

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Rokok

##### 2.1.1 Prevalensi Orang Merokok di Dunia dan Indonesia

Pada tahun 2009 WHO mencatat perokok laki-laki terbesar berada pada regio Pasifik Barat yaitu 51% perokok laki-laki usia 15 tahun atau lebih tua. Sementara perokok wanita terbesar berada pada regio Eropa sejumlah 22%. Pada regio lain selain Eropa tercatat jumlah perokok wanita usia 13-15 tahun lebih besar daripada usia 15 tahun atau lebih tua. Hal ini diduga akibat meningkatnya publikasi kepada remaja wanita yang dilakukan oleh industri rokok (WHO, 2009).

Data dari *Tobacco Atlas* menyatakan sebanyak 20% populasi orang dewasa di dunia merokok dengan konsumsi sebesar 5,9 trilyun batang rokok pada tahun 2009. Jumlah perokok di kawasan negara maju cenderung turun dari tahun ke tahun dibandingkan jumlah perokok di negara dengan pendapatan rendah hingga menengah atau berkembang. Penurunan jumlah perokok di negara maju secara signifikan dapat mengimbangi peningkatan jumlah perokok di negara berkembang. Target pemasaran, perkembangan ekonomi yang berkelanjutan, dan peningkatan populasi diduga menjadi faktor penyebab meningkatnya jumlah perokok pada negara dengan pendapatan rendah hingga menengah. Di sisi lain, penyebab menurunnya jumlah perokok dari tahun ke tahun di negara maju diduga akibat meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap bahaya merokok (The Tobacco Atlas, 2009).

Di wilayah Indonesia, *The Tobacco Atlas* menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara dengan produksi rokok terbesar kelima dan merupakan negara dengan jumlah konsumsi rokok terbesar keempat dunia. Pada tahun 2009 jumlah produksi rokok yang dihasilkan oleh Indonesia sebesar 180,5 milyar batang rokok, sedangkan jumlah rokok yang dikonsumsi di Indonesia mencapai 260.800 juta batang (The Tobacco Atlas, 2009). Sementara survei yang dilakukan oleh *Global Adult Tobacco Survey* (GATS) pada tahun 2011 prevalensi merokok orang dewasa di Indonesia adalah 34,8% terbagi atas laki-laki (67,4%) dan perempuan (4,5%) (Kemenkes RI, 2013).

Jumlah perokok di wilayah *rural* 37,7% lebih besar dibandingkan wilayah *urban* 31,9%. Di antara jenis rokok, kretek adalah yang paling populer sebanyak 31,5%, rokok linting 4,7%, dan rokok putih 2,2%. Rata-rata keseluruhan jumlah rokok yang dikonsumsi perhari adalah 12 batang. Sedangkan awal mula usia merokok rata-rata pada usia 17 tahun. Dari seluruh jumlah perokok di Indonesia, presentase orang yang merokok setiap harinya adalah 29,2% dan yang merokok kadang-kadang sebesar 5,6%. Prevalensi jumlah perokok setiap hari terbesar pada kelompok usia 45-64 tahun, 43,4% di antaranya adalah pekerja wiraswasta. Sedangkan presentase terbesar perokok kadang-kadang pada kelompok usia 15-24 tahun, 6,9% di antaranya adalah pekerja wiraswasta dan 7% adalah pekerja non wiraswasta (Depkes RI, 2011).

### 2.1.2 Klasifikasi Perokok

Klasifikasi perokok adalah pengelompokan perokok, dimana pengelompokannya berdasarkan jumlah rokok yang dihisap per hari, ya-

itu: (Mardjun, 2012).

- a. Perokok ringan adalah seseorang yang mengkonsumsi rokok antara 1-10 batang perhari.
- b. Perokok sedang adalah seseorang yang mengkonsumsi rokok antara 11-20 batang perhari.
- c. Perokok berat adalah seseorang yang mengkonsumsi rokok lebih dari 20 batang perhari.

### 2.1.3 Kerugian Merokok

Merokok dapat membahayakan semua organ manusia dan menurunkan kesehatan. Berbagai penelitian ilmiah telah membuktikan bahwa rokok merupakan faktor risiko utama dari penyakit jantung, kanker, penyakit paru kronik, diabetes mellitus, dan penyakit lain seperti fertilitas dan impotensi (Direktorat PPTM, 2012).

Di Indonesia, rokok menyebabkan lebih dari 80% laki-laki dan hampir 50% perempuan meninggal karena kanker paru. Dari 85% rumah tangga yang terpapar rokok, estimasi delapan perokok meninggal karena perokok aktif, satu perokok pasif meninggal karena terpapar asap rokok orang lain. Perokok pasif diperkirakan menyebabkan kematian sekitar 600.000 kematian dini setiap tahunnya di dunia. Sementara pengaruh asap rokok terhadap bayi baik yang masih di dalam kandungan atau yang sudah dilahirkan dapat meningkatkan risiko berat bayi lahir rendah dan sindrom kematian bayi mendadak (Direktorat PPTM, 2012).

Selain berdampak negatif pada kesehatan, merokok mempengaruhi keadaan ekonomi suatu negara. Biaya merokok, biaya perawatan penyakit akibat merokok, kerugian yang harus dibayar akibat

menurunnya produktivitas pekerja yang terkena penyakit akibat rokok masih jauh lebih tinggi jika dibandingkan biaya pemasukan dari cukai penjualan rokok (American Cancer Society, 2013).

Penelitian di Amerika Serikat menunjukkan bahwa pekerja dapat meningkatkan finansialnya melalui biaya pensiun. Karena perokok memiliki harapan hidup lebih rendah dibandingkan bukan perokok, maka mereka memiliki jangka waktu hidup setelah pensiun lebih pendek. Jika jangka waktu hidup perokok lebih pendek setelah pensiun, maka kebutuhan finansial mereka lebih rendah dibandingkan pekerja pensiunan bukan perokok dan mereka memiliki intensif yang kecil. Pemasukan yang kecil ini membuat perokok cenderung tidak mempunyai tabungan atau simpanan finansial. Besarnya biaya perawatan perokok yang tidak mungkin ditanggung oleh perokok dengan biaya pribadi sehingga biaya yang dikeluarkan untuk kesehatan masyarakat oleh pemerintah semakin naik (Zagorsky, 2004).

