terhadap glukosa (Kaku, 2010).

e. Komplikasi

Hiperglikemia kronik pada diabetes berhubungan dengan kerusakan jangka pendek dan panjang, berupa komplikasi metabolik akut maupun komplikasi vaskular kronik, baik mikroangiopati maupun makroangiopati (Harrison, 2012; Ndraha, 2014; Purnamasari, 2009). Komplikasi metabolik akut pada DM umumnya bersifat emergensi meliputi ketoasidosis diabetik (KAD) dan koma hiperosmolar hiperglikemik nonketotik (HHNK) (Harrison, 2012; Soewondo, 2010).

Komplikasi kronik pada DM umumnya mengenai banyak sistem organ, sangat bertanggung jawab atas morbiditas dan mortalitas terkait DM. Komplikasi kronik DM secara garis besar dibagi menjadi komplikasi vaskular kronik yang terdiri atas mikrovaskular yakni retinopati, neuropati, dan nefropati, serta makrovaskular yakni penyakit serebrovaskular, penyakit arteri perifer, dan penyakit jantung koroner (PJK) (Harrison, 2012).

f. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan DM dikenal dengan empat pilar penatalaksanaan DM terdiri atas edukasi, terapi gizi medis, latihan jasmani, serta intervensi farmakologis (Ndraha, 2014; PERKENI, 2011; Yunir, 2010).

2. *High Density Lipoprotein (HDL)*

a. Definisi

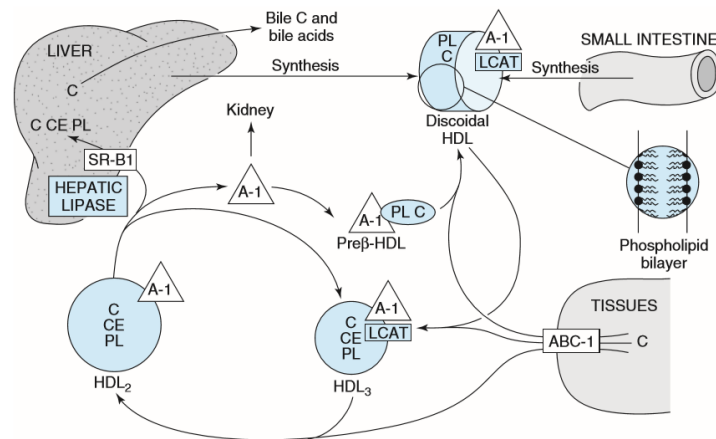
High density lipoprotein (HDL) atau lipoprotein berdensitas tinggi merupakan salah satu komponen lipoprotein dalam plasma manusia. Di setiap lipoprotein terdapat satu atau lebih apolipoprotein (apo). Apolipoprotein utama pada HDL (α -lipoprotein) disebut A (Botham, 2009). HDL adalah lipoprotein yang memiliki fungsi utama mentransportasi kolesterol dari makrofag dan berbagai sel lainnya ke hepar untuk diekskresikan menjadi empedu (Botham, 2009; Lüscher, 2016; Zannis, 2009).

b. Metabolisme HDL

HDL diproduksi oleh hepatosit dan mukosa intestinum namun apo C dan apo E disintesis di hepar dan dipindahkan dari HDL hepar ke HDL intestinal ketika HDL intestinal memasuki plasma. HDL *nascent* yang berasal dari usus dan hepar terdiri dari lapis-ganda fosfolipid diskoid yang mengandung apo A dan kolesterol bebas memiliki bentuk gepeng atau diskoid (Adam, 2010; Botham, 2009). HDL diskoid yang diproduksi oleh hepar maupun yang terbentuk dalam plasma akan secara cepat dikonversi membentuk HDL pseudomisel sferis yang dibungkus lapisan permukaan lipid polar dan apolipoprotein oleh lecitin kolesterol asiltransferase (LCAT) melalui ikatan dengan partikel diskoid dan fosfolipid serta kolesterol bebas yang akan diubah menjadi ester

kolesteril dan lisolesitin (Botham, 2009; Rye, 2014). Hal ini mempermudah pengeluaran kelebihan kolesterol yang tidak teresterifikasi dari lipoprotein dan jaringan dengan jalan sebagai berikut.

