

## BAB III

### SISTEM KARDIORESPIRATORI DAN OLAHRAGA

#### Tujuan Pembelajaran:

- 1 Mahasiswa dapat mengetahui pengertian sistem kardiovaskuler
- 2 Mahasiswa dapat memahami dan mengetahui hubungan sistem kardiovaskuler dan latihan selama melakukan latihan dalam olahraga.

#### A. Pendahuluan

Jantung merupakan otot berongga yang terletak di dalam kurungan rusuk, yang dilindungi dengan baik terhadap kerusakan oleh tulang-tulang di sekelilingi. Jantung mulai memompa kira-kira 13.500 liter darah sehari, dengan laju rata-rata 70 denyut permenit. (Yulinar, 2018). *System kardiovaskuler* disebut juga system sirkulasi. Sistem kardiovaskuler ditujukan untuk memperlancar metabolisme tubuh. Seseorang yang mempunyai tingkat *kardiovaskuler endurance* yang baik, maka ia mampu melakukan aktivitas secara maksimal tanpa mengalami kelelahan yang berarti dari hasil yang diperoleh juga baik. Kemampuan seseorang dalam mempergunakan sistem jantung dari peredaran darah secara efektif dari efisiensi dalam menjalankan kerja secara terus-menerus yang melibatkan kontraksi sejumlah otot-otot besar dengan intensitas yang tinggi dalam waktu yang cukup lama. Untuk memperoleh tingkat *kardiovaskuler endurance* yang baik maka seseorang harus melakukan olahraga secara teratur (Andika Ridwan, 2017).

American College of Cardiology merekomendasikan setidaknya 30 menit latihan setiap hari untuk mengurangi risiko kejadian kardiovaskular. Beberapa studi menjelaskan bahwa latihan aerobik meningkatkan fungsi kardiovaskular. Hal ini berlaku tidak hanya pada subyek sehat tanpa faktor risiko tetapi juga pada orang tua dan mereka yang memiliki faktor risiko. (Saeid & Ismail, 2012).

Pencegahan dapat dikategorikan ke dalam tiga komponen. Pencegahan primer berkaitan dengan kegiatan promosi kesehatan, yang mencegah terjadinya penyakit. Pencegahan sekunder mempromosikan deteksi dini atau skrining dan pengobatan penyakit. Tingkat pencegahan juga disebut pemeliharaan kesehatan. Pencegahan tersier diarahkan pada pemulihan atau rehabilitasi penyakit. (Saeid & Ismail, 2012). Aktivitas fisik sebagai salah satu komponen yang paling penting

dari pencegahan penyakit kardiovaskular, yang memiliki peran penting pada ketiga tingkat. (Saeid & Ismail, 2012).

## **B. Anatomi Sistem Kardiovaskuler**

### **Posisi Jantung**

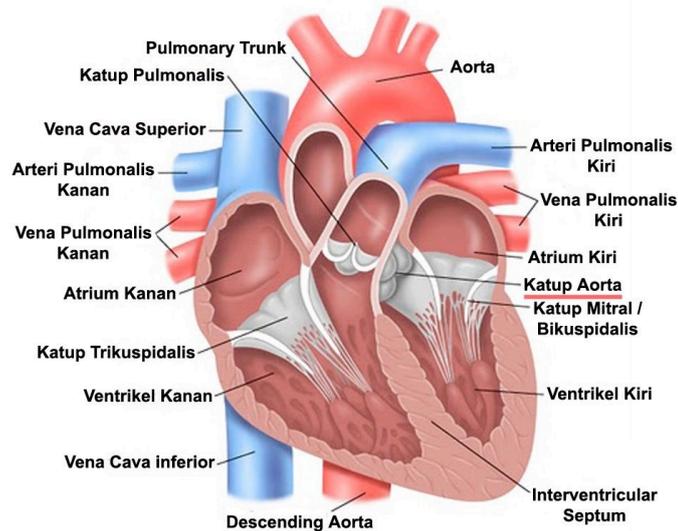
Jantung berada didalam torax (bagian tubuh yang tersusun dari tulang dada, ruas tulang belakang, dan tulang rusuk), diantara kedua paru-paru dan dibelakang sternum (ruang dada). Jantung lebih menghadap ke kiri daripada ke kanan. Kedudukan basis jantung (tempat pembuluh darah masuk dan keluar) dapat dilihat pada garis yang ditraik dari tulang rawan iga ketiga kanan, dua sentimeter dari sternum, keatas ke tulang rawan iga kedua kiri, 1 senitimeter dari sternum. Titik disebelah kiri antara iga kelima dan keenam, atau didalam ruang interkostal kelima kiri empat sentimeter dari garis medial, menunjuk kedudukan Apex jantung. Kedudukan Jantung dapat ditunjukkan dengan menarik garis antara tanda basis dan Apex jantung (Sutaryo, 2011).

