

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Latihan Intensitas Sedang

Berdasarkan pada kebutuhan energi utama (*predominant*), pelaksanaan olahraga dibedakan dalam 2 bagian yaitu olahraga anaerobik dan olahraga aerobik. Anaerobik adalah kegiatan olahraga yang secara umum tidak membutuhkan oksigen atau O₂. Aerobik adalah kegiatan olahraga yang dilakukan secara berkesinambungan dalam waktu relatif lebih lama (diatas tiga menit) dan membutuhkan energi dari sistem oksigen (Sadoso, 2009).

Pada latihan intensitas dapat terlihat besarnya upaya yang harus dilakukan pada saat latihan, salah satunya adalah latihan intensitas sedang yang masih termasuk dalam latihan bersifat aerobik. Latihan *cardiovaskular* yang dapat dilakukan dengan *treadmill* (jalan dan lari), renang, *jogging* merupakan bagian dari latihan intensitas sedang. Pada intensitas sedang dalam waktu yang relatif lama dapat menyebabkan asam lemak dirubah menjadi sumber energi, sehingga dapat memperkecil peluang sintesis inti sterol, maka kolesterol tidak dapat terbentuk secara berlebihan (George *et al.*, 2006).

Pada latihan intensitas sedang dengan durasi latihan lebih dari 1 jam secara kontinyu terjadi proses degradasi lemak. Keadaan ini sebagian besar disebabkan oleh terjadinya pelepasan epinefrin dan norepinefrin oleh medula

adrenal selama beraktivitas. Kedua hormon ini secara langsung mengaktifkan enzim lipase yang menyebabkan pemecahan trigliserida yang sangat cepat dan mobilisasi asam lemak. Pada saat melakukan aktivitas fisik yang relatif lama terjadi peningkatan asam lemak di dalam darah yang merupakan bahan baku untuk pembentukan energi di dalam otot pada waktu melakukan aktivitas fisik. Konsentrasi asam lemak bebas dalam darah seseorang yang sedang beraktivitas dapat meningkat sampai delapan kali lipat. Asam lemak ini akan ditransfer ke dalam otot sebagai sumber energi. Mekanisme inilah yang dapat menerangkan terjadinya penurunan *LDL* kolesterol, oleh karena bahan baku utama pembentukan *LDL* kolesterol berasal dari trigliserida (Guyton *et al*, 2007).

Menurut *American College of Sport Medicine (ACSM)* intensitas latihan aerobik harus mencapai target zone sebesar 60-90 % dari frekuensi denyut jantung maksimal atau *Maximal Heart Rate (MHR)*. Intensitas latihan dikatakan ringan apabila mencapai 60-69% dari MHR, sedang apabila mencapai 70-79% dari MHR, dan tinggi apabila mencapai 80-89% dari MHR (Sadoso, 2009)

Latihan dengan intensitas tinggi, dalam jangka waktu yang sama akan membutuhkan energi yang lebih jauh lebih besar daripada latihan dengan intensitas ringan atau sedang. Akibatnya, sumber energi utama untuk kontraksi otot pada senam aerobik intensitas tinggi adalah karbohidrat. Sebaliknya pada senam aerobik intensitas ringan, karena waktu sudah cukup, sistem kardiovaskuler masih mampu memenuhi kebutuhan otot yang

berkontraksi sehingga sebagai sumber energi utama untuk kontraksi otot adalah lemak. Adapun sumber energi pada senam aerobik intensitas sedang adalah karbohidrat dan lemak secara seimbang. Dalam penelitian senam aerobik intensitas ringan-sedang dapat menurunkan persentase lemak badan sebesar 20,46 % sedangkan senam aerobik intensitas tinggi hanya 4,63% setelah diberi perlakuan selama 6 minggu (George A *et al.*, 2006).

B. Kacang Kedelai

Berdasarkan klasifikasi botani, kedelai termasuk family *Leguminosae*. Kedelai termasuk tanaman berbiji ganda, berakar tunggal. Pada akhir tumbuh bintil-bintil akar yang berisi *Rhizobium japonicum* yang dapat mengikat nitrogen dari udara. *Rhizobium japonicum* hidup bersimbiosis dengan kedelai dalam membantu sintesa protein kedelai (Benyamin, 2001).