#### **2.1.4 Jenis Rokok**

Rokok dibedakan menjadi beberapa jenis. Perbedaan ini didasarkan atas bahan pembungkus rokok, bahan baku atau isi rokok, proses pembuatan rokok, dan penggunaan filter pada rokok (Mardjun, 2012).

- a. Rokok berdasarkan bahan pembungkus yaitu :
  - Rokok yang bahan pembungkusnya berupa daun jagung.
  - Kawung : rokok yang bahan pembungkusnya berupa daun aren.
  - Sigaret : rokok yang bahan pembungkusnya berupa kertas.

- Cerutu : rokok yang bahan pembungkusnya berupa daun tembakau.
- b. Rokok berdasarkan bahan baku atau isi yaitu :
  - Rokok Putih : rokok yang bahan baku atau isinya hanya daun tembakau yang diberi saus untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.
  - Rokok Kretek : rokok yang bahan baku atau isinya berupa daun tembakau dan cengkeh yang diberi saus untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.
  - Rokok Klembak : rokok yang bahan baku atau isinya berupa daun tembakau, cengkeh, dan kemenyan yang diberi saus untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.
- c. Rokok berdasarkan penggunaan filter yaitu :
  - Rokok Filter (RF): rokok yang pada bagian pangkalnya terdapat gabus.
  - Rokok Non Filter (RNF): rokok yang pada bagian pangkalnya tidak terdapat gabus.

Rokok putih sudah dikenal di seluruh dunia, namun rokok kretek merupakan produksi yang unik dari Indonesia yakni rokok yang memiliki ciri khas adanya campuran cengkeh pada tembakau rajangan yang menghasilkan bunyi kretek-kretek ketika dihisap. Rokok kretek di Indonesia sangat populer karena memiliki kandungan tar dan nikotin cukup tinggi dibandingkan dengan produk rokok lainnya (Kusuma, 2012).

### 2.1.5 Kandungan Rokok dan Akibatnya

Kandungan kimia dalam asap rokok yang sudah teridentifikasi sebanyak 4.800 komponen. Dari komponen tersebut, komponen yang telah teridentifikasi berbahaya bagi kesehatan antara lain : (Gondodiputro, 2007; American Lung Association, 2013; Delaware Health and Social Services, 2009)

1. Aseton merupakan cairan bening yang mudah menguap dan terbakar. Aseton dapat masuk melalui inhalasi dalam rokok. Inhalasi aseton dalam dosis sedang hingga besar dalam jangka waktu pendek dapat mengiritasi hidung, tenggorokan, paru, dan mata. Efek lain aseton dapat menyebabkan sakit kepala, *dizziness*, bingung, takikardi, mual, muntah, memendeknya siklus menstruasi pada wanita, hingga dapat menyebabkan koma bahkan kematian. Penelitian pada hewan coba dengan paparan aseton jangka panjang dapat merusak ginjal, liver, saraf; defek saat lahir; gangguan reproduksi pada pria.
2. Asam sianida merupakan gas yang paling ringan, mudah terbakar, dan sangat efisien untuk merusak saluran pernafasan.
3. Ammonia dapat ditemukan dalam cairan pembersih peralatan rumah, adalah gas yang tidak berwarna terdiri dari nitrogen dan hidrogen. Toksisitas yang tinggi dalam ammonia menyebabkan sedikit kandungan ammonia dalam darah dapat mengakibatkan pingsan atau koma.

4. Nitrogen oksida merupakan jenis gas yang dapat menghilangkan kecemasan dan rasa sakit jika terhisap. Sering digunakan dalam pembiusan.
5. Fenol adalah campuran kristal yang dihasilkan dari distilasi beberapa zat organik seperti kayu dan arang, serta diperoleh dari tar arang. Zat ini beracun dan dapat menghambat aktivitas enzim karena dapat terikat ke protein.
6. Asam Sulfida adalah gas beracun yang mudah terbakar dengan bau yang keras dan dapat menghalangi oksidasi enzim.
7. Kadmium merupakan komponen asam aktif dalam baterai, dapat meracuni jaringan tubuh terutama ginjal.
8. Karbon Monoksida (CO) merupakan hasil pembakaran tidak sempurna dari zat karbon. Gas CO yang dihasilkan sebatang tembakau dapat mencapai 3%-6%. Seseorang yang merokok hanya akan menghisap 1/3 bagian saja yaitu *main stream*, sedangkan *side stream* akan tetap berada di luar. Setelah itu perokok tidak akan menelan semua asap tetapi disemburkan keluar. Gas CO mempunyai kekuatan yang lebih besar mengikat hemoglobin sehingga saat setiap ada asap tembakau, kadar sel darah merah dan oksigen dalam tubuh berkurang. Kekurangan oksigen dalam tubuh menyebabkan vasokonstriksi pembuluh darah. Vasokonstriksi yang berlangsung terus-menerus mendasari terjadinya aterosklerosis.
9. Formaldehida adalah jenis gas yang tergolong sebagai pengawet dan pembasmi hama.

10. Metilklorida adalah campuran zat-zat bervalensi satu dengan hidrokarbon sebagai unsur utama, merupakan senyawa organik yang beracun.
11. Metanol adalah cairan ringan yang mudah menguap dan mudah terbakar, dapat mengakibatkan kebutaan atau kematian jika diminum atau dihisap.
12. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) adalah senyawa aromatik yang memiliki cincin. Beberapa PAH yang terdapat dalam asap tembakau antara lain *Benzoapyrene*, *Dibenzaanthracene*, dan *Benzaanthracene*. Senyawa ini merupakan senyawa yang cenderung membentuk epoksida yang metabolitnya bersifat genotoksik dan merupakan penyebab tumor.
13. N-nitrosamina dibentuk oleh nitrasasi amina. Asap tembakau mengandung 2 jenis utama N-nitrosamina, yaitu *Volatile N-Nitrosamina* (VNA) dan *Tobacco N-Nitrosamina*. Hampir semua VNA ditahan oleh sistem pernafasan pada inhalasi asap tembakau. Jenis asap tembakau VNA diklasifikasikan sebagai karsinogen yang potensial.
14. Nikotin digunakan juga sebagai bahan insektisida. Jumlah nikotin yang terkandung dalam rokok adalah sebesar 0,5-3 miligram, dan semuanya diserap sehingga jumlah nikotin dalam cairan darah menjadi 40-50 nanogram setiap 1 mililiternya. Pada paru, nikotin akan menghambat aktivitas silia. Selain itu, nikotin memiliki pengaruh adiktif dan psikoaktif sehingga perokok akan merasakan kenikmatan, kecemasan yang berkurang, toleransi dan keterikatan fisik. Hal ini yang menyebabkan perokok sulit untuk berhenti. Pengaruh lain nikotin

adalah perangsangan terhadap hormon katekolamin yang dapat meningkatkan kerja jantung dan tekanan darah serta menyebabkan agregasi platelet.