Class B scavenger receptor B1 (SR-B1) diidentifikasi sebagai reseptor HDL dengan peranan ganda dalam metabolisme HDL. Di hepar dan di jaringan steroidogenik, reseptor ini mengikat HDL melalui apo A-I, dan ester kolesteril secara selektif disalurkan ke sel meskipun apo A-I sendiri tidak diserap. Di pihak lain di jaringan, SR-B1 memerantarai penerimaan kolesterol dari sel oleh HDL yang kemudian mengangkutnya ke hati untuk diekskresikan melalui empedu dalam proses yang dikenal sebagai transport kolesterol terbalik (*reverse cholesterol transport*). HDL₃ yang dihasilkan dari HDL diskoid melalui kerja LCAT, menerima kolesterol dari jaringan melalui SR-B1 dan kolesterol kemudian diesterifikasi oleh LCAT, yang memperbesar ukuran partikel untuk membentuk HDL₂ yang kurang padat. HDL₃ kemudian terbentuk kembali baik setelah transport selektif ester kolesteril ke hati melalui SR-B1 atau melalui hidrolisis triasilgliserol dan fosfolipid HDL₂ oleh lipase hati. Pertukaran antara HDL₂ dan HDL₃ ini disebut siklus HDL yang membebaskan apo A-I dan membentuk pra β -HDL setelah berikatan dengan sejumlah kecil fosfolipid dan kolesterol. Kelebihan apo A-I akan dihancurkan di ginjal.



Gambar 1. Metabolisme HDL menurut Murray (2006)

Mekanisme kedua *reverse cholesterol transport* melibatkan *ATP-binding cassette transporter A1* (ABCA1). ABCA1 cenderung memindahkan kolesterol dari sel ke partikel yang kurang memiliki lipid, misalnya $\text{pre}\beta\text{-HDL}$ atau apo A-I yang kemudian diubah menjadi HDL_3 melalui HDL diskoid. Sehingga $\text{pre}\beta\text{-HDL}$ merupakan bentuk paling poten HDL yang menginduksi efluks kolesterol dari jaringan (Botham, 2009).

c. Kadar HDL

Batasan untuk penyebutan kadar lipid normal (termasuk HDL) sebenarnya sulit dipatok pada satu angka oleh karena batasan normal untuk seseorang belum tentu normal untuk orang lain yang disertai faktor risiko koroner multipel. Walaupun demikian *American Association of Clinical Endocrinologist* (AACE) telah membuat suatu panduan batasan klasifikasi kadar lipid serum normal, salah satunya adalah kadar HDL (Adam, 2010; Jellinger, 2012).

Tabel 1. Klasifikasi kolesterol HDL

Kolesterol HDL (mg/dl)	Interpretasi
<40 (laki-laki)	Rendah
<50 (perempuan)	
40-59 (laki-laki)	<i>Borderline</i>
50-59 (perempuan)	
≥60	Optimal

Sumber: Jellinger, 2012

Seseorang dengan kadar HDL yang tidak optimal disebut menderita dislipidemia.

Beberapa faktor dapat menyebabkan perubahan kadar HDL dalam tubuh seseorang. Kebiasaan merokok dapat menurunkan kadar HDL dalam darah sehingga menyebabkan darah mudah membeku dan dapat terjadi penyumbatan arteri, serangan jantung, dan stroke. Penelitian oleh *Lipid Research Programme Prevalence Study* memperlihatkan bahwa merokok 20 batang per hari atau lebih berakibat pada penurunan kadar HDL sebesar 11% pada laki-laki dan 14% pada perempuan (Nilawati *et al.*, 2008). Hal ini diakibatkan oleh stress oksidatif dan reaksi inflamasi yang ditimbulkan oleh rokok dapat menghambat fungsi HDL (Khera, 2013). Diet dan pola makan turut mempengaruhi kadar HDL. Penggantian karbohidrat dengan lemak tak jenuh tunggal, ganda maupun lemak jenuh dapat meningkatkan kadar HDL sebanyak 7-12% sedangkan penambahan gula meski yang tidak memiliki indeks glikemik tinggi dikaitkan dengan kadar HDL yang menurun (Siri-Tarino, 2011).

d. HDL pada DM-2

DM-2 identik dengan kondisi resistensi insulin dalam tubuh. Sekuele akibat adanya resistensi insulin dapat membawa penderita DM-2 jatuh pada kondisi abnormalitas metabolisme lipid yang dapat menyebabkan abnormalitas profil lipoprotein terkait resistensi insulin atau dislipidemia diabetik (Harrison, 2012). Patogenesis dislipidemia pada DM-2 bersifat multifaktorial. Resistensi insulin yang terjadi pada DM-2 meningkatkan aliran asam lemak bebas ke hepar dan berperan utama dalam munculnya trias dislipidemia diabetik yang khas yakni konsentrasi trigliserida dan LDL yang tinggi serta rendahnya kadar HDL (Chehade, 2013).

