
RESPON KARDIOVASKULER AKIBAT LATIHAN

Oleh: Widiyanto

Dosen Jurusan Pendidikan Kesehatan dan Rekreasi FIK UNY

Olahraga atau latihan fisik tidak hanya melibatkan sistem muskuloskeletal tetapi juga sistem kardiovaskuler, respirasi, ekskresi, dan saraf. Latihan harus mempunyai takaran yang tepat baik intensitas, lama maupun frekuensinya untuk mencapai hasil maksimal dalam meningkatkan daya tahan, kecepatan reaksi, kemampuan pengambilan oksigen, kekuatan otot termasuk otot jantung dalam mengontrol tekanan darah dan denyut nadi. Latihan dibagi menjadi latihan aerobik dan anaerobic. Olahraga kini sudah menjadi kebutuhan masyarakat secara luas. Terbukti dari bertumbuhnya pusat-pusat olahraga serta dipenuhinya ruang-ruang publik pada hari libur oleh masyarakat yang berolahraga. Hal ini menunjukkan bahwa olahraga bukan hanya sekedar kebutuhan, namun sudah menjadi gaya hidup. Pada umumnya mereka melakukan olahraga untuk menjaga kebugaran tubuh serta menjaga kesehatan, akan tetapi tidak sedikit juga mereka yang melakukannya karena hobi atau mengejar prestasi.

Rasulullah saw. bersabda, "Mukmin yang kuat lebih baik dan lebih disukai Allah daripada mukmin yang lemah" (HR Muslim). Hadits ini memperlihatkan bahwa selain mementingkan kekuatan iman, Islam juga peduli terhadap kekuatan jasmani umatnya karena dari kekuatan jasmani itulah ibadah dapat ditegakkan. Dalam hadits lain, Nabi Muhammad saw. bersabda, "Segala sesuatu di luar zikir kepada Allah Swt. Adalah permainan atau senda gurau, kecuali empat hal: perjalanan seseorang diantara dua tujuan,



melatih kuda, mencumbu istri, dan belajar berenang” (HR al-Bazzar dan al-Thabrani). Dalam hadits ini, beliau menganjurkan kita untuk belajar berenang, salah satu olahraga yang sangat bermanfaat.

Pada perkembangannya, banyak masyarakat melakukan olahraga yang bertujuan untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan. Olahraga semacam ini dapat kita sebut sebagai olahraga kesehatan. Olahraga kesehatan memiliki sifat mudah dikerjakan, murah, serta bermanfaat dan aman. Untuk itu, olahraga kesehatan memiliki beberapa syarat yang harus dipenuhi agar tercapai tujuannya, yaitu intensitas serta bebannya homogen, *submaximal*, serta tidak boleh ada unsur kompetisi didalamnya. Yang dimaksud sebagai beban homogen disini adalah intensitas serta porsi dari latihan selalu sama. Olahraga yang baik adalah olahraga yang secara intensitas dilakukan secara teratur dan berkesinambungan. Sedangkan yang dimaksud sebagai submaximal disini adalah tidak ada pemaksaan yang melebihi kemampuan individu tersebut baik dalam beban maupun intensitasnya. Selain terfokus pada kesehatan jasmani, olahraga untuk kesehatan ini juga berpengaruh positif pada kesehatan rohani serta sosial individu tersebut karena selain mudah dan murah, olahraga ini dapat dilakukan secara massal.

Canadian Society for Exercise Physiology (1998) dalam “*physical activity guide*” menyebutkan bahwa untuk menjaga tubuh tetap sehat diperlukan aktivitas fisik seperti berjalan kaki selama 60 menit per hari. Sedangkan untuk aktifitas fisik yang lebih berat, seperti bersepeda atau berenang diperlukan waktu 30-60 menit 4 kali seminggu. Apabila seseorang melakukan olahraga *aerobic* atau *jogging* maka diperlukan waktu 20-30 menit. Namun, aktifitas ini harus dilakukan secara bertahap dan teratur untuk mencapai hasil yang optimal.