15. Tar adalah sejenis cairan kental berwarna coklat tua atau hitam yang merupakan substansi hidrokarbon yang bersifat lengket dan menempel pada paru. Tar merupakan zat karsinogenik yang dapat menimbulkan kanker pada sistem pernafasan. Kadar tar dalam tembakau antara 0,5-35 mg/batang.
16. Piridin adalah cairan tidak berwarna dengan bau tajam dapat digunakan untuk mengubah alkohol sebagai pelarut dan pembunuh hama.

## 2.2 Latihan Renang

### 2.2.1 Definisi dan Jenis Latihan

Istilah latihan terbagi menjadi dua yaitu *exercise* dan *training*. *Exercise* adalah aktivitas otot yang memerlukan energi di atas level istirahat dan umumnya akan menghasilkan gerakan volunter dengan *heart rate* yang telah ditentukan. *Exercise response* merupakan pola gangguan atau perubahan yang ditunjukkan dengan variasi fisiologis selama aktivitas fisik (Plowman & Smith, 2006).

*Training* merupakan progresi sesi *exercise* konsisten yang dibuat untuk meningkatkan fungsi fisiologis sehingga tercapai kesehatan yang lebih baik. Terdapat 2 macam tujuan *training*:

### 1. *Health-related physical fitness*

Merupakan bagian dari *physical fitness* untuk pencegahan ataupun rehabilitasi dari suatu penyakit dan perkembangan level kapasitas fungsional dalam melaksanakan aktivitas yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. (Plowman & Smith, 2013)

### 2. *Sport-specific physical fitness (athletic fitness)*

Merupakan bagian dari *physical fitness* yang bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja atletik.

*Training* dan *exercise* memiliki dua dasar fisiologis umum yaitu metabolik dan neuromuskular. Dasar metabolik terdiri dari dua komponen yaitu sistem energi dan sistem kardiorespirasi. Sistem energi memiliki kapasitas dan daya yang berbeda-beda. Dengan perbedaan ini, intensitas dan durasi *exercise* menentukan titik berat energi yang diutamakan dalam *exercise* apapun. *Exercise* dengan intensitas ringan dan durasi lama tergantung pada sistem aerobik, sedangkan *exercise* dengan intensitas tinggi dan durasi pendek sangat tergantung pada sistem anaerobik (Giam dan Teh, 1993).

#### **2.2.2 Prevalensi Orang Berolahraga**

Penelitian yang dilakukan oleh Fonterra menunjukkan bahwa Indonesia adalah negara di Asia Tenggara yang paling tidak aktif di mana 68 persen respondennya menyatakan mereka berolahraga kurang dari tiga kali seminggu (Aruman, 2013).

#### **2.2.3 Kriteria Latihan yang Baik**

Kebutuhan untuk suatu program latihan yang benar adalah : (Giam dan Teh, 1993)

1. Cukup bermanfaat terhadap keempat komponen kebugaran, terutama kebugaran aerobik, tetapi harus sekecil mungkin kemungkinannya untuk mengakibatkan persoalan-persoalan medis
2. Cukup dapat dinikmati, mudah dilakukan dengan teratur dan tanpa memerlukan bakat khusus, fasilitas, peralatan dan keadaan sekitar tertentu
3. Tidak menghabiskan waktu terlalu banyak dan tidak terlalu melelahkan, seseorang harus dapat pulih kembali 30-60 menit setelah akhir dari latihan
4. Mempunyai manfaat yang dapat dirasakan dan diukur dalam waktu yang cukup singkat dan setelah itu tetap terasa bermanfaat.

Jumlah minimum *exercise training* untuk memperbaiki profil lemak darah bergantung pada faktor kuantitas *exercise* sebesar 1000 kkal/minggu sesuai dengan yang direkomendasikan. Untuk menekankan pada kontrol berat badan melalui pengeluaran energi >2000 kkal, latihan aerobik dianjurkan secara frekuen 5hari/lebih setiap minggu dan untuk aktivitas dengan durasi yang lama 40-60 menit/hari atau 200-300 menit/minggu (Ehrman et al. 2009).

Petunjuk pemberian latihan dapat didasarkan pada petunjuk resep *Frequency, Intensity, Type, and Time* (FITT) yang bisa memberikan manfaat maksimal (terutama kebugaran aerobik) dan resiko minimal (misalnya gangguan kardiorespirator, ortopedi, dan karena stress oleh karena panas) (Giam dan Teh, 1993).

Resep "FITT" memiliki empat komponen yaitu Frekuensi, Intensitas, Tipe (Macam) dan *Time* (Waktu). Pertama adalah Frekuensi,

frekuensi latihan yang baik adalah tiga sampai lima kali seminggu (dua hari sekali, bila tiga kali seminggu). Kedua adalah Intensitas. Umumnya latihan dilakukan sampai berkeringat dan bernapas dalam, tanpa timbul sesak napas atau timbul keluhan (seperti nyeri dada, pusing). Cara mengukur intensitas latihan lebih akurat dengan mengukur denyut jantung maksimal (HRmax). Denyut jantung maksimal (HRmax) =  $220 - \text{umur}$  (dalam tahun) dengan variasi 10 denyut per menit. Latihan intensitas ringan yaitu  $<64\%$  HRmax, intensitas sedang  $64-74\%$  HRmax, sedangkan intensitas berat  $>76\%$  HRmax. Ketiga adalah Tipe (Macam), dimana pilihan aktivitas didasarkan atas selera, keadaan kebugaran, tersedianya fasilitas dan kemampuan. Keempat adalah *Time* (Waktu), yaitu 15-60 menit latihan aerobik terus menerus. Sebelumnya didahului oleh 3-5 menit pemanasan dan disusul oleh 3-5 menit pendinginan (Giam dan Teh, 1993).