Penurunan kadar HDL pada penderita DM-2 terjadi sebagai efek sekunder peningkatan kadar trigliserida plasma. Pada penderita DM-2 terdapat peningkatan aktivitas *cholesteryl ester transfer protein* (CETP) dan enzim hepatic lipase yang meningkatkan transfer kolesterol ester pada molekul HDL ke molekul *trygliceride-rich lipoprotein* (TGR-LPs) sehingga HDL menjadi kaya akan komponen trigliserida. Kondisi ini pada akhirnya menyebabkan rasio katabolisme HDL menjadi meningkat (Barter, 2011). Kadar HDL yang rendah pada penderita DM-2 telah disimpulkan meningkatkan faktor risiko untuk

terjadinya penyakit kardiovaskular meskipun dengan kadar LDL yang terkontrol (Eckardstein & Widmann, 2014).

Kadar HDL yang rendah pada kondisi sindrom metabolik tersusun atas perubahan komponen-komponen HDL yakni HDL₂ dan HDL₃ (Lagos, 2009). Diantara kedua komponen tersebut, HDL₂ merupakan komponen dengan molekul besar dan kurang padat dengan kemampuan membawa serta mentransfer lemak menuju ke hepar (besifat anti-atherogenik). Perubahan yang terjadi adalah peningkatan persentase HDL₃ dan penurunan HDL₂ sehingga menurunkan rasio HDL₂/HDL₃ dan menyebabkan penurunan sifat antiatherogenik (Moriyama, 2014).

3. Senam pada Diabetes Melitus

Latihan fisik atau olahraga merupakan bagian dari empat pilar penatalaksanaan DM dan strategi nonfarmakologis yang fundamental untuk tata laksana dan kontrol DM-2 terhadap risiko penyakit kardiovaskular (Mendes, 2015; PERKENI, 2011). Menurut Santoso (2008) dalam Suryanto (2009) olahraga yang dianjurkan untuk penderita DM yakni olahraga yang bersifat *aerobic low impact* dan ritmis, salah satunya adalah senam (Suryanto, 2009).

Senam berasal dari bahasa Yunani yakni *gymnos* yang memiliki arti telanjang atau secara lengkapnya “untuk menerangkan bermacam-macam gerak yang dilakukan oleh atlet-atlet yang telanjang” (Ridha, 2012). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia

(KBBI) senam merupakan gerak badan dengan gerakan tertentu, seperti menggeliat, menggerakkan, dan meregangkan anggota badan (Alwi, 2001).

Prinsip olahraga pada diabetesi sama saja dengan prinsip olahraga secara umum, yaitu memenuhi kriteria frekuensi, intensitas, *time* (durasi), dan *type* (jenis). Olahraga yang dilakukan hendaknya melibatkan otot – otot besar dan sesuai dengan keinginan agar manfaat olahraga dapat dirasakan secara terus menerus. Olahraga pada diabetesi lebih baik dilakukan secara teratur tiga hingga lima kali dalam seminggu dengan durasi 30- 50 menit. Jenis olahraga yang baik adalah jenis endurans (aerobik) untuk meningkatkan kemampuan kardiorespirasi seperti jalan, jogging, berenang dan bersepeda. Hal yang perlu diperhatikan setiap kali olahraga adalah tahap-tahap seperti pemanasan, inti, pendinginan, dan peregangan. (Soegondo *et al.*, 2015).

a. Senam dengan kadar HDL

Penderita diabetes diperbolehkan melakukan latihan jasmani jika glukosa darah kurang dari 250 mg/dl (Rachmawati, 2010). Jika kadar glukosa darah diatas 250 mg/dl pada saat latihan jasmani maka akan terjadi pemecahan (pembakaran) lemak akibat pemakaian glukosa oleh otot terganggu, hal ini membahayakan tubuh dan dapat menyebabkan terjadinya ketoasidosis (Suhartono, 2004).

Pada DM-2 produksi insulin umumnya tidak terganggu terutama pada fase awal. Masalah mendasar yang menjadi ciri utama DM-2 adalah resistensi insulin. Olahraga pada penderita DM-2 berperan utama dalam mengurangi kebutuhan insulin eksogen karena saat melakukan latihan jasmani kerja insulin menjadi lebih baik dan yang kurang optimal menjadi lebih baik lagi. Akan tetapi efek yang dihasilkan dari latihan jasmani setelah 2 x 24 jam hilang, oleh karena itu untuk memperoleh efek tersebut latihan jasmani perlu dilakukan dua hari sekali atau seminggu tiga kali (Rachmawati, 2010). Senam diketahui efektif untuk mengoreksi resistensi insulin dan kelainan metabolisme yakni abnormalitas lipid termasuk kadar HDL yang rendah (Suk, 2015).