### **Struktur Jantung**

Struktur jantung menurut Sutaryo tahun 2011 meliputi :

#### **a. Septum Jantung**

Ukuran jantung kira-kira sebesar kapalan tangan. Jantung dewasa beratnya antara 220 sampai 260 gram. Jantung terbagi oleh sebuah septum (sekat). Septum merupakan dinding otot tebal yang membagi jantung menjadi dua belah yaitu kanan dan kiri. Setiap belahan kemudian terbagi lagi dalam dua ruangan yaitu atrium dan ventrikel.



Gambar 1. Struktur Jantung

b. Ruang-ruang Jantung

Jantung mempunyai empat ruang: atrium (serambi) kanan, atrium (serambi) kiri, ventrikel (bilik) kanan dan ventrikel (bilik) kiri. Atrium adalah ruang sebelah atas yang berfungsi sebagai reservoir darah. Atrium memiliki dinding yang tipis. Ventrikel adalah ruangan sebelah bawah jantung. Ventrikel kiri berdinding paling tebal karena harus memompa darah ke seluruh tubuh. Otot ventrikel kanan lebih tipis karena hanya memompa darah ke paru. Setiap sisi (kanan dan kiri) ada hubungan antara atrium dan ventrikel melalui lubang atrioventrikel. Pada setiap lubang tersebut terdapat katup.

c. Katup Jantung

Jantung mempunyai empat katup utama yang terbuat dari jaringan endokardium. Katup merupakan bangunan mirip penutup yang membuka dan menutup sebagai respon terhadap pemompaan jantung. Membuka dan menutupnya katup tersebut, memungkinkan darah bergerak ke depan, ke seluruh jantung dan paru. Gerakan membuka dan menutup katup ini juga berfungsi untuk mencegah aliran darah kembali.

Katup yang terdapat pada lubang atrio-ventrikuler adalah katup trikuspidalis (bagian kanan) dan katup mitral atau katup bikuspidalis (bagian kiri). Katup (valula) trikuspidal terletak diantara atrium kanan dan ventrikel kanan. Katup mitral atau katup bikuspidalis terletak diantara atrium kiri dan

ventrikel kiri. Katup trikuspidalis terdiri atas tiga kelopak, sedangkan katup bikuspidalis terdiri dari dua kelopak. Katup-katup yang berada pada lubang atrio-ventrikel hanya memungkinkan darah mengalir ke satu jurusan, yaitu dari atrium ke ventrikel dan menghindarkan darah mengalir kembali dari ventrikel ke atrium.

Selain itu ada katup pulmonal dan katup aorta yang terletak pada daerah antung. Katup pulmonal terletak diantara ventrikel kanan dan arteri pulmonalis. Sedangkan katup aorta terletak diantara ventrikel kiri dan aorta. arteria utama dalam tubuh.

