

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rokok

2.1.1 Prevalensi Perokok 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 menyatakan 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 21-64 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, yaitu: (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 Dampak 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 dan diabetes militus, dan penyakit lainnya antara lain seperti fertilitas, 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 resiko 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 pengaruh rasa dan aroma tertentu.
- Rokok Kretek : rokok yang bahan baku atau isinya berupa daun tembakau dan cengkeh yang diberi saus untuk mendapatkan pengaruh rasa dan aroma tertentu.
- Rokok Klembak : rokok yang bahan baku atau isinya berupa daun tembakau, cengkeh, dan kemenyan yang diberi saus untuk mendapatkan pengaruh 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. Pengaruh 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; dpengaruh 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 amonia menyebabkan sedikit kandungan amonia 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 (Polwman & 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*: (Polwman & Smith, 2013)

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.

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 berlatih 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 kadar 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, kurang lebih 60-85% dari denyut jantung maksimal. Ini umumnya berarti bahwa latihan dilakukan sampai berkeringat dan bernapas dalam, tanpa timbul sesak napas atau timbul keluhan (seperti nyeri dada, pusing). Denyut jantung maksimal = $220 - \text{umur}$ (dalam tahun) dengan variasi 10 denyut per menit. 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).

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 (morfin 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).

Kelley dalam Asmarantaka menyatakan bahwa latihan aerobik pada wanita dapat menurunkan kadar kolesterol LDL. 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. Berdasarkan pada pernyataan - pernyataan diatas dapat diketahui bahwa latihan aerobik dapat meningkatkan oksidasi lemak. 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).

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 Low Density Lipoprotein (LDL)

2.3.1 Definisi LDL

Sejumlah senyawa kimia dalam makanan dan tubuh, digolongkan dalam lipid. Senyawa tersebut adalah lipid netral, fosfolipid, kolesterol dan senyawa-senyawa lain. Karena sifat lemak yang tidak larut dalam air maka untuk mengedarkan lipid ke seluruh tubuh termasuk juga kolesterol

dibutuhkan suatu pengangkut yang disebut dengan apoprotein, sedangkan kombinasi antara apoprotein dan zat lemak yang harus diangkut disebut lipoprotein (Mustofa, 2009).

Setiap lipoprotein terdiri atas kolesterol (bebas atau ester), trigliserid, fosfolipid, dan apoprotein. Lipoprotein berbentuk sferik dan mempunyai inti trigliserid dan kolesterol ester dan dikelilingi oleh fosfolipid dan sedikit kolesterol bebas. Apoprotein ditemukan pada permukaan lipoprotein (Siregar, 2010).

Lipoprotein berbeda dalam ukuran, densitas, komposisi lemak, dan komposisi apoprotein. Setiap partikel LDL mengandung sekitar 1500 molekul kolesterol ester dalam inti berminyak. Inti ini dikelilingi oleh mantel mengandung kolesterol 500 molekul, 800 molekul fosfolipid, dan satu molekul apoprotein B100 (Siregar, 2010).

Kolesterol *Low Density Lipoprotein* (LDL) merupakan lipoprotein yang mengangkut paling banyak kolesterol di dalam darah. Kadar kolesterol LDL yang tinggi menyebabkan pengendapan kolesterol di dalam arteri (Mustofa, 2009).

2.3.2 Sintesis Kolesterol LDL

Low Density Lipoprotein (LDL) berasal dari hasil metabolisme kolesterol *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL). VLDL yang terbentuk mengangkut kolesterol ke plasma. Sebagian besar kolesterol ini tertahan pada IDL yang diambil oleh hati atau diubah menjadi LDL yang selanjutnya diambil oleh reseptor LDL di hati dan jaringan ekstrahepatik (Erinda, 2009).

2.3.3 Transport Lemak

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 β 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 disintesis 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 β 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 α_1 -lipoprotein dibentuk oleh sel hati dan usus. Fungsi HDL mentransfer kolesterol dari perifer ke hati di mana zat tersebut dimetabolisme dan selanjutnya akan diekskresi.

Sebagian besar kolesterol ditemukan dalam bentuk teresterifikasi. Kolesterol diangkut di dalam lipoprotein pada plasma dan proporsi terbesar kolesterol terdapat di dalam LDL. Jumlah LDL reseptor pada permukaan

sel diatur dengan ketat. Ketika jumlah kolesterol di sel meningkat jumlah reseptor LDL menurun sedangkan ketika sel membutuhkan banyak kolesterol maka jumlah reseptor LDL akan meningkat. Sistem ini akan mengatur agar jumlah kolesterol dalam sel tetap konstan (Erinda, 2009).