Tingkat kebugaran seseorang dapat diukur dari volume konsumsi oksigen maksimal saat latihan.  $VO_2max$  adalah volume maksimal  $O_2$  yang diproses oleh tubuh manusia pada saat melakukan kegiatan yang intensif.  $VO_2max$  ini adalah suatu tingkatan kemampuan tubuh yang dinyatakan dalam liter per menit atau milliliter/menit/kg berat badan. Semakin tinggi  $VO_2max$  maka semakin baik pula daya tahan tubuh. Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi oleh tubuh menunjukkan semakin baik kinerja otot dalam bekerja saat latihan. Ada beberapa cara untuk mengukur  $VO_2max$  diantaranya, metode *Balke*, *Beep Test*, *Cooper Test*, *Harvard Step Test* dan sebagainya.  $VO_2max$  dapat ditingkatkan dengan *endurance exercises* dan *continuous exercise* (Lister, 2008).

WOMEN							
Age (years)	Very poor	Poor	Fair	Average	Good	Very good	Excellent
20-24	< 27	27-31	32-36	37-41	42-46	47-51	>51
25-29	< 26	26-30	31-35	36-40	41-44	45-49	>49
30-34	< 25	25-29	30-33	34-37	38-42	43-46	>46
35-39	< 24	24-27	28-31	32-35	36-40	41-44	>44
40-44	< 22	22-25	26-29	30-33	34-37	38-41	>41
45-49	< 21	21-23	24-27	28-31	32-35	36-38	>38
50-54	< 19	19-22	23-25	26-29	30-32	33-36	>36
55-59	< 18	18-20	21-23	24-27	28-30	31-33	>33
60-65	< 16	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	>30

MEN							
Age (years)	Very poor	Poor	Fair	Average	Good	Very good	Excellent
20-24	< 32	32-37	38-43	44-50	51-56	57-62	>62
25-29	< 31	31-35	36-42	43-48	49-53	54-59	>59
30-34	< 29	29-34	35-40	41-45	46-51	52-56	>56
35-39	< 28	28-32	33-38	39-43	44-48	49-54	>54
40-44	< 26	26-31	32-35	36-41	42-46	47-51	>51
45-49	< 25	25-29	30-34	35-39	40-43	44-48	>48
50-54	< 24	24-27	28-32	33-36	37-41	42-46	>46
55-59	< 22	22-26	27-30	31-34	35-39	40-43	>43
60-65	< 21	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	>40

Gambar 2.2  $VO_2max$  Berdasarkan Jenis Kelamin dan Usia

### 2.2.4 Fungsi dan Manfaat Latihan Renang

Aktivitas-aktivitas demikian terutama bermanfaat untuk meningkatkan dan mempertahankan kebugaran, ketahanan kardiorespiratoar (jantung, paru, peredaran darah) atau kebugaran aerobik (Giam dan Teh, 1993).

Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur seperti latihan dapat menurunkan tahanan perifer yang akan menurunkan tekanan darah dan melatih otot jantung sehingga menjadi terbiasa bila jantung mendapat pekerjaan yang lebih berat karena adanya kondisi tertentu. Di samping itu latihan yang teratur akan merangsang pelepasan endorfin (morfine endogen) yang menimbulkan euphoria dan relaksasi otot sehingga tekanan darah tidak meningkat (Sihombing, 2010).

Anwar dalam laporannya menyatakan bahwa latihan fisik dapat meningkatkan kadar HDL dan Apo A1, menurunkan resistensi insulin, meningkatkan sensitivitas dan meningkatkan keseragaman fisik, menurunkan trigliserida dan LDL, dan menurunkan berat badan (Anwar, 2004).

Latihan aerobik dapat meningkatkan oksidasi lemak. Pernyataan ini didukung oleh penelitian Lynne Brick yang menemukan bahwa latihan aerobik yang dilakukan dengan intensitas rendah sampai intensitas sedang selama 20 menit atau lebih, mampu membakar lemak di dalam tubuh. Selain itu, latihan aerobik bertujuan untuk menjaga agar sistem sirkulasi dan respirasi tetap stabil, penguatan pada tendon dan ligamen, serta mengurangi resiko penyakit jantung koroner di kemudian hari (Asmarantaka, 2014).

Penelitian Dahliana menyebutkan bahwa latihan aerobik dapat menurunkan kadar kolesterol LDL dan trigliserida. Pernyataan ini didukung oleh pernyataan Granjean bahwa penurunan kadar LDL dan trigliserida pada latihan aerobik dikarenakan aktivitas enzim *lipoprotein lipase* (LPA) yang meningkat pada jaringan lemak dan otot pada saat senam aerobik (Dahliana, 2012).

Berenang merupakan salah satu latihan aerobik yang paling kecil risikonya untuk mendapat cedera sehingga bermanfaat bagi orang dengan hambatan fisik maupun yang tidak memiliki gangguan fisik (Anna, 2011).

Dalam penelitiannya, Handayani menyatakan bahwa peningkatan kadar hormon kortisol terbukti lebih tinggi pada latihan renang dibandingkan kadarnya pada senam asma. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan pada saat di dalam air dan tekanan pada saat berada di udara yang membuat proses lipolisis, ketogenesis, dan proteolisis yang terjadi lebih besar, sehingga sekresi kortisol lebih ditingkatkan (Handayani, 2012).

Latihan renang lebih banyak membutuhkan energi dibandingkan dengan latihan lain (lari atau berjalan) karena latihan renang lebih menekankan pada gerakan kaki dan lengan serta ada kekuatan yang merintanginya subyek, yaitu air sehingga fungsi pulmonal pada otot-otot pernapasan juga lebih baik (Handayani, 2012).

## **2.3 Lemak (Lipid)**

### **2.3.1 Definisi Lemak (Lipid)**

Lipid adalah senyawa yang mengandung karbon dan hidrogen yang umumnya hidrofobik: tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik (Sacher dan McPherson, 2004).

Lemak disebut juga lipid adalah suatu zat yang kaya akan energi, sebagai sumber energi yang utama untuk proses metabolisme tubuh. Lemak yang beredar dalam tubuh diperoleh dari dua sumber yaitu dari makanan dan hasil produksi organ hati, yang bisa disimpan di dalam sel-sel lemak sebagai cadangan energi (Madja, 2007).

### 2.3.2 Pencernaan dan Penyerapan Lemak (Lipid)

Pencernaan lemak berbeda dengan pencernaan karbohidrat dan protein karena lemak tidak larut dalam air. Untuk dapat diserap dan dicerna oleh tubuh, lemak harus menjalani serangkaian transformasi. Sewaktu isi lambung ada yang mengalir ke dalam duodenum, lemak yang ada menggumpal membentuk butir-butir trigliserida berukuran besar yang mengambang dalam kimus. Butir-butir tersebut diemulsikan oleh garam empedu. Emulsi lemak ini mencegah penyatuan butir-butir lemak, sehingga luas permukaan lemak yang terpajan ke lipase pankreas meningkat (Sherwood, 2010).