#### d. Saraf Jantung

Jaringan otot pada umumnya baru menguncup setelah dipacu melalui saraf motorik, karena kemauan orang akan melakukan suatu gerakan. Namun berbeda dengan itu miokard menguncup setelah terangsang oleh pacuan jantung yang secara otomatis, ritmis dan diluar kesadaran orang bangkit dalam suatu simpul jaringan khusus Simpul sinus (Nodus sino artrial). Simpul sinus merupakan salah satu dari jaringan khusus syaraf jantung. Macam-macam Jaringan Khusus Saraf Jantung Sutaryo tahun 2011 meliputi

##### 1) Nodus S.A

Nodus S.A (nodus sinoatrial) disebut juga nodus Keith-Flack. Nodus S.A merupakan serabut-serabut saraf yang terdapat pada dinding atrium kanan dekat muara vena cava superior dan vena cava inferior. Serabut saraf ini merupakan cabang dari sistem syaraf tak sadar dan juga dipengaruhi saraf vagus.

##### 2) Nodus A.V

Nodus A.V (nodus atriumventrikel) disebut juga simpul tawara. Nodus A.V terdapat dalam dinding atrium kanan, dibagian bawah dekat persilangan septum atriorum dengan septum atrio-ventrikular. Tepatnya pada perbatasan antara atrium dan ventrikel.

##### 3) Berkas His, Berkas His (fasciculus atrioventrikular) adalah suatu berkas jaringan khusus yang mulai pada Nodus A. V, menembus septum atrioventrikular kemudian bercabang ke ventrikel kanan dan kiri. Masing-masing dinamakan right dan left bundle branche (RBB dan LBB). LBB bercabang lagi, lebih dahulu ke depan, left anterior hemibranche (LAH)

dan kemudian ke belakang (LPH). Seluruh cabang-cabang berkas His berakhir sebagai serabut purkinje dan masing-masing dalam serabut miokard.

- Susunan Saraf.

Jantung tidak memerlukan saraf motorik karena dalam Jantung sendiri dibangkitkan pacuan secara otomatis dan ritmis yang menyebabkan jantung melakukan sistol dan diastole. Saraf vegetatif berpengaruh pada jantung sebagai sarana untuk menyesuaikan fungsinya jantung pada metabolisme tubuh. Saraf vegetatif terdiri dari simpatikus dan parasimpatikus yang dikendalikan dari pusatnya yang bertempat dalam otak berdekatan dengan tempat pusat-pusat pengatur berbagai organ tubuh. Jadi fungsi berbagai organ tubuh tersebut saling sesuaikan dengan kebutuhan tubuh (Sutaryo,2011).

Bila tubuh dalam keadaan santai maka metabolismenya juga berlangsung dengan santai. Setiap perubahan tubuh yang memerlukan berlangsungnya metabolisme yang lebih cepat, seperti saat akan bekerja atau berolah raga menyebabkan volume darah yang beredar tidak mencukupi kebutuhan tubuh. Dalam keadaan seperti itu, simpatikus terpacu untuk memacu jantung supaya berdenyut lebih cepat. Dengan demikian volume darah yang beredar akan bertambah. Namun jika metabolisme yang cepat tidak diperlukan lagi maka penambahan volume darah yang beredar juga tidak diperlukan, maka saraf para simpatikus yang terpacu berdenyut. Pengaruh dan fungsi saraf tersebut dalam menambah dan menghambat peredaran volume darah maka simpatikus dinamakan akselerator sedangkan parasimpatikus dinamakan inhibitor (Sutaryo,2011).

Serabut-serabut parasimpatikus sampai pada jantung. melalui nervus vagus. Sedangkan simpatikus melalui ganglion servikal bagian bawah dan ganglion torakal bagian atas. Setelah terjalin dalam suatu plexus di belakang jantung, serabut-serabut simpatikus dan para simpatikus masuk dalam jaringan jantung (Sutaryo,2011).