Manfaat melakukan olahraga yang cukup dan teratur telah diinformasikan secara luas dalam berbagai artikel kesehatan maupun artikel populer serta jurnal-jurnal kesehatan. Diantara manfaat itu antara lain, olahraga dapat mencegah obesitas, diabetes mellitus, *hyperlipidemia*, stroke, dan hipertensi. Bahkan Veronique dan Robert (2005) dalam penelitiannya di belgia menyimpulkan bahwa latihan *aerobic* dapat diterapkan sebagai manajemen hipertensi bukan hanya untuk pencegahan. Masih dalam penelitian yang sama disebutkan juga bahwa lemak dalam darah dapat diturunkan kadarnya dengan olahraga terutama aerobik. Lemak dalam darah inilah yang nanti akan menimbulkan arterosklerosis apabila kadarnya tinggi. Sebuah studi di jepang (Akira et al,1983) menyimpulkan bahwa latihan aerobik yang dilakukan pada 50% VO2max efektif terhadap terapi hipertensi ringan.

Kaitan olahraga dengan jantung dan pembuluh darah dapat dipahami karena dengan jantung merupakan organ vital yang memasok kebutuhan darah di seluruh tubuh. Dengan meningkatnya aktivitas fisik seseorang maka kebutuhan darah yang mengandung oksigen akan semakin besar. Kebutuhan ini akan dipenuhi oleh jantung dengan meningkatkan aliran darahnya. Hal ini juga direspon pembuluh darah dengan melebarkan diameter pembuluh darah (vasodilatasi) sehingga akan berdampak pada tekanan darah individu tersebut.

LATIHAN

Definisi latihan olahraga yang dimodifikasi Dietrich Heze (1971) menyatakan bahwa latihan adalah suatu proses penyempurnaan olahraga yang diatur dengan prinsip-prinsip yang bersifat ilmiah, khususnya prinsip-prinsip paedagogis. Proses ini direncanakan dan sistematis, yang meningkatkan kesiapan untuk melakukan dan



kapasitas penampilan atlet. Menurut Dietrich Martin yang dikutip M. Furqon, 1995: 3, latihan olahraga adalah suatu proses yang direncanakan yang mengembangkan penampilan olahraga yang kompleks dengan memakai isi latihan, tindakan-tindakan organisasi yang sesuai dengan maksud dan tujuan. Latihan adalah suatu proses berlatih secara sistematis yang dilakukan secara berulang-ulang dengan beban latihan yang kian bertambah (Harsono, 1996: 17). Hal senada juga dikemukakan oleh Mosston (1992: 9) bahwa latihan merupakan pelaksanaan gerakan secara berurutan dan berulang-ulang. Pada prinsipnya latihan adalah memberikan tekanan fisik secara teratur, sistematis, berkesinambungan sedemikian rupa sehingga dapat meningkatkan kemampuan fisik di dalam melakukan aktivitas (Fox dkk, 1993: 69).

Pendapat lain mengenai pengertian latihan adalah proses sistematis dari kerja fisik yang dilakukan secara berulang-ulang dengan menambah jumlah beban pekerjaannya. Latihan fisik merupakan pemberian atau beban fisik pada tubuh secara teratur, sistematis, dan berkesinambungan melalui program latihan yang tepat (Astrand dan Rodahl, 1986:11).

Latihan fisik sebaiknya dilakukan sesuai dengan kemampuan tubuh dalam menganggapi stress yang diberikan, bila tubuh diberi beban latihan yang terlalu ringan maka tidak akan terjadi proses adaptasi (Sugiharto, 2003: 4). Demikian juga jika diberikan beban latihan yang terlalu berat dan tubuh tidak mampu mentolerir, akan menyebabkan terganggunya proses homeostatis pada sistem tubuh dan dapat mengakibatkan kerusakan pada jaringan. Setiap latihan fisik atau latihan akan menimbulkan respon atau tanggapan dari organ-organ tubuh terhadap dosis/beban latihan yang diberikan, hal ini merupakan usaha penyesuaian diri dalam rangka menjaga



keseimbangan lingkungan yang stabil atau bisa disebut juga dengan homeostatis (Sugiharto, 2003 :7).

Latihan merupakan salah satu *stressor* fisik yang dapat mengganggu keseimbangan homeostatis. Oleh sebab itu, pemanfaatan latihan yang dikemas dalam bentuk latihan fisik memerlukan pengukuran dosis yang tepat, sehingga memberikan peluang untuk membentuk mekanisme penyakit (*coping*) yang mampu mengubah *stressor* menjadi stimulator. Tetapi bila dosis latihan yang diberikan tidak tepat, maka *stressor* tersebut akan mengganggu keseimbangan (homeostatis) dalam tubuh dan dapat menyebabkan masalah kelainan biologis/patologis (Sugiharto, 2003 :1).