2.3.4 Metabolisme Kolesterol LDL

Metabolisme lipoprotein dapat dibagi atas tiga jalur yaitu jalur metabolisme eksogen, jalur metabolisme endogen, dan jalur *reverse cholesterol transport*. Kedua jalur pertama berhubungan dengan metabolisme kolesterol LDL dan trigliserid, sedang jalur *reverse cholesterol transport* khusus mengenai metabolisme kolesterol HDL. (Siregar, 2010).

1. Jalur Metabolisme Eksogen

Makanan berlemak yang kita makan terdiri atas trigliserid dan kolesterol. Selain kolesterol yang berasal dari makanan, dalam usus jugaterdapat kolesterol dari hati yang diekskresikan bersama empedu ke usus halus. Baik lemak di usus halus yang berasal dari makanan maupun yang berasal dari hati disebut lemak eksogen.

2. Jalur Metabolisme Endogen

Trigliserid dan kolesterol yang disintesis di hati dan disekresi ke dalam sirkulasi sebagai lipoprotein VLDL. Apolipoprotein yang terkandung dalam VLDL adalah apolipoprotein B100. Dalam sirkulasi, trigliserid 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.

LDL adalah lipoprotein yang paling banyak mengandung kolesterol. Sebagian dari kolesterol dalam LDL akan dibawa ke hati dan jaringan steroidogenik lainnya seperti kelenjar adrenal, testis, dan ovarium yang mempunyai reseptor untuk kolesterol LDL. Sebagian lagi dari kolesterol LDL akan mengalami oksidasi dan ditangkap oleh reseptor scavenger-A (SRA) di makrofag dan akan menjadi sel busa (*foam cell*). Makin banyak kadar kolesterol LDL dalam plasma makin

banyak yang akan mengalami oksidasi dan ditangkap oleh sel makrofag.

Jumlah kolesterol yang akan teroksidasi tergantung dari kadar kolesterol yang terkandung di LDL. Beberapa keadaan mempengaruhi tingkat oksidasi seperti :

- Meningkatnya jumlah LDL kecil padat (*small dense LDL*) seperti pada sindrom metabolik dan diabetes melitus.
- Kadar kolesterol HDL, makin tinggi kadar kolesterol HDL akan bersifat protektif terhadap oksidasi LDL.

3. Jalur *Reverse Cholesterol Transport*

Suatu proses yang membawa kolesterol dari jaringan kembali ke hepar. HDL merupakan lipoprotein yang berperan pada jalur ini.

2.3.5 Fungsi Kolesterol LDL

Kolesterol merupakan prekursor senyawa steroid di dalam tubuh seperti kortikosteroid, hormon seks, asam empedu, dan vitamin D. Kolesterol merupakan komponen semua membran sel di dalam tubuh. *Low Density Lipoprotein* (LDL) berfungsi untuk mengangkut kolesterol ke sel perifer di seluruh tubuh (Setyaji, 2011).

2.3.6 Kelainan Klinis

Hiperkolesterolemia adalah peningkatan kadar kolesterol LDL puasa tanpa disertai peningkatan kadar trigliserida. Klasifikasi hiperkolesterolemia yaitu: (1) hiperkolesterolemia ringan, ditandai dengan nilai kolesterol LDL antara 140-159 mg/dl; (2) hiperkolesterolemia sedang, bila kadar kolesterol LDL antara 240-300 mg/dL dan lebih spesifik bila kadar kolesterol LDL berkisar antara 160-189 mg/dl; (3) hiperkolesterolemia berat, dengan kolesterol LDL >190 mg/dl (Aurora *et al.*, 2012).

Kadar lipid berlebih akan menyebabkan kerusakan sel endotel pembuluh darah. Lipoprotein yang memiliki apo β -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).

2.4 Hubungan LDL, Rokok 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 kadar lemak darah (Wowor *et al.*, 2013).

Indriasari dalam laporannya menyebutkan bahwa zat-zat kimia yang terkandung dalam rokok, terutama nikotin, dapat menurunkan kadar kolesterol baik (HDL) dan meningkatkan kadar kolesterol buruk (LDL) dalam darah. Pada orang yang merokok ditemukan kadar kolesterol LDL-nya tinggi, dimana lemak dari hati justru dibawa kembali ke jaringan tubuh (Indriasari, 2006).