e. Otot Jantung

- Jaringan Otot Jantung

Jantung terbuat dari jaringan otot khusus yang tidak terdapat dimanapun diseluruh tubuh kita. Jaringan khusus ini disebut otot jantung atau miokardium. Otot Jantung memiliki tiga lapisan utama. Lapisan pertama otot jantung disebut endokardium (batas dalam). Di sebelah dalam jantung dilapisi oleh sel-sel endotelium yang halus guna mencegah terjadinya kerusakan pada sel-sel darah yang dalam mengalirnya selalu bergeseran dan berbenturan dengan dinding rongga jantung. Lapisan ini disebut endokardium yang berfungsi sebagai lapisan dalam jantung. Lapisan kedua otot jantung disebut miokardium (lapisan otot tengah). Lapisan ini adalah otot utama Jantung yang melaksanakan pemompaan untuk mensirkulasi darah. Lapisan otot jantung ke tiga disebut epikardium (pembungkus luar). Lapisan tipis ini merupakan membran protektif yang menutup sebelah luar jantung (Sutaryo, 2011).

Otot jantung yang berlapis-lapis dapat membuat atrium dan ventrikel menjadi dingin. Dengan otot jantung ini, atrium dan ventrikel dapat menguncup (sistole) dan melepaskan kuncupnya (diastole). Sehingga jantung dapat melakukan fungsinya sebagai pompa yang mengedarkan darah dalam susunan pembuluh darah. Miokard dinding atrium maupun dinding ventrikel terdiri dari berkas jaringan otot yang bercabang-cabang. Miokard dinding atrium hanya terhubung pada miokard dinding ventrikel oleh suatu berkas jaringan khusus yang mengantarkan pacuan jantung telah menyebar pada seluruh dinding atrium ke miokard dinding ventrikel. Dengan dua otot yang terpisah, dinding atrium dan dinding ventrikel menguncup sendiri-sendiri. Namun atrium terpacu dan menguncup lebih dahulu dan kemudian baru terjadi kuncup ventrikel. Hal tersebut disebabkan oleh pacuan jantung yang menyebabkan kuncup tersebut berasal dari sudut kanan atrium (Sutaryo, 2011).

Jantung terbungkus oleh sebuah membran yang disebut perikardium atau kantong perikard. Membran tersebut terdiri atas dua lapis yaitu perikardium viseral dan perikardium pariental. Perikardium viseral adalah membran servus yang lekat sekali pada jantung. Dinding kantong perikardium viseral menghadap ke jantung melekat menjadi satu dengan miokardium dan disebut juga epikardium. Sedangkan perikardium yang menghadap ke luar jantung menjadi satu dengan mediastinum disebut perikardium pariental. Perikardium pariental adalah lapisan fibrus yang terlipat keluar dari basis jantung dan membungkus Jantung sebagai kantong yang longgar dalam sela

antara dua lapisan tersebut terdapat cairan serus. Cairan ini berfungsi sebagai pelumas. Cairan ini memungkinkan jantung bergerak bebas di dalam kantong tersebut. ketika berdenyut. Jadi dengan letak jantung dalam dua lapis. kantong perikardium ini selain mengkokohkan kedudukan jantung dalam mediastinum juga melicinkan gerakan jantung (Sutaryo, 2011).

Cabang-cabang pembuluh koronaria yang menyalurkan arah kepada atau dari jaringan dinding jantung, tampak enerawang di bawah epikard dan karena itu disebut pembuluh darah sub epikardial. Tempat berkumpulnya miokard iniding atrium maupun dinding ventrikel pada kerangka intung nampak sebagai cekungan yang dinamakan sulkus trioventrikular, sedangkan tempat septum atrioum maupun eptum ventrikulorum terlihat juga cekungan yang masing-asing dinamakan sulkus interatriorum dan sulkus interentrikulorum (Sutaryo, 2011).