Kacang kedelai (*Glycine Max*) merupakan jenis tumbuhan yang memiliki protein sangat besar karena memiliki kadar protein 11 kali lebih banyak dari susu, 2 kali lebih banyak dari daging dan ikan, 1½ kali lebih banyak dari keju (Mayo C, 2008). Kedelai yang mengandung Isoflavon memiliki efek terhadap reseptor LDL. Isoflavon memberikan efek peningkatan aktivitas *up regulating* reseptor LDL (Kirk *et al.*, 1998). Hal ini seperti pada estrogen yang juga memiliki efek peningkatan aktivitas *up regulating* reseptor LDL. Peningkatan reseptor LDL tersebut akan meningkatkan LDL *clearence* dari peredaran darah sehingga jumlah LDL dalam darah berkurang (Benyamin, 2001).

Secara fisik setiap biji kedelai berbeda dalam hal warna, ukuran dan bentuk biji dan juga terdapat perbedaan dalam bentuk komposisi kimianya. Perbedaan sifat fisik dan kimia tersebut dipengaruhi oleh varietas dan kondisi dimana kedelai itu tumbuh (Pasaribu *et al.*, 2001). Suatu percobaan oleh Usda (1942) pada 128 varietas kedelai yang dikenal di Cina, Manchuria, Korea, Jepang, Siberia, Perancis, Italia dan Amerika, menyatakan jumlah biji tiap pound kedelai bervariasi dari 1.232-9.950 biji sedangkan kadar lemaknya bervariasi dari 13,9-23,2 persen (Mayo C, 2008). Hasil penelitian pada 41 orang yang diberi isolat protein kedelai ditemukan adanya penurunan kadar LDL-Kolesterol dan peningkatan HDL-Kolesterol (LeBlanc MJ *et al.*, 2003).



Gambar 3 kacang kedelai
(Sumber: Mayo C, 2008)

C. Metabolisme Lemak

Transpor lemak (lipid) dalam aliran darah. Lemak ditranspor dalam bentuk kilomikron, asam lemak bebas, dan lipoprotein.

Bentuk-bentuk lemak yang ditranspor dalam tubuh:

1. Kilomikron terbentuk dalam mukosa usus dari asam lemak dan gliserol, diabsorpsi dalam lakteal, dan masuk sirkulasi darah. Kilomikron terdiri dari

90% trigliserida, ditambah kolesterol, fosfolipid, dan selubung tipis protein. Setelah 4 jam maka sebagian besar kilomikron dikeluarkan dari darah oleh jaringan adiposa dan hati. Enzim lipoprotein lipase yang ditemukan dalam hati dan kapilar jaringan adiposa, menguraikan trigliserida dalam kilomikron untuk melepaskan asam lemak dan gliserol. Asam lemak dan gliserol berikatan menjadi trigliserida (lemak netral) untuk disimpan dalam jaringan adiposa. Sisa kilomikron yang kaya kolesterol dimetabolisme oleh hati. Simpanan lemak akan ditarik dari jaringan adiposa jika diperlukan untuk energi. Enzim lipase sensitif hormon mengurai trigliserida kembali menjadi asam lemak dan gliserol. Jumlah simpanan lemak bergantung pada total asupan makanan. Jaringan adiposa dan hati dapat mensintesis lemak dari asupan lemak, karbohidrat, atau protein yang berlebihan.

2. Asam lemak bebas adalah asam lemak yang terikat pada albumin, salah satu protein plasma. Bentuk bebas ini adalah bentuk asam lemak yang ditranspor dari sel-sel jaringan adipose untuk dipakai jaringan lain sebagai energi.
3. Lipoprotein adalah partikel kecil yang komposisinya serupa kilomikron. Lipoprotein terutama disintesis di hati. Lipoprotein dipakai untuk transpor dari sel-sel lemak antar jaringan dan bersirkulasi dalam darah pada tahap postabsorbsif setelah kilomikron dikeluarkan dari darah. Lipoprotein terbagi menjadi tiga kelas sesuai dengan densitasnya :
 - a. VLDL (*very low density lipoprotein*) mengandung hampir 60% trigliserida dan 15% kolesterol dan memiliki massa terkecil. VLDL mentranspor trigliserida dan kolesterol menjauhi hati menuju jaringan untuk disimpan atau digunakan.