Lipase menghidrolisis trigliserida menjadi monogliserida dan asam lemak bebas. Produk ini juga tidak terlalu larut air, sehingga hanya sedikit dari produk-produk akhir pencernaan lemak ini yang dapat berdifusi menembus kimus untuk mencapai permukaan absorptif. Penyerapan produk-produk akhir pencernaan lemak ini dipermudah melalui pembentukan misel oleh garam empedu, molekul-molekul lesitin dan komponen-komponen empedu lainnya (Guyton *and* Hall, 1998; Sherwood, 2010).

Misel merupakan partikel larut air yang mengangkut produk akhir pencernaan lemak. Setelah mencapai membran luminal sel-sel epitel, monogliserida dan asam lemak bebas dalam misel berdifusi secara pasif menembus komponen lemak membran sel epitel untuk memasuki sel-sel tersebut. Di dalam sel, monogliserida dan asam lemak bebas disintesis kembali menjadi trigliserida. Trigliserida-trigliserida ini bergabung membentuk butir-butir dan dibungkus oleh satu lapisan lipoprotein, yang

disintesis oleh retikulum endoplasma epitel, sehingga butir lemak tersebut dapat larut dalam air. Butir lemak berukuran besar dan larut air ini dikenal sebagai kilomikron (Sherwood, 2010).

### 2.3.3 Transport Lemak (Lipid)

Kolesterol bersifat hidrofobik, sehingga untuk transport di dalam darah diperlukan protein pengangkut yaitu apolipoprotein. Ikatan antara kolesterol dengan protein pengangkut ini membentuk suatu lipoprotein. Terdapat 4 jenis lipoprotein di dalam darah, di antaranya adalah: (Kosasih, 2008; FK UNSRI, 2008).

1. Kilomikron: komponen utamanya adalah trigliserida (85%-90%) dari makanan dan kolesterol (6%). Fungsinya mentransfer lemak dari usus. Kilomikron yang dihasilkan di dalam usus, masuk ke sirkulasi sistemik melalui saluran limfatik, trigliseridanya dihidrolisis oleh lipoprotein lipase, suatu enzim yang berada di permukaan endotel. Kilomikron remnant merupakan produk akhir dari degradasi kilomikron dalam sirkulasi. Partikel ini mempunyai protein permukaan spesifik yaitu apoprotein B-48 dan E. Apoprotein E ditemukan dengan reseptor di membran plasma hepar. Partikel remnant kaya kolesterol yang berasal dari makanan, diikat dan diinternalisasi kemudian didegradasi oleh enzim lisozom. Dengan proses ini, kolesterol yang berasal dari makanan dibebaskan ke hepar.
2. *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) disebut juga pre lipoprotein, terdiri dari protein (8%-10%) dan kolesterol (19%) dibentuk di hati dan sebagian di usus. VLDL terutama berasal dari hepar dan memiliki fungsi untuk transpor trigliserida yang dibuat dalam jaringan, kolesterol

yang diseintesis di dalam tubuh dan dari makanan. Trigliserida dalam VLDL akan didegradasi oleh enzim LPL menjadi VLDL sisa atau IDL. IDL kaya akan apoprotein B100 dan E. VLDL sisa ini secara langsung akan dikeluarkan dari sirkulasi oleh interaksinya dengan reseptor apoprotein B/E atau dikonversi menjadi LDL melalui enzim lipase hepatic disertai dengan pengeluaran trigliserida dan apoprotein E.

3. *Low Density Lipoprotein* (LDL) atau disebut juga lipoprotein terdiri dari protein (20%) dan kolesterol (21%). Kolesterol LDL menahan kolesterol dan apoprotein B100 yang umumnya berasal dari dalam VLDL sehingga LDL kaya akan kolesterol dan apoprotein B100. LDL dibersihkan dari sirkulasi dengan cara berikatan dengan reseptor apoprotein B100/E membran plasma di hepar dan jaringan ekstrahepatik. Umumnya kolesterol dan apoprotein B100 dikeluarkan melalui proses di hepar.
4. *High Density Lipoprotein* (HDL) disebut juga  $\alpha_1$ -lipoprotein dibentuk oleh sel hati dan usus. Fungsi HDL mentranfer kolesterol dari perifer ke hati di mana zat tersebut dimetabolisme dan selanjutnya akan diekskresi.

## 2.4 Trigliserida

### 2.4.1 Definisi Trigliserida

Trigliserida (triasilgliserol) adalah bentuk lemak terbanyak yang disimpan dalam tubuh. Trigliserida adalah lipid yang dibentuk dari satu molekul gliserol dan tiga molekul asam lemak. Apabila ada satu asam lemak yang berikatan dengan gliserol dinamakan monoasilgliserol

sedangkan apabila ada dua asam lemak yang berikatan dengan gliserol maka dinamakan diasilgliserol (Murray *et al.*, 2009)

#### 2.4.2 Sintesis Triglicerida

Sebagian besar sintesa triglicerida terjadi dalam hati tetapi ada juga yang disintesa dalam jaringan adiposa. Triglicerida yang ada dalam hati kemudian ditransport oleh lipoprotein ke jaringan adipose, dimana triglicerida juga disimpan untuk energi ((Guyton *and* Hall, 1998).

#### 2.4.3 Metabolisme Triglicerida

Metabolisme triglicerida dapat dibagi menjadi dua jalur yaitu jalur metabolisme eksogen dan jalur metabolisme endogen (Adam, 2007; Suyatna 2007; Siregar, 2010).

##### 1. Jalur Metabolisme Eksogen

Kolesterol dan *free fatty acid* yang masuk ke dalam tubuh lewat asupan akan diserap di intestinal mikrovili di mana kolesterol dan *free fatty acid* tersebut kemudian diubah menjadi kolesterol ester dan triglicerida. Triglicerida yang berasal dari makanan dalam usus dikemas sebagai kilomikron. Kilomikron ini akan diangkut dalam darah melalui duktus torasikus. Dalam jaringan lemak, triglicerida dan kilomikron mengalami hidrolisis oleh enzim lipoprotein lipase yang terdapat pada permukaan sel endotel. Akibat hidrolisis ini maka akan terbentuk asam lemak dan kilomikron *remnant*. Asam lemak bebas akan menembus endotel dan masuk ke dalam jaringan lemak atau sel otot untuk diubah menjadi triglicerida kembali atau dioksidasi (Suyatna, 2007). Triglicerida disimpan kembali di jaringan lemak adiposa, tetapi bila terdapat dalam jumlah yang banyak sebagian akan diambil oleh

hati menjadi bahan untuk pembentukan trigliserida hati. Kilomikron yang sudah kehilangan sebagian besar trigliserida akan menjadi kilomikron *remnant* yang mengandung kolesterol ester dan akan dibawa ke hati (Adam, 2007).