- Ciri-ciri Otot Jantung

Otot jantung ini bergaris seperti otot sadar namun serabutnya bereabang dan mengadakan anastomose (bersambungan satu sama lain, tersusun memanjang seperti pada otot bergaris, berciri merah khas dan tak dapat dikendalikan oleh kemauan). Otot jantung memiliki kemampuan khusus untuk mengadakan kontraksi otomatis dan ritmis tanpa tergantung pada adanya rangsangan saraf. Cara kerja semacam ini disebut miogenik yang membedakannya dengan neurogenik. Dalam keadaan normal gerakan jantung dikendalikan oleh saraf yang mensarafinya (Sutaryo, 2011).

- Sifat Otot Jantung

Kemampuan berkontraksi yaitu otot jantung memompal darah yang masuk saat diastole keluar dari ruang-ruangnya. Konduktivitas (daya antar) yaitu kontraksi diantarkan melalui setiap serabut otot jantung secara halus sekali. Kemampuan penghantaran ini sangat jelas dalam berkas His. Ritme yaitu otot jantung memiliki kekuatan untuk kontraksi ritmik secara otomatis, dengan tidak tergantung pada rangsangan saraf (Sutaryo,2011).

Otot atrium dan ventrikel berkontraksi dengan cara yang mirip dengan otot rangka, hanya kontraksi otot jantung lebih lama. Umumnya jantung berkontraksi secara ritmik sekitar 70-90 denyut/menit pada orang dewasa. Konduksi jantung terdiri atas otot jantung khusus yang terdapat pada nodus

sinuatrialis, nodus atrioventrikularis, fasikulus atrioventrikularis (sinistra & dextra) dan sub-endokardial serabut purkinje (Sutaryo,2011). Nodus sinoatrial terletak pada dinding atrium dextra di bagian atas tepat disebelah kanan muara vena cava superior. Nodus atrioventrikular terletak di bagian bawah tepat diatas tempat perlekatan septum trikuspidalis. Fasciculus trioventrikular (berkas his) merupakan jalur serabut otot antung yang menghubungkan miokardium atrium dan ventrikel terdiri dari cabang berkas kanan (*right bundle branch*) lan cabang berkas kiri (*left bundle branch*) (Sutaryo,2011).

- Pembuluh Darah

Pembuluh darah terdapat diseluruh tubuh. Fungsi pembuluh darah adalah sebagai alat transportasi. Pembuluh darah ini mengalirkan darah yang teroksigenasi ke seluruh sel tubuh dan kemudian darah mengangkut produk sampah dari sel tubuh ke paru. Jenis-jenis pembuluh darah utama adalah:

- a. Pembuluh Nadi (Ateri)

Ateri adalah pembuluh darah yang mengalirkan darah yang teroksigenasi dari ventrikel kiri ke semua bagian tubuh. Ateri membawa darah dari jantung. Arteri mempunyai dinding yang paling tebal dari semua pembuluh darah. Hal ini disebabkan karena fungsi arteri yang harus menahan tekanan pompa jantung. Ateri juga merupakan pembuluh yang kuat dan elastis. Dinding arteria terdiri atas 3 lapis yaitu :

- 1) Lapisan bagian dalam yang terdiri atas Endothelium.
- 2) Lapisan tengah terdiri atas otot polos dengan Serat elastis.
- 3) Lapisan terluar yang terdiri atas jaringan ikat Serat elastis.

- b. Pembuluh Balik (Vena)

Vena adalah pembuluh darah yang membawa darah bersama karbondioksida dan produk sampah lain dari sel-sel tubuh kembali ke jantung. Dinding vena lebih tipis daripada dinding arteria. Dinding vena berisi katup-katup yang sangat kecil (seperti katup jantung) yang mencegah aliran darah kembali (Sutaryo,2011). Pembuluh vena dibedakan menjadi tiga yaitu:

- 1) Vena Cava

Vena yang terbesar didalam tubuh disebut vena cava. Vena cava adalah vena utama dalam tubuh yang membawa darah yang banyak mengandung karbondioksida dari kepala dan anggota tubuh bawah dan ke

atrium kanan. Vena cava terdiri dari vena cava superior dan vena cava inferior. Vena cava superior bertugas membawa darah dari bagian atas tubuh menuju atrium kanan jantung. Vena cava inferior bertugas membawa darah dari bagian bawah tubuh ke atrium kanan jantung.