Telah banyak jenis senam yang diciptakan untuk penderita DM. Umumnya senam bagi diabetesi bersifat aerobik. Senam aerobik merupakan latihan fisik yang menggerakkan seluruh otot, terutama otot besar dengan gerakan yang terus menerus, berirama dan berkelanjutan (Purwanto, 2011). Umumnya olahraga yang bersifat aerobik akan memacu jantung dan paru-paru sehingga direkomendasikan untuk pemeliharaan fungsi jantung.

Sebuah studi meta-analisis *randomized control trial* dengan total sampel 1404 responden menyebutkan bahwa diantara komponen dalam latihan jasmani (durasi, frekuensi, dan intensitas latihan) komponen durasi memegang faktor utama dalam

meningkatkan kadar HDL. Diperlukan olahraga selama 120 menit perminggu untuk dapat meningkatkan kadar HDL, setara dengan mengeluarkan energi sebanyak 900 kkal, dalam rentang waktu minimal 8 minggu dan 3 sesi setiap minggu. Bahkan setiap penambahan waktu 10 menit disetiap sesi olahraga berkaitan dengan peningkatan kadar HDL sebanyak 1,4 mg/dL. (Kodama, 2007).

Kalori yang terbakar selama olahraga maupun senam dipengaruhi oleh berat badan, intensitas kerja, tingkat kesiapan, dan metabolisme. Berikut beberapa aktivitas fisik bersifat aerobik dengan jumlah pembakaran kalori setiap jam.

Tabel 2. Jumlah pembakaran kalori berdasarkan jenis aktivitas fisik dan berat badan

Jenis aktivitas fisik	Berat Badan			
	60 kg	70 kg	80 kg	90 kg
Aerobik, general	384 cal	457 cal	531 cal	605 cal
Aerobik, intensitas rendah	295 cal	352 cal	409 cal	465 cal
Aerobik, intensitas tinggi	413 cal	493 cal	572 cal	651 cal
Bersepeda santai	236 cal	281 cal	327 cal	372 cal
Peregangan	148 cal	176 cal	204 cal	233 cal
<i>Tai chi</i>	236 cal	281 cal	327 cal	372 cal
Berjalan atau berlari santai	148 cal	176 cal	204 cal	233 cal

Sumber: *NutriStrategy*, 2015

Penelitian senam aerobik terhadap penderita DM-2 pernah dilakukan Rashidlamir *et al.* (2012) pada 30 penderita perempuan dengan DM tipe 2 berusia rata-rata 51 tahun. Intervensi senam

aerobik dilakukan selama 55 menit setiap sesi dengan frekuensi tiga kali dalam seminggu selama empat minggu dengan batasan denyut jantung maksimum sebanyak 60-75%. Hasil menunjukkan bahwa aktivitas fisik aerobik yang dilakukan tiga kali dalam seminggu selama satu bulan terbukti dapat meningkatkan kadar HDL ($51,00 \pm 2$ mg/dl) secara signifikan ($p=0,048$) dan menurunkan trigliserida ($126,00 \pm 14,2$ mg/dl) secara signifikan ($p=0,016$), glukosa puasa ($140,74 \pm 6,8$ mg/dl) secara signifikan ($p=0,017$), kolesterol total ($175,5 \pm 18,9$ mg/dl), serta kadar LDL ($151,3 \pm 18,7$ mg/dl). Namun penurunan kadar LDL dan kolesterol total didapatkan tidak signifikan ($p>0,05$) (Rashidlamir, 2012). Studi lain oleh Gordon *et al.* (2008) menemukan bahwa pada kelompok intervensi yoga maupun senam regular aerobik tidak terdapat peningkatan HDL yang signifikan (Gordon, 2008).

Ribeiro *et al.* (2008) dalam penelitiannya terhadap kelompok intervensi senam aerobik dengan 11 responden penderita DM-2 selama 4 minggu dengan tiga sesi di setiap minggunya dan 40 menit senam dalam setiap sesi, menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam hal kadar HDL ($p=0,055$). Meskipun demikian terjadi reduksi konsentrasi prebeta sejalan dengan peningkatan konsentrasi trigliserida pada komponen HDL₂ yang mencerminkan pematangan HDL plasma yang lebih baik (Ribeiro, 2008). Menurut Klancic *et al.* (2016), hasil tersebut

menunjukkan bahwa latihan aerobik tetap bermanfaat bagi penderita DM-2 meskipun kadar HDL dalam plasma tidak berubah (Klancic, 2016).