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.. Selain itu, radikal bebas yang dihasilkan oleh rokok menghambat mobilisasi kolesterol ke mitokondria. Mobilisasi kolesterol yang kurang baik ke mitokondria menyebabkan penumpukan kolesterol karena tidak digunakan sebagai sumber energi. 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).

Kersbaun dalam Handayani pada laporannya mengatakan bahwa pemberian nikotin intravena dapat meningkatkan asam lemak dalam plasma.

Peningkatan ini terjadi karena meningkatnya pemecahan trigliserida oleh rangsangan katekolamin, kortisol, dan *growth hormone*. Selanjutnya terjadi aktivasi adenil siklase pada jaringan adiposa menyebabkan lipolisis trigliserida dan pelepasan asam lemak bebas (*free fatty acid*) ke dalam plasma. Asam lemak bebas dan trigliserida ini akan berikatan dengan albumin, menyebabkan peningkatan sintesis trigliserida dan kolesterol VLDL di hepar dan penurunan kolesterol HDL (Handayani, 2010; Devaranavdgi *et al.*, 2012).

Kersbaun dalam Handayani pada beberapa laporannya mengatakan bahwa pemberian nikotin intravena dapat meningkatkan asam lemak dalam plasma. Peningkatan ini terjadi karena meningkatnya pemecahan trigliserida oleh rangsangan katekolamin. Ternyata pemberian nikotin intravena ini mempunyai pengaruh yang sama dengan 2 batang rokok yang dihisap selama 10 menit. Merokok meningkatkan kolesterol LDL dan menekan HDL kolesterol (Handayani, 2010). Pengaruh lain dari nikotin adalah peningkatan lipolisis sehingga asetil KoA meningkat dan menimbulkan peningkatan sintesis kolesterol. (Vasudevan *et al.*, 2013).

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

Conklin menyatakan bahwa kandungan senyawa kimia dalam rokok berperan dalam perubahan metabolisme tubuh. Selain nikotin, rokok juga mengandung senyawa yang disebut dengan *acrolein*. *Acrolein* merupakan salah satu kandungan dalam rokok yang termasuk dalam golongan aldehid. Selain terkandung dalam batang rokok, senyawa ini dapat terbentuk melalui oksidasi lipid dan asam amino (Conklin *et al.*, 2010). Pengaruh *acrolein* dalam tubuh dapat mempengaruhi metabolisme HDL dan LDL. Pada metabolisme HDL, *acrolein* merubah susunan lisin penyusun apoprotein a1 HDL. Perubahan ini menyebabkan apoprotein tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga transport kolesterol dalam pembuluh darah menuju ke hepar tidak berfungsi secara optimal (Shao *et al.*, 2005).

Sementara itu pengaruh *acrolein* pada LDL melalui inhibisi ikatan LDL dengan reseptornya yang dimediasi oleh apolipoprotein E. Hal ini menyebabkan ikatan LDL dengan LDL reseptor menjadi berkurang dan menyebabkan banyak

LDL yang berada pada pembuluh darah sehingga membuat LDL ini menjadi rentan mengalami oksidasi (Tamamizu *et al.*, 2007). LDL yang teroksidasi menyebabkan sistem imun tubuh tidak lagi mengenali LDL tersebut sehingga monosit dikeluarkan. Selain pengeluaran monosit, LDL yang teroksidasi menyebabkan kerusakan pada sel endotel yang selanjutnya akan menyebabkan peningkatan aktivasi kolagen, molekul adhesi dan monosit ke sel endotel (Li & Mehta, 2005).

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 ($220 - \text{umur}$) 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

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).

Hidrolisis VLDL dan kilomikron (banyak mengandung trigliserida) oleh LPL meningkat dengan *exercise* akut dan *exercise* training. Peningkatan aktivitas LPL karena konsentrasi trigliserida dalam plasma rendah. Setelah mengalami hidrolisis oleh LPL, partikel sisa (kilomikron remnant atau VLDL remnan) yang kaya akan kolesterol akan diangkut oleh HDL menuju hepar (Ehrman *et al*, 2009).

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).