- b. LDL (*low density lipoprotein*) mengandung hampir 50% kolesterol dan membawa 60% sampai 70% kolesterol plasma yang disimpan dalam jaringan adiposa dan otot polos. Konsentrasinya bergantung pada banyak faktor, tetapi terutama pada faktor asupan makanan yang mengandung kolesterol dan lemak jenuh. Konsentrasi LDL tinggi dalam darah dihubungkan dengan insidensi tinggi penyakit jantung koroner.
- c. HDL (*high density lipoprotein*) mengandung 20% kolesterol, kurang dari 5% trigliserida, dan 50% protein dari berat molekulnya. HDL penting dalam pembersihan trigliserida dan kolesterol dari plasma karena HDL membawa kolesterol kembali ke hati untuk proses metabolisme bukan untuk disimpan dalam jaringan lain. Konsentrasi HDL tinggi dalam darah dihubungkan dengan insidensi rendah penyakit jantung koroner.

Lemak di dalam tubuh mempunyai berbagai fungsi:

- (a) Lemak merupakan sumber energi setelah karbohidrat. Lemak dapat disimpan sebagai cadangan energi berupa jaringan lemak
- (b) Lapisan lemak dibawah kulit merupakan isolator sehingga tubuh dapat mempertahankan suhu normal.
- (c) Lemak merupakan bantal pelindung bagi organ vital seperti bola mata dan ginjal
- (d) Lemak diperlukan dalam penyerapan vitamin A, D, E, K yang larut dalam lemak (sloane *et al.*, 2003).

D. Kolesterol

Kolesterol terdapat dalam diet dan dapat diabsorpsi dengan lambat dari saluran pencernaan ke dalam saluran limfe usus. Kolesterol sangat larut dalam lemak, tetapi hanya sedikit larut dalam air. Kolesterol secara spesifik mampu membentuk ester dengan asam lemak. Hampir 70% kolesterol dalam lipoprotein plasma memang dalam bentuk ester kolesterol (Guyton *et al*, 2007, Tarigan I, 2009, Mayes PA, 2003).

Selain kolesterol yang diabsorpsi setiap hari dari saluran pencernaan, yang disebut kolesterol *exogen*, suatu jumlah yang bahkan lebih besar dibentuk dalam sel tubuh, disebut kolesterol *endogen*. Pada dasarnya semua kolesterol *endogen* yang beredar dalam lipoprotein plasma dibentuk oleh hati, tetapi semua sel tubuh lain setidaknya membentuk sedikit kolesterol, yang sesuai dengan kenyataan bahwa banyak struktur membran dari seluruh sel, sebagian disusun dari zat ini (George AK *et al*, 2009).

Struktur dasar kolesterol adalah inti sterol. Inti sterol seluruhnya dibentuk dari molekul *Acetyl-Coenzym A*. Selanjutnya inti sterol dapat dimodifikasi dengan berbagai rantai samping untuk membentuk kolesterol, asam kolat yang merupakan dasar dari asam empedu yang dibentuk di hati, dan beberapa hormon steroid penting yang disekresi oleh korteks adrenal, ovarium, dan testis. Oleh karena itu semakin banyak mengkonsumsi makanan berlemak, semakin banyak lemak disimpan di hati, semakin banyak inti sterol dimodifikasi membentuk sterol, yang menyebabkan sintesis kolesterol meningkat (Guyton *et al*, 2007, Mayes PA, 2003). Kolesterol yang berlebihan diekskresi dari hati ke dalam empedu sebagai kolesterol atau garam empedu.

Sejumlah besar garam empedu diabsorpsi ke dalam sirkulasi porta dan kembali ke hati sebagai bagian dari sirkulasi enterohepatik (Mayes PA, 2003).

Kenaikan kadar kolesterol yang terdapat pada *VLDL*, *IDL* atau *LDL* berkaitan dengan penyakit *atherosclerosis*, sedangkan kadar *HDL* yang tinggi mempunyai pengaruh protektif. Banyak faktor yang mempengaruhi keseimbangan kolesterol di dalam jaringan. Pada tingkat jaringan berbagai proses dianggap mengendalikan keseimbangan kolesterol pada sel (Mayes PA, 2003).