2) Vena

Contoh pembuluh vena, yaitu vena pulmonalis. Vena cava pulmonalis yang bertugas membawa darah yang kaya akan oksigen dari paru-paru ke atrium kiri jantung.

3) Venule

Venule adalah vena yang paling kecil. Venule menghubungkan vena dengan kapiler.

c. Kapiler

Kapiler merupakan pembuluh darah paling kecil di dalam tubuh. Kapiler juga memiliki dinding yang tipis. Jaringan pembuluh darah kapiler membentuk suatu anyaman rumit di mana setiap milimeter dari suatu jaringan memiliki kurang lebih sekitar 2000 kapiler darah. Kapiler menggabungkan arteri dan vena, terentang diantaranya dan merupakan jalan lalu lintas antara makanan dan bahan buangan. Pertukaran oksigen dan hasil sampah antara badan sel terjadi melalui dinding kapiler (Sutaryo,2011).

## **C. Fisiologi Jantung**

### **Metabolisme dan Kerja Jantung**

Otot jantung seperti otot kerangka menggunakan energi kimia, untuk menyelenggarakan kontraksi. Energi ini terutama berasal dari metabolisme asam lemak dalam jumlah yang lebih kecil dari metabolisme zat gizi, terutama laktat dan glukosa. Pada kontraksi jantung, sebagian besar energi kimia diubah menjadi panas dan sebagian kecil menjadi kerja. Rasio kerja dan energi kimia yang dikeluarkan dinamakan efisiensi kontraksi jantung, normalnya antara 20-25 persen (Syaifuddin, 2012).

Pada metabolisme di jantung sistem aerobik yang membutuhkan oksigen dan berhubungan erat dengan aktivitas metabolisme. Pada kondisi basal, konsumsi oksigen jantung 7-10 ml/100 gram miokardium/menit. Jika jantung mendapat oksigen

selama beberapa menit maka aktivitas mekanik akan terhenti. Jika aktivitas meningkat, misalnya kerja berat, maka kebutuhan oksigen juga meningkat dan peningkatan oksigen ini hanya didapat dengan meningkatkan aliran darah koroner. Konsumsi oksigen jantung terutama ditentukan oleh tegangan intramiokard yaitu tekanan sistolik dan volume yang bila berlebihan akan meningkatkan tegangan intramiokard (Syarifuddin, 2012). Kondisi normal serabut saraf simpatis yang menuju ke jantung terus menerus merangsang dengan frekuensi rendah, mempertahankan kekuatan kontraksi ventrikel sekitar 20%. Perangsangan parasimpatis maksimum pada jantung menurunkan kekuatan kontraksi ventrikel sekitar 30%. Efek parasimpatis relatif kecil dibandingkan dengan efek simpatis (Syarifuddin, 2012).

### **Siklus Jantung**

**Siklus Jantung** Siklus jantung (cardiac cycle) terdiri dari sistole dan diastole. Periode sistole adalah manifestasi kontraksi Jantung dan diastole merupakan manifestasi relaksasi jantung. Satu siklus jantung memerlukan waktu 0,38-0,40 detik pada irama sinus yang normal dengan frekuensi 80 denyut per menit, dengan sistole memerlukan waktu sepertiga dari seluruh waktu siklus jantung, sedangkan dua pertiganya diperuntukan bagi periode sistole (Masud, 2014).