## 2. Jalur Metabolisme Endogen

Trigliserida dan kolesterol yang disintesis di hati dan disekresi ke dalam sirkulasi sebagai lipoprotein VLDL. Apolipoprotein yang terkandung dalam VLDL adalah apolipoprotein B100. Dalam sirkulasi, trigliserida dalam VLDL akan mengalami hidrolisis oleh enzim *lipoprotein lipase* (LPL), dan VLDL berubah menjadi IDL yang juga akan mengalami hidrolisis dan berubah menjadi LDL. Sebagian dari VLDL, IDL, dan LDL akan mengangkut kolesterol ester kembali ke hati (Siregar, 2010).

### 2.4.4 Fungsi Trigliserida

Fungsi utama trigliserida adalah sebagai zat energi. Lemak disimpan di dalam tubuh dalam bentuk trigliserida. Apabila sel membutuhkan energi, enzim lipase dalam sel lemak akan memecah trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak serta melepaskannya ke dalam pembuluh darah. Oleh sel-sel yang membutuhkan komponen-komponen tersebut kemudian dibakar dan menghasilkan energi, karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (Wijaya, 2014).

### 2.3.5 Klinis Kelainan Trigliserida

Hipertrigliseridemia adalah kondisi dimana kadar trigliserida meningkat, sering disebabkan oleh diabetes mellitus yang tidak terkontrol, obesitas dan kurangnya aktivitas fisik. Kondisi ini merupakan faktor resiko

Penyakit Arteri Koroner (CAD). Selain itu pada kasus ekstrim, dimana kadar trigliserida  $>1000$  mg/dl bisa menyebabkan sindrom kilomikronemia dan pankreatitis akut (Sweeney, 2014). Klasifikasi trigliserida berdasarkan *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III* (NCEP ATP III) yaitu: (1) Optimal, bila kadar trigliserida  $>150$  mg/dl; (2) Borderline, bila kadar trigliserida 150-199 mg/dl; (3) Tinggi, bila kadar trigliserida 200-499 mg/dl; (4) Sangat tinggi bila kadar trigliserida 500mg/dl (Beny, 2013).

Kadar trigliserida berlebih akan menyebabkan peningkatan sintesis VLDL dan kilomikron. Lipoprotein yang memiliki apo B-100 (VLDL, IDL, LDL) bila terdapat dalam jumlah yang banyak dan dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan deposisi kolesterol dan ester kolesterol pada jaringan ikat dinding pembuluh arteri. Jaringan otot halus dan jaringan fibrosa di sekitarnya akan berproliferasi membentuk plak. Dengan berjalannya waktu, plak akan bertambah besar. Plak yang bertambah besar ditambah dengan garam kalsium yang ikut mengendap akan menyebabkan aterosklerosis. Aterosklerosis dapat menyebabkan timbulnya penyumbatan pembuluh darah yang dapat berakibat fatal bagi penderitanya. Plak yang terlepas juga dapat menyebabkan sumbatan pada pembuluh darah. Apabila plak ini menyumbat pembuluh darah yang cukup vital, misalnya pembuluh darah utama otak atau pembuluh darah koroner jantung, maka dapat menyebabkan stroke bahkan kematian mendadak karena serangan jantung (Erinda, 2009).

## 2.5 Hubungan Rokok, Trigliserida dan Latihan Renang

Pada rokok telah ditemukan sekitar 4.000 jenis bahan kimia beracun diantaranya nikotin, tar, dan karbon monoksida. Nikotin yang terkandung dalam asap rokok dapat meningkatkan lipolisis dan konsentrasi asam lemak bebas yang mempengaruhi profil lemak darah (Wowor et al, 2013).

Secara umum, pemberian rokok selama delapan minggu dapat menurunkan proses steroidogenesis pada gonad dan kelenjar adrenal melalui penurunan ekspresi *protein regulator* dan sintesis *pregnolone* sebagai bahan baku sintesis hormone steroid sehingga jumlah kolesterol yang berada di luar sel meningkat. Hati merespon penurunan aktivitas di jaringan ini dengan peningkatan sintesis VLDL sebagai prekursor LDL, terutama ketika terjadi penurunan sintesis hormon steroid dan kurangnya sumber kolesterol di jaringan (Pawlak et al., 2011).

Rokok mengandung berbagai macam unsur, salah satu unsur utamanya yaitu nikotin. Nikotin memegang peranan utama dalam perkembangan sindroma metabolik. Hal ini dibuktikan dengan adanya penelitian yang menunjukkan bahwa ambilan nikotin dapat menurunkan sensitifitas insulin pada penderita DM tipe II. Metabolisme nikotin sangatlah kompleks. Nikotin didistribusikan secara cepat di dalam darah dan di hati nikotin dipecah menjadi produk yang lebih sederhana yang disebut kotinin. Nikotin memiliki waktu paruh yang relatif singkat, yakni sekitar dua jam, sedangkan kotinin memiliki waktu paruh sekitar dua puluh jam. Kotinin dapat bertahan di dalam darah hingga 48 jam. Nikotin dapat meningkatkan sekresi adrenalin pada korteks adrenal yang