Semua aktivitas fisik merupakan *stressor* bagi tubuh. Jika tubuh diberi *stressor* yang dilakukan secara teratur, berkesinambungan, dan disertai dengan program latihan yang tepat, maka tubuh akan beradaptasi dengan membentuk mekanisme *coping* yang mampu mengubah *stressor* menjadi stimulator. Pemberian beban latihan akan ditanggapi oleh tubuh dalam bentuk respon, jika dosis yang diberikan tepat akan menghasilkan proses adaptasi yang baik. Program/dosis latihan yang tepat haruslah memperhatikan beberapa unsur latihan, yaitu: frekuensi, intensitas, durasi, dan set latihan.

Prinsip-Prinsip Dasar Latihan

Latihan yang dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip dasar latihan akan mengarahkan bahwa latihan tersebut sudah dilakukan dengan dosis yang tepat. Dengan adanya dosis latihan yang tepat, diharapkan akan menjadi peningkatan sistem-sistem di dalam tubuh. Ada beberapa prinsip dasar latihan yang harus dipahami dan ditaati serta



dilaksanakan dengan baik dan benar oleh seorang atlet guna mencapai kinerja fisik yang maksimal. Prinsip-prinsip dasar tersebut adalah sebagai berikut:

a. Prinsip Beban Berlebih (*The overload principles*).

Prinsip ini artinya bahwa dalam setiap melakukan aktivitas fisik harus selalu diupayakan adanya penambahan beban latihan antara latihan satu dengan latihan berikutnya (Ananto dan Kadir, 1994: 40). Beban kerja dalam latihan ditingkatkan secara bertahap dan disesuaikan dengan kemampuan fisiologis dan psikologis setiap individu. Untuk memperoleh pengaruh latihan yang baik, organ tubuh harus mendapat beban yang lebih dari biasanya yang diterima dalam aktivitas sehari-hari. Beban yang diterima bersifat individual, tetapi pada prinsipnya diberikan beban sampai mendekati maksimal. Pembebanan latihan yang cukup berat atau beban latihan yang mendekati batas kemampuan maksimal dapat berdampak terhadap peningkatan kemampuan fisik. Peningkatan kinerja seseorang memerlukan latihan dan penyesuaian dalam waktu yang panjang, di samping itu peningkatan kemampuan organisme secara morfologis, fisiologis, dan psikologis bergantung pada peningkatan beban latihan (Astrand dan Rodahl, 1986: 41). Agar tidak menimbulkan terjadinya kerusakan jaringan maka penambahan beban latihan harus dilakukan secara bertahap.

b. Prinsip Latihan Beraturan (*the principle of arrangement of exercise*)

Prinsip latihan beraturan berarti melakukan latihan fisik itu harus dilakukan secara beraturan, sistematis, dan kontinyu (Ananto dan Kadir, 1994: 32). Dalam setiap melaksanakan latihan ada tiga tahapan yang harus dikerjakan, yakni: pemanasan, latihan inti, dan pendinginan. Latihan hendaknya dimulai dari kelompok otot yang



besar, kemudian dilanjutkan pada kelompok otot yang lebih kecil (Fox, dkk., 1993: 76).

c. Prinsip Kekhususan (*The principle of specificity*)

Prinsip latihan kekhususan berarti bahwa latihan hendaknya bersifat spesifik sesuai dengan maksud dan tujuan latihan yang hendak dicapai. Agar menguasai cabang latihan tertentu, seseorang harus berlatih sesuai dengan otot-otot yang paling dominan digunakan dalam suatu cabang latihan tersebut. Kekhususan merupakan suatu bentuk latihan yang mengarah pada perubahan morfologis dan fungsional yang berkaitan dengan kekhususan cabang latihan tersebut (Bompa, 1990: 34). Misalnya pada pembentukan otot membutuhkan latihan khusus sesuai dengan tipe otot, kontraksi otot, dan juga intensitas latihannya.

d. Prinsip Individual (*The principle of individuality*)

Dosis latihan untuk setiap orang tidak sama dan bersifat individual, sehingga latihan yang diberikan harus sesuai dengan usia, jenis kelamin, kondisi kesehatan, dan tingkat kebugaran jasmaninya. Faktor individu harus diperhatikan, karena pada dasarnya setiap individu mempunyai karakteristik yang berbeda, baik secara fisik maupun psikologis. Dalam hal ini yang harus diperhatikan adalah kapasitas kerja dan penyesuaian kapasitas fungsional individu serta kekhususan organisme.

e. Prinsip Kembali Asal (*The principle of reversibility*)

Setiap hasil latihan kalau tidak dipelihara akan kembali seperti keadaan semula. *Detraining* akan menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan fisiologis tubuh, sehingga terjadi keadaan kembali ke asal, yaitu suatu keadaan di mana tubuh



mempunyai kemampuan fisik yang sama antara sebelum dan sesudah latihan. Oleh karena itu latihan harus dilakukan secara berkesinambungan.