Kolesterol selalu dianggap sebagai penyebab utama penyakit jantung koroner (PJK) karena kolesterol merupakan aspek fundamental terjadinya *atherosclerosis*. Bahkan penyakit jantung koroner ditandai dengan adanya endapan lemak yang berkumpul di dalam sel yang melapisi dinding suatu arteri koroner dan menyumbat aliran darah. Risiko terjadinya penyakit arteri koroner meningkat pada peningkatan kadar kolesterol total dan kolesterol *LDL* dalam darah.

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi konsentrasi kolesterol plasma adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan jumlah kolesterol yang dicerna setiap hari, sedikit meningkatkan konsentrasi plasma, sehingga tersedia suatu sistem kontrol umpan balik intrinsik untuk mencegah peningkatan konsentrasi kolesterol plasma yang berlebihan, akibatnya konsentrasi kolesterol plasma biasanya tidak berubah naik atau turun lebih dari 15% dengan mengubah jumlah kolesterol dalam diet, walaupun respon individu berbeda.

2. Diet lemak yang sangat jenuh meningkatkan konsentrasi kolesterol darah 15%-25%. Keadaan ini akibat peningkatan penimbunan lemak dalam hati, yang kemudian menyebabkan peningkatan jumlah *Acetyl-CoA* di dalam sel hati untuk menghasilkan kolesterol, oleh karena itu untuk menurunkan konsentrasi kolesterol darah, mempertahankan diet rendah lemak jenuh biasanya sama pentingnya dengan mempertahankan diet rendah kolesterol.
3. Pencernaan lemak yang mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi biasanya menekan konsentrasi kolesterol dari jumlah sedikit sampai sedang. Mekanisme dari pengaruh ini tidak diketahui, walaupun penelitian mengenai pengaruh tersebut adalah dasar dari sebagian besar perencanaan diet saat ini.
4. Kekurangan insulin atau hormon tiroid meningkatkan konsentrasi kolesterol darah, sedangkan kelebihan hormon tiroid menurunkan konsentrasinya. Pengaruh ini kemungkinan disebabkan terutama oleh perubahan derajat aktivitas enzim-enzim khusus yang bertanggung jawab terhadap metabolisme zat lipid (Guyton *et al*, 2007, Mayes PA, 2003, Sadoso S, 2009).

Manfaat kolesterol yang terbanyak dalam tubuh selain membentuk membran adalah untuk membentuk asam kolat di hati. Sebanyak 80% kolesterol dikonversi menjadi asam kolat. Kolesterol akan berkonjugasi dengan zat lain untuk membentuk garam empedu, yang akan meningkatkan pencernaan dan absorpsi lemak.

Biosintesis kolesterol dapat dibagi menjadi 5 tahap, yaitu:

- 1) *Mevalonat* yang merupakan senyawa enam-karbon, disintesis dari *Acetyl-CoA*.

- 2) Unit *isoprenoid* dibentuk dari mevalonat dengan menghilangkan CO_2 .
- 3) Enam unit *isoprenoid* mengadakan kondensasi untuk membentuk *intermediate, skualen*.
- 4) Skualen mengalami siklisasi untuk menghasilkan senyawa *steroid* induk, yaitu *lanosterol*.
- 5) Kolesterol dibentuk dari *lanosterol* setelah melewati beberapa tahap lebih lanjut, termasuk menghilangkan tiga gugus metil (Mayes PA, 2003).

Tabel 1 Klasifikasi kolesterol total, kolesterol LDL, kolesterol HDL, dan trigliserid menurut NCEP ATP III 2001 (mg/dl).