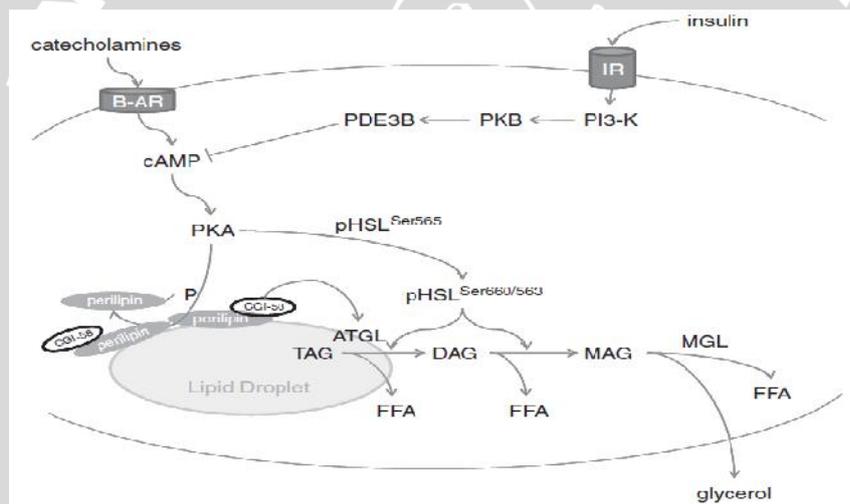
mendorong peningkatan konsentrasi serum asam lemak bebas (*Free Fatty Acid/ FFA*) yang selanjutnya menstimulasi sintesis dan sekresi kolesterol hepar seperti sekresi *Very Low Density Lipoprotein (VLDL)* hepar dan karenanya meningkatkan kadar trigliserida darah (Meenakshisundaram *et al.*, 2010).

Merokok juga dapat menurunkan kadar estrogen yang selanjutnya mendorong penurunan konsentrasi kolesterol HDL. Penurunan konsentrasi kolesterol HDL ini berkebalikan dengan peningkatan konsentrasi VLDL serum. Merokok juga dapat meningkatkan resistensi insulin sehingga menyebabkan hiperinsulinemia. Kadar LDL, VLDL, dan trigliserid relatif meningkat pada kondisi ini karena penurunan aktifitas hormon lipoprotein lipase (Meenakshisundaram *et al.*, 2010).

Kersbaun dalam Handayani pada laporannya mengatakan bahwa pemberian nikotin intravena dapat meningkatkan asam lemak. Ternyata pemberian nikotin intravena ini mempunyai pengaruh yang sama dengan 2 batang rokok yang dihisap selama 10 menit. Peningkatan ini terjadi karena meningkatnya pemecahan trigliserida oleh rangsangan katekolamin, kortisol, dan *growth hormone* (Handayani, 2010; Devaranavdgi *et al.*, 2012; Vasudevan *et al.*, 2013).

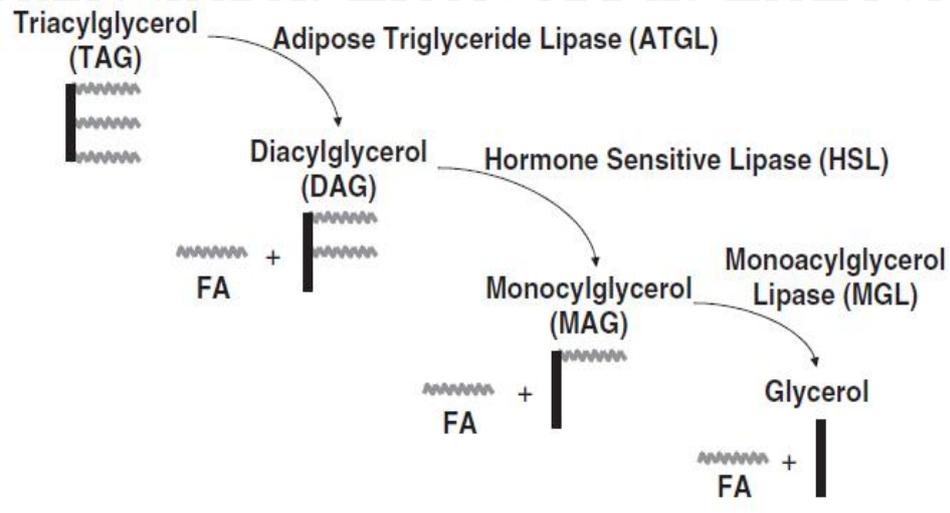
Nikotin meningkatkan lipolisis secara sistemik maupun lokal. Nikotin akan berikatan dengan reseptor nikotinic kolinergik pada otak dan ganglia autonom sehingga *ion channel* terbuka, sodium dan kalsium masuk menyebabkan keluarnya neurotransmitter yang merangsang kelenjar adrenal untuk mensekresikan katekolamin, kortisol dan *growth hormone* (Ottoson *et al.*, 2000).

Katekolamin berikatan dengan *beta-adrenoreceptor* pada permukaan sel lemak dan menginisiasi peningkatan adenil siklase yang hasilnya akan meningkatkan *cyclic adenosine monophosphat (cAMP)*. Kortisol dan *growth hormone* pun meningkatkan proses lipolisis lewat peningkatan *cAMP*. *Cyclic AMP* kemudian mengaktifkan protein kinase A (PKA). PKA akan memfosforilasi perilipin, yang merupakan protein yang berhubungan dengan droplet lipid dan meningkatkan aktivitas lipase. Ekspresi perilipin ini akan menstimulasi aktifitas lipase dalam proses lipolisis (Peckett *et al.*, 2011; Gossain *et al.*, 1986).



**Gambar 2.5.1 Regulator pada Lipolisis (Peckett *et al.*, 2011)**

Lipolisis adalah proses pemecahan lipid oleh enzim lipase. Lipid yang disimpan pada jaringan adiposa adalah triasilgliserol (TAG), yang juga disebut trigliserida. Lipase memecah TAG menjadi asam lemak dan gliserol (Peckett *et al.*, 2011). Sifat lipid yang hidrofobik menyebabkan lipid tidak bisa larut dalam plasma, akan tetapi akan berikatan dengan albumin dalam serum darah. Sehingga untuk menentukan kadar trigliserida diambil dari sampel serum darah yang sudah dipisahkan dari plasma darah (Dalimartha, 2008).



**Gambar 2.5.2 Pemecahan TAG Selama Lipolisis (Peckett *et al.*, 2011)**

Tingginya kadar asam lemak bebas dalam darah meningkatkan sekresi VLDL oleh hati karena TG normalnya tidak menumpuk di hati pada kondisi ini, sehingga VLDL segera disintesis dan dilepas ke sirkulasi (Murray, 2009).

Latihan daya tahan akan meningkatkan kemampuan otot untuk mengambil dan mengoksidasi asam lemak bebas selama latihan dan mengaktifkan enzim lipoprotein lipase. Penelitian pada 652 penderita mendapatkan bahwa program latihan selama tiga minggu akan menurunkan kolesterol total dan LDL sebesar 20% (Dahlia, 2012).