2. Dosis Latihan

a. Frekwensi Latihan

Frekwensi latihan menggambarkan jumlah sesi latihan dalam suatu periode tertentu (hari, minggu, bulan, dan seterusnya). Frekwensi latihan minimal 2 kali per minggu, dan untuk meningkatkan intensitas latihan dapat ditingkatkan 3-4 kali per minggu (Powers, 2007: 53).

Frekwensi latihan dalam kegiatan olahraga tergantung pada jenis olahraga. Sebagai pedoman umum, untuk latihan aerobik adalah 3-5 hari dalam seminggu, dan lamanya 16 minggu atau lebih. Untuk lari cepat frekwensi latihan 5 hari dalam seminggu (Soekarman, 1987: 60)

b. Durasi Latihan

Durasi latihan menggambarkan waktu berlangsungnya suatu latihan. Pada umumnya orang berpedoman bahwa latihan lebih sering dan lebih lama maka akan menghasilkan hasil yang lebih besar. Tetapi harus diingat bahwa latihan tidak boleh berlebihan dan harus memperhatikan waktu untuk pulih asal (Furqon, 1995: 15).

c. Intensitas latihan

Intensitas latihan dicirikan dengan kualitas penampilan. Hal ini menunjukkan derajat kerja per unit waktu. Intensitas latihan ditunjukkan dengan: (1) Angka persen prestasi terbaik (2) Berat beban yang diangkat dalam satu usaha, (3) Frekwensi dan kecepatan latihan, (4) langkah dari latihan (pelan-pelan, cepat, lancar, eksplosif, optimal) (Furqon, 1995: 16).



Intensitas latihan dapat ditentukan di laboratorium dengan nilai ambang anaerobik. Namun dilapangan lebih mudah dengan menggunakan denyut jantung. Metode denyut jantung lebih menekankan pada kemampuan sistem jantung paru (VO₂ maks) dan metode nilai ambang anaerobik menekankan pada kemampuan otot (Soekarman, 1987 :64). Semakin tinggi intensitas latihan semakin tinggi VO₂ maksnya (Fox, 1993 :345). Nilai ambang intensitas pada latihan adalah rendah bila kurang dari 50% VO₂ maks dan intensitas tinggi bila VO₂ maksnya lebih dari 85% (Powers, 2007: 54).

Sebenarnya yang paling baik adalah dengan menekankan pada kemampuan jantung paru dan juga kemampuan otot. Apabila menekankan pada keduanya maka didapatkan bahwa latihan harus mencapai 85% dari denyut nadi maksimal (MHR) atau 80% dari cadangan denyut jantung (HRR).

Tabel 2.2
Intensitas Latihan Menurut Letzelter (1978) dalam (Furqon, 1995 :15)

Angka% prestasi terbaik (% VO ₂ maks)	Kualitas Latihan	Denyut nadi permenit
30 – 50%	Rendah	130 – 140
50 – 60%	Mudah	140 – 150
60 – 75%	Sedang	150 – 165
75 – 85%	Submaksimal	165 – 180
85 – 100%	Maksimal	180 – ke atas

TEKANAN DARAH

Definisi Tekanan Darah

Tekanan darah dapat diartikan sebagai tekanan yang diberikan oleh darah pada dinding dalam pembuluh darah. Guyton (1996) mengartikan tekanan darah sebagai



kekuatan yang dihasilkan darah terhadap setiap satuan luas dinding pembuluh darah. Walaupun pengertian tekanan darah ini berlaku pada seluruh sistem vaskuler, namun yang sering kita sebut sebagai tekanan darah merupakan tekanan darah arteri yang merupakan cabang dari aorta.