Profil Lipid	Interpretasi
Kolesterol Total	
<200	Optimal
200-230	Diinginkan
>240	Tinggi
Kolesterol LDL	
<100	Optimal
100-129	Mendekati optimal
130-159	Diinginkan
160-189	Tinggi
>190	Sangat tinggi
Kolesterol HDL	
<40	Rendah
>60	Tinggi
Trigliserid	
<150	Optimal
150-199	Diinginkan
200-499	Tinggi
>500	Sangat tinggi

E. Lipoprotein

Lipoprotein merupakan suatu kompleks molekul lemak dan protein yang beredar dalam darah. Suatu makromolekul yang berbentuk bola dan bagian dalamnya terdiri dari lemak netral seperti trigliserida dan ester kolesterol dan dikelilingi oleh bagian permukaan yang lebih bersifat polar dan terdiri dari apolipoprotein, fosfolipid dan kolesterol bebas. Adanya komponen yang polar inilah yang menyebabkan lipoprotein dapat larut dalam plasma. Hampir semua lipoprotein dibentuk di hati, yang juga merupakan tempat sebagian besar kolesterol plasma, fosfolipid, dan trigliserida disintesis (Mayes PA, 2003).

Fungsi utama lipoprotein adalah pengangkutan komponen lipidnya di dalam darah. Lipoprotein yang berdensitas sangat rendah mengangkut trigliserida yang disintesis di dalam hati terutama ke jaringan, adiposa, sedangkan lipoprotein lainnya terutama penting dalam berbagai tahap transpor fosfolipid dan kolesterol dari hati ke jaringan perifer kembali ke hati.

Pada umumnya lemak tidak larut dalam air. Agar lemak dapat diangkut dalam peredaran darah, maka lemak tersebut harus terikat pada protein yang larut dalam air. Ikatan antara lemak (kolesterol, trigliseridaa dan fosfolipid) dengan protein ini disebut lipoprotein. Lipoprotein bertugas mengangkut lemak dari tempat pembentukannya menuju tempat penggunaannya (Mayes PA, 2003).

Ada beberapa jenis lipoprotein yaitu : kilomikron, VLDL, IDL, LDL, HDL. Lipoprotein dapat diklasifikasikan berdasarkan diameter, kandungan protein, kolesterol, phospholipid dan triacylglycerol (Mayes PA, 2003).

F. LDL

LDL atau beta-2 lipoprotein merupakan lipoprotein densitas rendah yang termasuk golongan lipoprotein yang bervariasi dalam ukuran (diameter 18-25 nm) dan isi, serta berfungsi mengangkut kolesterol, trigliserida, dan lemak lain (lipid) dalam darah ke berbagai bagian tubuh. Secara lebih spesifik, fungsi utama dari LDL adalah untuk mengangkut kolesterol dari hati ke jaringan dengan menggabungkannya ke dalam membran sel. LDL seringkali disebut sebagai kolesterol jahat karena kadar kardiovaskuler, salah satunya adalah terjadinya penyumbatan arteri (pembuluh nadi). LDL terbentuk akibat endapan senyawa NEFA yang tidak terserap oleh FATP. Dari hati, kolesterol diangkut oleh lipoprotein yang bernama LDL untuk dibawa ke sel-sel tubuh yang memerlukan, termasuk ke sel otot jantung, otak dan lain-lain agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Kadar LDL yang paling signifikan dalam lipid darah meningkatkan risiko penyakit jantung. Untuk kolesterol LDL, dibawah 100mg/dL adalah optimal, 100-129mg/dL mendeteksi optimal atau diatas optima, 130-159 mg/dL ambang batas atas, 160-189 mg/dL itu tinggi, dan 190 atau lebih adalah sangat tinggi. Revisi NCEP pada juli 2004 menyatakan bahwa kadar LDL serendah 70 adalah suatu opsi bagi orang dengan risiko tertinggi.

Reseptor LDL manusia adalah salah satu anggota dari sebuah famili reseptor yang khusus untuk transportasi makromolekul ke dalam sel melalui endositosis di lubang-lubang berlapis klatrin. Reseptor ini adalah suatu molekul kompleks besar yang terbentuk dari suatu daerah kaya-sistein dari 292 residu asam amino yang mengikat LDL; suatu daerah dari sekitar 400 residu asam amino yang homolog untuk *precursor factor* pertumbuhan epidermis; suatu daerah 58 asam amino yang kaya serin dan treonin dan merupakan tempat untuk glikosilasi; suatu bagian berupa 22 residu asam amino hidrofobik yang merentang membran sel dan satu bagian dari 50 residu asam amino yang menonjol ke sitoplasma. Gen untuk protein ini mengandung 18 ekson, 13 diantaranya mengode rangkaian-rangkaian protein yang homolog dengan rangkaian diprotein-protein lain. Jadi, tampaknya reseptor LDL adalah suatu protein mosaik yang dibentuk oleh ekson-ekson yang mengode bagian protein-protein lainnya.