Senam aerobik bagi diabetesi beragam macamnya, salah satunya adalah senam sehat diabetes. Senam sehat diabetes merupakan gerakan senam yang penekanannya pada gerakan ritmik otot, sendi, vaskular dan saraf dalam bentuk peregangan dan relaksasi (Suryanto, 2009). Pada kelompok penderita DM-2 yang diberi intervensi senam sehat diabetes berdurasi 30-60 menit dengan frekuensi tiga kali dalam seminggu selama satu bulan dan intensitas 60-80% denyut jantung maksimum, terjadi penurunan rata-rata kadar kolesterol total sebanyak 48,357 mg/dl serta penurunan kadar LDL sebanyak 46,5 mg/dl yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$). Sedangkan penurunan rata-rata kadar trigliserida sebanyak 38,57 mg/dl dan peningkatan rata-rata kadar HDL 3,74 mg/dl tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$). (Karinda, 2013). Menurut penelitian Sinaga & Hondro (2012) yang dilakukan di Medan dengan jenis penelitian *quasi eksperimen* senam diabetes melitus yang dilakukan tiga kali seminggu terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah sebesar 18.03 mg/dl dengan $p=0,000$ (Sinaga, 2012).

Jenis lain senam aerobik adalah senam Zumba. Senam Zumba merupakan senam berkelompok dengan unsur aerobik dan

seni tari yang mengalami perkembangan sejak tahun 2012 (Luettgen, 2012). Dari penelitian oleh Rembang *et al.* (2015) diperoleh hasil yang menunjukkan perubahan signifikan pada rerata kadar trigliserida sebelum senam Zumba 68,11 mg/dL dan rerata sesudah senam Zumba 48,00 mg/dL dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$) yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan dari latihan senam zumba selama satu minggu terhadap kadar trigliserida darah. Dalam penelitian ini senam Zumba dilakukan secara rutin dan teratur setiap hari dalam satu minggu selama satu bulan dengan panduan dari instruktur selama 60 menit tanpa berhenti (Rembang, 2015). Penelitian lain oleh Juliani & Suharyo (2015) mengenai senam Zumba menunjukkan bahwa senam Zumba yang dilakukan dua kali seminggu selama dua minggu terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah sewaktu dengan rata-rata sebesar 19,71 mg/dl dengan $p=0,0001$ (Juliani, 2015).

Senam aerobik membuat otot yang berkontraksi atau aktif tidak memerlukan insulin untuk memasukkan glukosa ke dalam sel karena pada otot yang aktif, sensitivitas reseptor insulin akan meningkat sehingga secara langsung dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa darah dan secara tidak langsung dapat menurunkan berat badan, meningkatkan fungsi kardiovaskular dan respirasi, menurunkan LDL serta meningkatkan kadar HDL sehingga dapat mencegah risiko penyakit jantung koroner

(Suryanto, 2009; Indriyani, 2007). Selain memiliki tujuan preventif, aktivitas aerobik pun dapat berfungsi sebagai *disability limitation* dengan cara meningkatkan efektivitas kerja penggunaan insulin karena pada latihan fisik aerobik selama satu minggu secara signifikan ($p < 0,0001$) dapat meningkatkan sensitivitas insulin perifer di seluruh tubuh pada penderita DM-2 dengan penggunaan insulin dosis tinggi (Winnick *et al.*, 2008).

Selain senam aerobik dan senam diabetes melitus, terdapat satu senam yang sedikit berbeda dengan senam sebelumnya, yaitu senam kaki. Senam yang hanya menggerakkan bagian kaki ini bertujuan untuk memperbaiki sirkulasi darah sehingga nutrisi ke bagian jaringan tubuh menjadi lebih lancar, memperkuat otot-otot kecil, otot betis dan otot paha serta mengatasi keterbatasan gerak sendi yang dialami oleh penderita diabetes melitus. Hasil penelitian yang dilakukan di Magelang dengan jenis penelitian *quasi eksperimen* senam kaki yang dilakukan tiga kali seminggu, selama empat minggu terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah sebesar 27,71 mg/dl dengan $p = 0,000$ (Priyanto, 2012).

b. Senam ADUHAI

Senam Atasi Diabetes Untuk Hidup Sehat dan Ideal (ADUHAI) merupakan senam aerobik yang terdiri dari gerakan-gerakan modifikasi senam kaki diabetik dan mencakup tiga tahapan yakni pemanasan (*warming up*), inti (*conditioning*) dan

pendinginan (*cooling down*). Senam ADUHAI dilakukan dengan posisi duduk tegak tanpa bersandar yang bertujuan untuk mempermudah latihan jasmani.