Pengukuran tekanan darah arteri selama siklus jantung dapat diukur secara langsung dengan menghubungkan alat pengukur tekanan ke sebuah jarum yang dimasukkan ke dalam arteri. Namun pengukuran dapat dilakukan secara lebih nyaman dan akurat, yaitu secara tidak langsung dengan menggunakan *sphygmomanometer*, suatu manset yang dapat dikembungkan dan dipakai secara eksternal lalu dihubungkan dengan pengukur tekanan. Apabila manset dilingkarkan mengelilingi lengan atas dan kemudian dikembungkan dengan udara, tekanan manset disalurkan melalui jaringan ke arteri brachialis di bawahnya, yaitu pembuluh utama yang mengangkut darah ke lengan bawah. Selama pengukuran tekanan darah, sebuah stetoskop diletakkan di atas arteri brachialis di lipat siku tepat di bawah manset. Bunyi tidak terdengar apabila tidak ada darah yang mengalir atau jika darah mengalir secara normal, sedangkan aliran darah yang turbulen akan menimbulkan getaran yang dapat didengar. Pada permulaan pengukuran, manset dikembungkan hingga melebihi tekanan sistolik sehingga arteri kolaps. Karena tekanan manset yang besar maka arteri akan terjepit sehingga darah tidak akan mengalir pada arteri tersebut maka tidak terdengar bunyi. Ketika tekanan manset secara perlahan diturunkan dan berada tepat di bawah tekanan sistolik puncak maka arteri akan terbuka sedikit dan akan menyebabkan darah mengalir secara turbulen sehingga dapat didengar melalui stetoskop sebagai bunyi. Bunyi yang pertama kali terdengar inilah yang menandakan tekanan darah sistolik. Sewaktu tekanan manset terus turun, darah secara



intermiten akan mengalir kembali secara turbulen setiap tekanan arteri melebihi tekanan manset. Sewaktu tekanan manset pertama kali berada di bawah tekanan arteri, maka arteri brachialis tidak terjepit lagi sehingga darah dengan leluasa akan melewati arteri ini. Karena aliran darah tidak lagi turbulen maka bunyi tidak akan terdengar. Maka tekanan tertinggi manset pada saat bunyi terakhir inilah yang kemudian kita sebut sebagai tekanan darah diastolik. (Sherwood,1996).

Pada praktek klinis, tekanan darah seseorang selalu dinyatakan dalam dua ukuran, misal 120/80. ukuran awal disebut sebagai tekanan sistolik sedangkan ukuran yang terakhir disebut sebagai tekanan diastolik. Tekanan sistolik merupakan tekanan arteri yang diperoleh pada saat jantung sedang melakukan kontraksi maksimal. Pada saat jantung mengalami relaksasi, tekanan arteri turun sampai ke titik terendah dan pada saat inilah tekanan diastolik dapat diukur. Tekanan darah dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut sebagai sphygmomanometer. Arteri yang memiliki denyutan paling besar dan terletak *superficial* antara lain arteri temporalis, carotis, facialis, brachialis, radialis, femoralis, poplitea, tibialis posterior dan dorsalis pedis (shier,2007). Namun dalam prakteknya, arteri yang lazim digunakan adalah arteri brachialis yang terletak di fossa cubiti.

2.2.3 Regulasi Tekanan Darah

Tekanan darah arteri rata-rata adalah gaya utama yang mendorong darah dari jantung menuju ke jaringan. Tekanan ini harus diatur secara ketat melalui regulasi yang kompleks karena dua alasan. Alasan pertama, tekanan ini harus cukup tinggi agar dapat menghasilkan tekanan yang cukup untuk mendorong darah menuju ke jaringan perifer. Kedua, tekanan darah tidak boleh terlalu tinggi yang akan mengakibatkan beban kerja



jantung bertambah serta meningkatkan resiko rusaknya pembuluh darah dan rupturnya pembuluh-pembuluh perifer yang halus. (sherwood,1996).