Anwar dalam penelitiannya menyatakan bahwa latihan fisik dapat meningkatkan kadar HDL dan Apo A1, menurunkan resistensi insulin, meningkatkan sensitivitas dan meningkatkan keseragaman fisik, menurunkan trigliserida dan LDL, dan menurunkan berat badan.

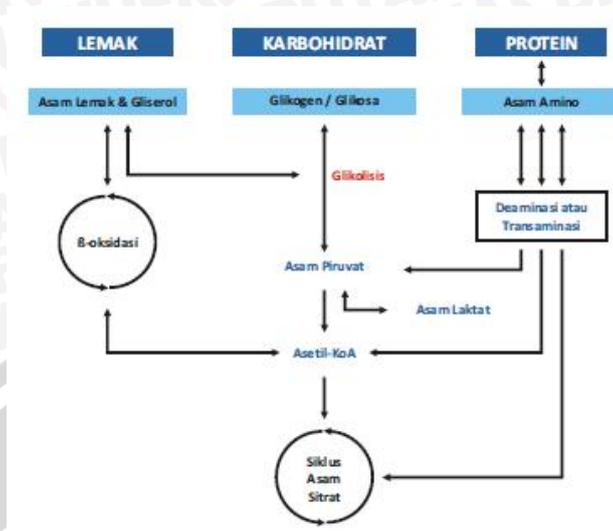
Setiap melakukan latihan jasmani perlu diikuti 3 tahap : (Anwar, 2004).

- 1) Pemanasan dengan peregangan selama 5-10 menit

- 2) Aerobik sampai denyut jantung sasaran yaitu 70-85 % dari denyut jantung maximal ( 220 - umur ) selama 20-30 menit .
- 3) Pendinginan dengan menurunkan intensitas secara perlahan-lahan, selama 5-10 menit. Frekwensi latihan sebaiknya 4-5 x/minggu dengan lama latihan seperti diutarakan diatas. Dapat juga dilakukan 2-3x/ minggu dengan lama latihan 21-60 menit dalam tahap aerobik.

Berenang merupakan salah satu latihan aerobik yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan termasuk meningkatkan fungsi paru-paru. Selain itu, latihan ini juga mampu membuat sendi dan otot menjadi lebih lentur. Berenang dinilai lebih aman untuk dilakukan karena seluruh berat badan ditahan air (mengapung), sehingga tidak membebani sendi tubuh dan kecil risikonya untuk mendapat cedera (Anna, 2011).

Pada jenis-jenis latihan yang bersifat ketahanan (*endurance*) seperti latihan renang, produksi energi di dalam tubuh akan bergantung terhadap sistem metabolisme energi secara aerobik melalui pembakaran karbohidrat, lemak dan juga sedikit dari pemecahan protein. Proses metabolisme energi secara aerobik merupakan proses metabolisme yang membutuhkan kehadiran oksigen ( $O_2$ ) agar prosesnya dapat berjalan dengan sempurna untuk menghasilkan *Adenosine Triphosphate* (ATP). Pada saat berolahraga, kedua simpanan energi tubuh yaitu simpanan karbohidrat (glukosa darah, glikogen otot dan hati) serta simpanan lemak dalam bentuk trigliserida akan memberikan kontribusi terhadap laju produksi energi secara aerobik di dalam tubuh (Octa, 2014).



**Gambar 2.5.3 Proses Pembentukan ATP (Irawan, 2007)**

Langkah awal dari metabolisme energi dari lemak adalah melalui proses pemecahan simpanan lemak yang terdapat di dalam tubuh yaitu trigliserida. Trigliserida di dalam tubuh ini akan tersimpan di dalam jaringan adipose (*adipose tissue*) serta di dalam sel-sel otot (*intramuscular triglycerides*). Melalui proses yang dinamakan lipolisis, trigliserida yang tersimpan ini akan dikonversi menjadi asam lemak (*fatty acid*) dan gliserol. Pada proses ini, untuk setiap 1 molekul trigliserida akan terbentuk 3 molekul asam lemak dan 1 molekul gliserol (Irawan, 2007).

Kedua molekul yang dihasilkan melalui proses ini kemudian akan mengalami jalur metabolisme yang berbeda di dalam tubuh. Gliserol yang terbentuk akan masuk ke dalam siklus metabolisme untuk diubah menjadi glukosa atau juga asam piruvat. Sedangkan asam lemak yang terbentuk akan dipecah menjadi unit-unit kecil melalui proses yang dinamakan  $\beta$ -oksidasi untuk kemudian menghasilkan energi (ATP) di dalam mitokondria sel (Irawan, 2007).

Proses  $\beta$ -oksidasi berjalan dengan kehadiran oksigen serta membutuhkan adanya karbohidrat untuk menyempurnakan pembakaran asam lemak. Pada proses ini, asam lemak yang pada umumnya berbentuk rantai panjang yang terdiri dari  $\pm 16$  atom karbon akan dipecah menjadi unit-unit kecil yang terbentuk dari 2 atom karbon. Tiap unit 2 atom karbon yang terbentuk ini kemudian dapat mengikat kepada 1 molekul KoA untuk membentuk asetil KoA. Molekul asetil-KoA yang terbentuk ini kemudian akan masuk ke dalam siklus asam sitrat dan diproses untuk menghasilkan energi seperti halnya dengan molekul asetil-KoA yang dihasilkan melalui proses metabolisme energi dari glukosa/glikogen (Irawan, 2007).

Latihan mampu menurunkan kadar VLDL dan kilomikron serta memperkuat *clearance* dari VLDL yang kaya kolesterol dan kilomikron remnant. VLDL adalah prekursor LDL, sehingga penghambatan sintesis VLDL secara otomatis akan menurunkan jumlah LDL dan trigliserida (Dahlia, 2012).

Latihan yang teratur menyebabkan tubuh membutuhkan energi terus menerus, sehingga sensitivitas insulin akan meningkat sebagai respon adaptasi tubuh ketika kebutuhan energi meningkat. Insulin meningkatkan aktivitas lipoprotein lipase (LPL) yang akan membebaskan asam lemak dari VLDL dan kilomikron (lipoprotein yang kaya akan trigliserida) ke jaringan adiposa. Sedangkan partikel sisa (kilomikron *remnant* atau VLDL *remnant*) yang kaya akan kolesterol akan diangkut oleh HDL menuju hepar (Taylor, 2007; Ehrman *et al*, 2009).