1) Pemanasan (*warming up*)

a) Gerakan Satu



Gambar 2. Gerakan Satu

Penderita duduk dengan posisi sempurna dan kaki menyentuh lantai. Pandangan lurus ke depan. Kepala ditengadahkan, lalu kepala diarahkan ke depan dan terakhir ditundukkan ke bawah. Gerakan dilakukan sebanyak dua kali delapan hitungan.

b) Gerakan Dua



Gambar 3. Gerakan Dua

Kepala ditolehkan ke arah kanan, lalu ke depan, dan terakhir ditolehkan ke arah kiri. Gerakan dilakukan sebanyak dua kali delapan hitungan.

c) Gerakan Tiga



Gambar 4. Gerakan Tiga

Kepala pada posisi lurus ke depan kemudian kepala dimiringkan ke kanan, luruskan, lalu dimiringkan ke kiri sebanyak dua kali delapan hitungan.

d) Gerakan Empat



Gambar 5. Gerakan Empat

Lipat tangan kanan lalu simpan lengan kiri di belakang lipatan tangan kanan. Tahan selama dua kali delapan hitungan. Lalu lakukan hal yang sama pada arah sebaliknya yakni lipat tangan kiri lalu simpan lengan kanan di belakang lipatan tangan kiri. Tahan posisi selama dua kali delapan hitungan.

e) Gerakan Lima



Gambar 6. Gerakan Lima

Penderita duduk dengan kaki menyentuh lantai. Dengan tumit yang diletakkan di lantai, jari-jari kedua kaki diluruskan keatas lalu dibengkokkan kebawah seperti cakar ayam sebanyak sepuluh kali.

f) Gerakan Enam



Gambar 7. Gerakan Enam

Kaki tetap menyentuh lantai. Dengan meletakkan tumit kedua kaki dilantai, angkat telapak kaki ke atas. Kemudian jari-jari kedua kaki diletakkan di lantai dan tumit diangkat ke atas. Gerakan ini dilakukan sebanyak sepuluh kali.

g) Gerakan Tujuh



Gambar 8. Gerakan Tujuh

Kedua tumit diletakkan di lantai. Kemudian bagian ujung jari kaki diangkat ke atas dan buatlah gerakan memutar pada pergelangan kaki lalu letakkan kembali kedua bagian ujung jari kaki di lantai. Lakukan sebanyak sepuluh kali.

h) Gerakan Delapan



Gambar 9. Gerakan Delapan

Kedua jari diletakkan di lantai. Kemudian kedua tumit diangkat dan buatlah gerakan memutar dengan pergerakan pada pergelangan kaki lalu letakkan kembali kedua tumit di lantai. Lakukan sebanyak sepuluh kali.

2) Gerakan Inti (*Conditioning*)

a) Gerakan Sembilan



Gambar 10. Gerakan Sembilan

Lengan dan siku dilipat membentuk sudut 90° , diletakkan pada bagian depan tubuh. Kemudian, pindahkan lengan ke arah luar, hingga sejajar dengan telinga. Arahkan kembali ke bagian tengah tubuh. Ulangi gerakan di atas dengan hitungan dua kali delapan.

b) Gerakan Sepuluh



Gambar 11. Gerakan Sepuluh

Pertemukan tangan kanan dan kiri pada bagian tengah tubuh, lalu rentangkan kedua tangan. Pertemukan kembali tangan dan

kiri pada bagian tengah tubuh. Ulangi gerakan diatas dengan hitungan dua kali delapan.

c) Gerakan Sebelas



Gambar 12. Gerakan Sebelas

Ayunkan dan silangkan lengan kanan Anda ke bagian kiri tubuh selanjutnya ayunkan dan silangkan lengan kiri anda ke bagian kanan tubuh Anda. Ulangi gerakan diatas dengan hitungan dua kali delapan.

d) Gerakan Dua Belas



Gambar 13. Gerakan Dua Belas

Letakkan tangan di pinggang, lalu gerakkan badan kearah kanan lalu kearah kiri. Ulangi gerakan diatas dengan hitungan dua kali delapan.

e) Gerakan Tiga Belas



Gambar 14. Gerakan Tiga Belas

Angkat salah satu lutut kaki, dan luruskan. Lalu gerakan jari-jari kaki kedepan kemudian turunkan kembali secara bergantian, dimulai dari kaki kanan lalu kaki kiri. Ulangi gerakan ini sebanyak 10 kali.