Tekanan arteri tidak diatur oleh satu sistem pengatur saja, tetapi oleh beberapa sistem yang saling berhubungan. Secara garis besar sistem-sistem ini terbagi menjadi dua sistem utama yaitu, (1) sistem mekanisme pengatur tekanan arteri yang bekerja secara cepat, dan (2) sistem pengatur tekanan arteri untuk jangka panjang. (Guyton,1996)

2.2.3.1 Mekanisme Pengatur Tekanan Arteri Secara Cepat

Mekanisme pengatur tekanan arteri yang bekerja cepat terdiri dari 3 komponen yaitu (1) mekanisme umpan balik saraf, (2) mekanisme hormonal, serta (3) pergeseran cairan melalui kapiler dari jaringan ke dalam atau keluar dari sirkulasi untuk mengatur kembali volume darah sesuai keperluan. Sistem umpan balik saraf merupakan mekanisme yang paling cepat bereaksi, termasuk ke dalam mekanisme ini adalah sistem baroreseptor dan mekanisme iskemia susunan saraf pusat. Sistem ini bereaksi hanya beberapa detik setelah tekanan yang abnormal. Kedua mekanisme yang lain akan menjadi aktif penuh setelah 30 sampai beberapa jam.

2.2.3.1.1 Mekanisme Umpan Balik Saraf

Mekanisme baroreseptor merupakan salah satu mekanisme umpan balik saraf. Baroreseptor merupakan ujung-ujung saraf yang terdapat di dalam dinding arteri, yang akan tersensitasi apabila diregangkan. Baroreseptor dalam jumlah banyak terdapat di dalam: (1) dinding arteri karotis interna, dan (2) dinding arkus aorta. Impuls yang ditimbulkan dari reseptor ini akan dihantarkan melalui nervus vagus menuju ke medula oblongata. Efek yang ditimbulkan oleh impuls baroreseptor berupa naiknya tekanan darah terhadap medula oblongata adalah terhambatnya pusat vasokonstriktor dan



merangsang pusat nervus vagus, sehingga terjadi vasodilatasi di seluruh sistem sirkulasi perifer serta penurunan frekuensi dan kekuatan kontraksi. Mekanisme ini akan berjalan berlawanan apabila impulsnya berupa penurunan tekanan darah.

Baroreseptor juga bereaksi terhadap perubahan sikap tubuh, terutama yang bersifat mendadak. Orang yang setelah duduk langsung berdiri akan mengalami penurunan tekanan darah yang tiba-tiba sehingga dapat mengakibatkan hilangnya kesadaran. Dalam hal ini, baroreseptor akan merangsang suatu reflek yang menimbulkan rangsang simpatis yang akan meminimalkan penurunan tekanan darah terutama bagian kepala. Berikut gambar kontrol sistem saraf dari sistem kardiovaskuler.

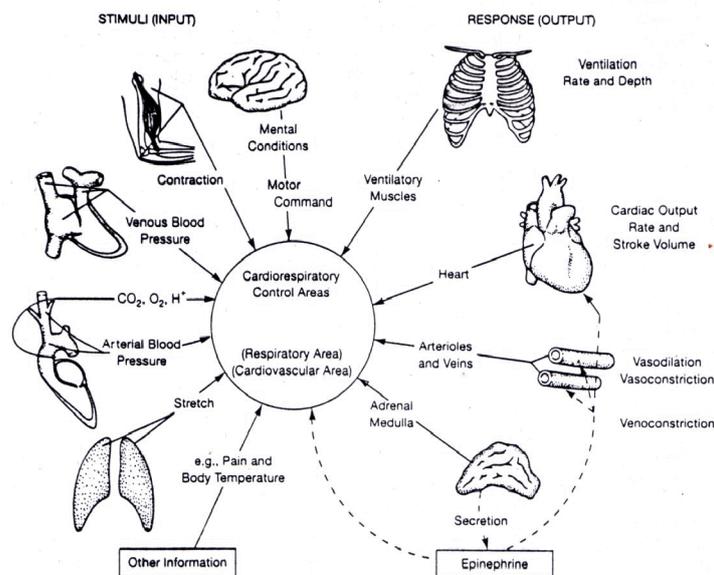


Figure 11.2. Nervous control of the cardiorespiratory system. Various kinds of information (stimuli) from all parts of the body are sent to the respiratory and circulatory areas located in the brain stem. Then, using this information, the areas elicit, if necessary, regulatory changes in pulmonary ventilation and blood flow.

2.2.3.1.2 Mekanisme Hormonal

Mekanisme hormonal dibagi menjadi dua, yaitu mekanisme vasokonstriktor epinefrin-norepinefrin serta mekanisme vasokonstriktor *renin*-angiotensin. Mekanisme epinefrin-norepinefrin berakibat langsung terhadap jantung dan pembuluh darah. Kedua hormon ini beredar di dalam tubuh sebagai perangsangan simpatis secara langsung.