Kelebihan kolesterol akan diangkut kembali oleh lipoprotein yang disebut HDL (High Density Lipoprotein) untuk dibawa kembali ke hati yang selanjutnya akan diuraikan lalu dibuang ke dalam kandung empedu sebagai asam empedu. LDL mengandung lebih banyak lemak daripada HDL sehingga ia akan mengambang di dalam darah. Protein utama yang membentuk LDL adalah Apo-B (apolipoprotein-B). LDL dianggap sebagai lemak jahat karena dapat menyebabkan penempelan kolesterol di dinding pembuluh darah.

Uji atau pengukuran nilai LDL perlu dilakukan untuk mengetahui risiko terkena penyakit jantung. Uji LDL umumnya dilakukan sebagai bagian dari

pengukuran kolesterol total, HDL, dan trigliserida. Hasil pengukuran LDL yang sehat umumnya berkisar antara angka optimal dan kisaran mendekati optimal. Berikut adalah salah satu patokan kisaran angka yang digunakan dalam pengukuran lab (Laboratorium yang berbeda memiliki kisaran nilai yang sedikit berbeda-beda):

- Optimal: kurang dari 100 mg/dL (kurang dari 70 mg/dL untuk individu yang memiliki riwayat penyakit jantung atau memiliki risiko sangat tinggi terkena penyakit aterosklerosis.)
- Mendekati Optimal: 100 - 129 mg/dL,
- Batas Tinggi: 130 - 159 mg/dL,
- Tinggi: 160 - 189 mg/dL,
- Sangat Tinggi: 190 mg/dL dan lebih tinggi.

Sebelum melakukan pemeriksaan LDL, penggunaan obat apapun harus dihentikan sementara dan tidak diperbolehkan makan-minum selama 9-12 jam. Darah akan diambil dari vena (pembuluh balik), umumnya pada bagian siku atau bagian belakang tangan. Untuk bayi dan anak kecil, dapat digunakan pisau bedah untuk membuat luka di kulit.

Ketika LDL terlalu banyak beredar di dalam darah, LDL akan memperlambat pembentukan dinding pembuluh darah arteri bagian dalam yang memberikan asupan nutrisi dan oksigen ke jantung dan otak. Bersama dengan substansi lainnya, LDL akan membentuk plak, yaitu suatu deposit yang keras dan tebal di pembuluh darah yang dapat mengakibatkan penyempitan pembuluh darah dan membuatnya kurang atau tidak lentur lagi. Kondisi ini dikenal dengan

aterosklerosis. Apabila terdapat pembentukan *clotting* atau pembekuan dari sel-sel darah, maka hal ini akan menyebabkan sumbatan yang berakibat pada terjadinya serangan jantung atau stroke (Sadoso S, 2009).

Perubahan tertentu dalam gaya hidup dapat memiliki dampak positif pada peningkatan tingkat HDL dan penurunan LDL (Sadoso S, 2009)

- 1) Latihan aerobik
- 2) Berat badan
- 3) Penghentian merokok
- 4) Menghapus asam lemak trans dari makanan
- 5) Menghapus daging dari diet
- 6) Satu gelas alkohol per hari atau kurang menghasilkan lebih tinggi tingkat HDL-C, lebih pada wanita daripada pria. HDL mengangkut kolesterol ke hati dan kolesterol diketahui memiliki efek perlindungan pada membran sel.
- 7) Menambahkan serat larut untuk diet
- 8) Menggunakan suplemen seperti minyak ikan omega-3 atau minyak rami
- 9) Meningkatkan asupan lemak tak jenuh *cis* dan kolesterol, mengurangi asupan trans-lemak.
- 10) Menghindari suplemen yang mengandung minyak ikan omega-6 (omega 6 mengurangi kolesterol tapi tidak membedakan antara yang baik dan kolesterol jahat).