f) Gerakan Empat Belas



Gambar 15. Gerakan Empat Belas

Luruskan salah satu kaki diatas lantai kemudian angkat kaki tersebut dan gerakkan ujung jari-jari kaki kearah wajah lalu turunkan kembali kelantai. Lakukan hal yang sama pada kaki lainnya.

g) Gerakan Lima Belas



Gambar 16. Gerakan Lima Belas

Angkat kedua kaki lalu luruskan. gerakkan ujung jari-jari kaki kearah wajah dan menjauhi wajah. lalu turunkan kembali kelantai. Lakukan gerakan dengan kedua kaki kanan dan kiri secara bersamaan. Ulangi gerakan tersebut sebanyak 10 kali.

h) Gerakan Enam Belas



Gambar 17. Gerakan Enam Belas

Luruskan salah satu kaki dan angkat, lalu putar kaki pada pergelangan kaki, lakukan gerakan seperti membuat lingkaran di udara. Lakukan gerakan dengan kedua kaki kanan dan kiri secara bergantian. Ulangi gerakan tersebut sebanyak 10 kali.

3) Gerakan Pendinginan (*Cooling Down*)

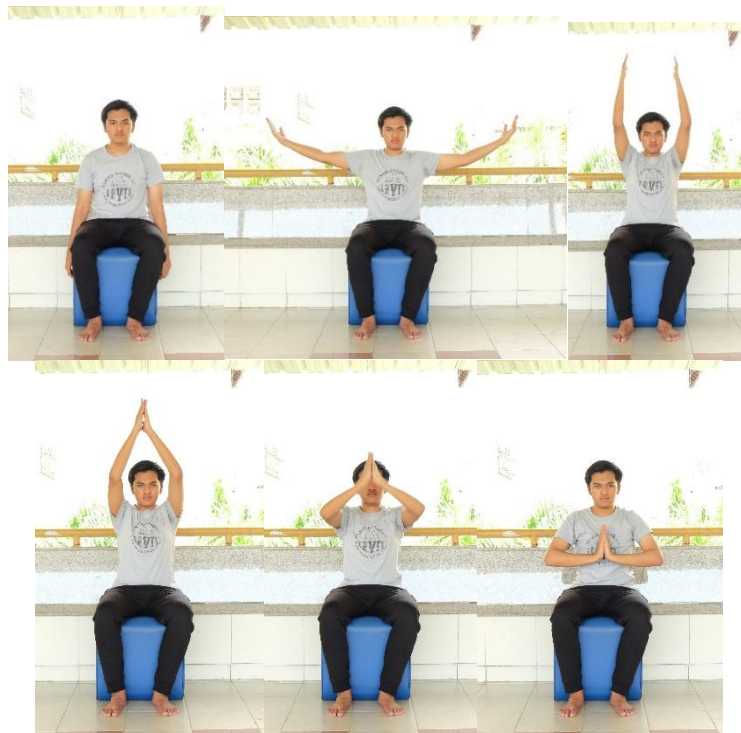
a) Gerakan Tujuh Belas



Gambar 18. Gerakan Tujuh Belas

Rentangkan kedua tangan sejajar dengan bahu. Kemudian gerakan badan ke arah kanan dan lanjutkan ke kiri dengan posisi tangan tetap sejajar dengan bahu. Ulangi gerakan di atas dengan hitungan dua kali delapan.