Hormon-hormon ini akan merangsang jantung untuk bekerja, menyempitkan pembuluh darah serta vena-vena.

Mekanisme *renin* angiotensin merupakan suatu mekanisme pengaturan tekanan darah terutama arteri yang melibatkan enzim *renin* dari ginjal apabila tekanan darah menjadi rendah. Apabila aliran darah melalui ginjal berkurang maka sel-sel jukstaglomerulus akan melepaskan enzim *renin* ke dalam darah. *Renin* ini akan menyebabkan terbentuknya *angiotensin I*. dalam beberapa detik *angiotensin I* akan pecah dan menjadi *angiotensin II* dengan bantuan suatu "converting enzyme". *angiotensin* memiliki beberapa efek yang dapat meningkatkan tekanan darah, yaitu vasokonstriksi pembuluh darah terutama arteri, penurunan ekskresi garam dan air oleh ginjal serta merangsang sekresi aldosteron yang nantinya juga akan menyebabkan penurunan ekskresi garam dan air.

2.2.3.1.3 Mekanisme pergeseran cairan kapiler

Mekanisme ini bekerja dengan sistem keseimbangan cairan antara ruang interstisial dengan kapiler. Apabila tekanan arteri naik, maka cairan akan berpindah dari kapiler menuju ke dalam ruang interstisial sehingga volume darah turun dan mengakibatkan tekanan darah ikut turun, begitu pula sebaliknya.

2.2.3.2 Sistem Pengaturan Tekanan Arteri Jangka Panjang

Pengaturan tekanan arteri jangka panjang dilakukan oleh suatu sistem pengatur ginjal-volume cairan tekanan. Mekanisme ini melibatkan pengaturan volume darah dengan efek akibatnya pada tekanan darah dan sebagian mekanisme ini melibatkan pengaturan fungsi ginjal oleh beberapa sistem hormon berbeda. Dalam hal ini termasuk



sistem renin- angiotensin dan hormon aldosteron yang disekresikan oleh korteks adrenal.

Daftar Pustaka

Ananto, Purnomo & Abdul Kadir. (1994). *Memelihara Kesehatan dan Kebugaran Jasmani*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Pusat Kesegaran Jasmani dan Rekreasi.

Astrand P.O. & Rodahl. K. (1986). *Text Book of Work Physiology*, second edition. Mc. Graw Hill Company.

Astrand, P.O., Rodahl.K., Dahl, H.A., Stromme,S.B., 2003. *Textbook Of Work Physiology. Physiology Bases Of Exercise (4th ed.* New Cork : McGraw-Hill.

Bompa, Tudor O. (1990). *Theory ang Methodology of Training*. Toronto Canada: Kendall/Hunt Publishing Company p29-44.

Djojosingito, Ahmad. M., 1981. *Segi Kedokteran Ilmu Faal Olahraga*. Simposium Forum Dan Panel Forum Kesehatan Olahraga. Yogyakarta.

Fox. L Edward. (1993). *The Physiological Basis for exercise and Sport*. Madison, Wisconsin: Brown and Benchmark Publishers.

Furqon, M. (1995). *Teori Umum Latihan*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Press.

Giam, C.K., 1993 *Ilmu Kedokteran Olahraga*, Salma, 1994. (citase). Bina Rupa Aksara, Jakarta.

Guyton, C.A., Hall, E.J., 1996 *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

Harsono. (1996). *Manusia dan Latihan*. Bandung: ITB.

Kusmana, D., 2002. *Olahraga Bagi Kesehatan Jantung*, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.

Moston, Muska. (1992). *Teaching Physical Education*. Ohio: Charles E. Merib Publishing Company.

Powers SK, Howley ET, 2007. *Exercise Physiology : Theory and Application to fitness and Perfomance*, sixth Edition. USA: Mc. Graw Hill Company.



Shier, D., Butler, J., Lewis, Ricki., 2002. *Hole's Human Anatomy & physiology*, 10th edition, Mc Graw Hill, New York .

Soekarman, 1987. *Dasar-dasar Olah raga Untuk Pembina, Pelatih, dan attel*, Cetakan Pertama. Jakarta: Inti Idayu Press, pp 60.

Sugiharto (2003). *Adaptasi Fisiologis Tubuh Terhadap Dosis Latihan Fisik*. Makalah disajikan dalam pelatihan senam aerobik, Laboratorium Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang.