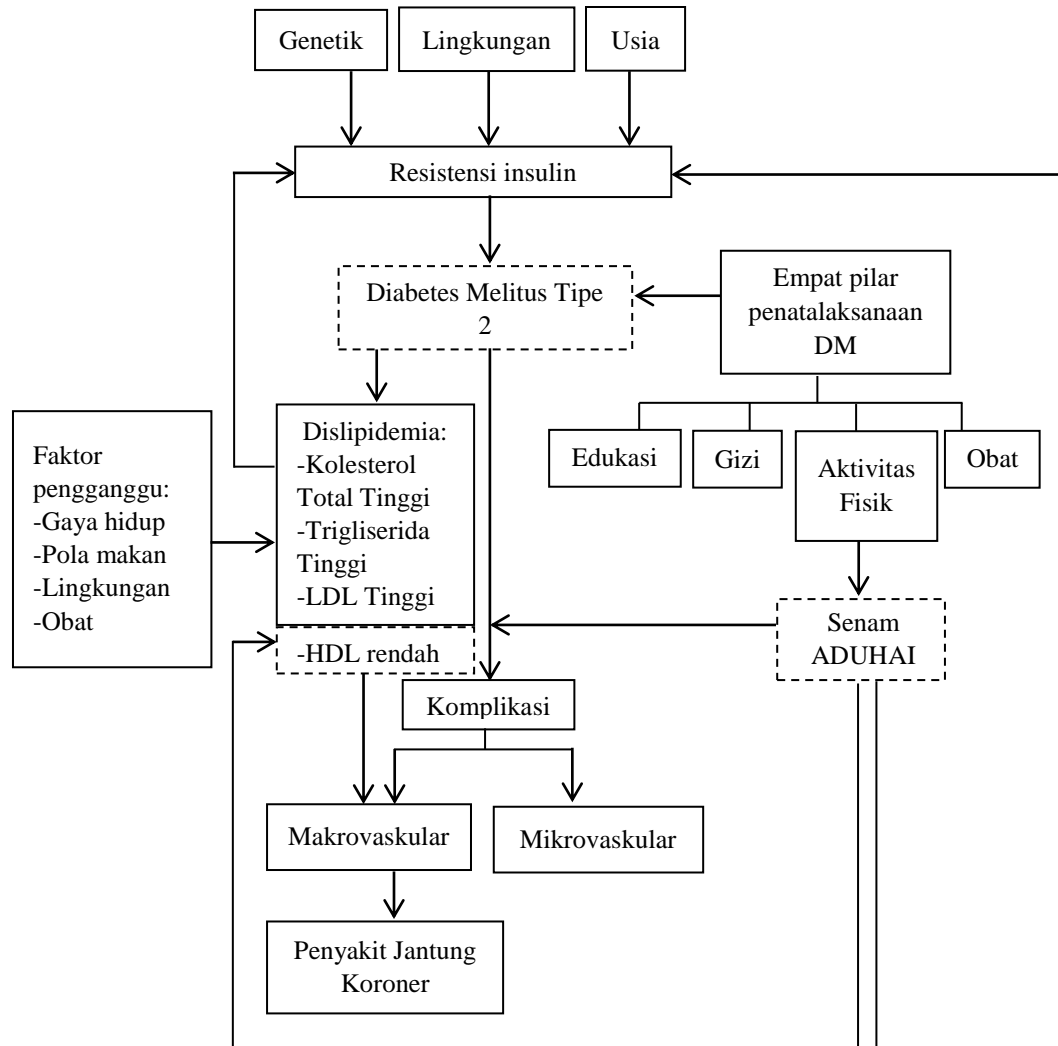
b) Gerakan Delapan Belas



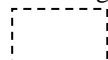
Gambar 19. Gerakan Delapan Belas

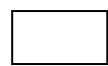
Rentangkan tangan seperti pada gambar. Kemudian arahkan keatas hingga posisi sumbu 90° . Selanjutnya temukan kedua telapak tangan seperti akan menepuk. Dan dilanjutkan dengan menurunkan hingga sejajar dengan dada. Ulangi gerakan diatas dengan hitungan dua kali delapan.

B. Kerangka Teori

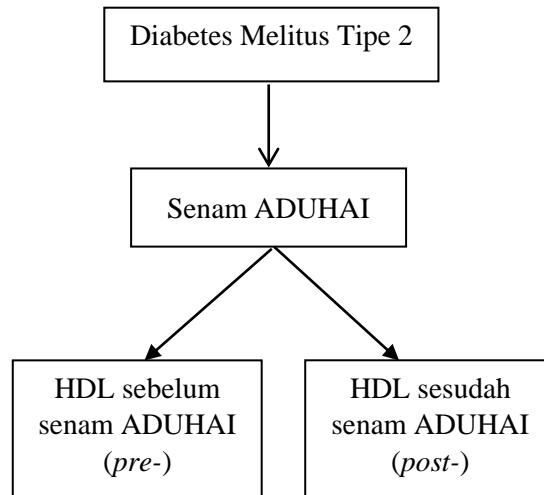


Keterangan:

 : diteliti

 : tidak diteliti

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

H0: Tidak terdapat kenaikan kadar *High Density Lipoprotein* (HDL) pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Kelompok Persatuan Diabetes Indonesia (PERSADIA) RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta Unit 1 antara sebelum dan sesudah senam ADUHAI.

H1: Terdapat kenaikan kadar *High Density Lipoprotein* (HDL) pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Kelompok Persatuan Diabetes Indonesia (PERSADIA) RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta Unit 1 antara sebelum dan sesudah senam ADUHAI.