Siklus jantung diawali oleh penyebaran impuls yang berasal dari simpul sinus seluruh bagian jantung melalui sistem penghantar khusus (specialized conducting system). Dan setelah proses depolarisasi atrium selesai, maka ia disusul oleh kontraksi dan dimulainya depolarisasi ventrikel. Selanjutnya saat terjadi relaksasi atrium, maka mulailah kontraksi ventrikel, dan seterusnya. Pada waktu depolarisasi atrium, elektrokardiograf mencatat gambaran gelombang P sedangkan peristiwa repolarisasinya tidak tampak karena segera setelah kontraksi atrium selesai, maka ia diikuti gambaran kompleks QRS, sehingga gambarannya tertutup olehnya. Tetapi pada pembesaran atrium, maka gambarannya akan muncul dan tampak sebagai gelombang P terbalik ('inverted P wave'). Di sini tidak berlaku seperti relaksasi ventrikel yang tampak sebagai gelombang T yang 'upright'. (Masud, 2014).

Jantung berkontraksi dan berelaksasi secara berirama dengan pusat kendali impuls berasal dari simpul sinus. Pengisian darah di dalam ruang-ruang jantung terjadi selama diastole ('diastolic filling') dan pengeluarannya terjadi selama sistole ('systolic ejection') secara berirama dan secara serentak pada jantung kanan dan kiri. Perubahan mekanik jantung akan menyebabkan perubahan tekanan, volume ventrikel dan

tekanan atrium maupun aorta. Pada akhir diastole, tekanan ventrikel hampir sama dengan tekanan atrium, sebab kedua ruang tersebut berhubungan langsung melalui katup atrioventrikular yang masih membuka, tetapi hanya sedikit atau hampir tidak ada darah yang mengalir di antara ruang-ruang tersebut. (Masud, 2014).

Setelah alur rangsangan selesai di seluruh bagian atrium, kemudian segera terjadi kontraksi atrium yang mampu meningkatkan tekanan intraatrium dan intraventrikular. Situasi ini menyebabkan volume reservoir di dalam ruang atrium mengalami kompresi dan menyebabkan darah mengalir masuk ke ventrikel dan di lain pihak terdapat juga darah yang kembali ke vena cava. (Masud, 2014). Setelah kontraksi atrium sempurna, maka dimulailah rangsangan pada ventrikel dan setelah itu terjadi kontraksi. Pada saat terjadi kontraksi isometris ventrikel, maka tekanan intraventrikel meningkat. Periode ini memerlukan waktu sebesar 0,035 detik dan waktu ini sesuai dengan 'ventricular activation time' (VAT) pada penjalaran im-puls dari endocardium ke epicardium. Pada periode ini tidak terjadi penambahan volume ventrikel. (Masud, 2014).

Kontraksi isovolumik ditandai adanya sedikit peningkatan tekanan atrium dan pada relaksasi isovolumik terjadi penurunan tekanan ventrikel jauh di bawah tekanan atrium yang menyebabkan terbukanya katup atrioventrikular. Kemudian diikuti oleh proses pengisian ventrikel kembali, dan terjadi dengan cepat seperti proses pengisian aliran darah vena menuju ke jantung. Periode diastasis pada pengisian ventrikel tidak menambah volume, tetapi mempunyai arti penting pada besarnya isi sekuncup, misalnya pada saat latihan jasmani, maka periode diastasis inilah yang diubah terlebih dahulu, tetapi pada olahragawan, periode diastasis tidak terlalu dini diubah dan dapat diperlihatkan pada menit-menit pertama latihan, yang denyut jantungnya sukar mencapai frekuensi denyut jantung sasaran. Berbeda dengan orang yang jarang atau tidak pernah berolahraga, maka perubahan atau memendeknya diastasis akan terjadi lebih cepat. Dan ini terjadi sebagai kompensasi peningkatan curah jantung yang diimbangi peningkatan denyut jantung dan bukan oleh isi sekuncup. (Masud, 2014)

### **Curah Jantung Selama Olahraga**

Mengingat curah jantung berbanding lurus dengan perkalian denyut jantung terhadap isi sekuncup, maka tubuh yang melakukan aktivitas olahraga dapat mempengaruhi faktor-faktor yang menentukan dan yang mempengaruhi curah

jantung. Terdapat perbedaan pembebanan curah jantung antara olahragawan dengan orang yang tidak pernah berolahraga (Masud, 2014).

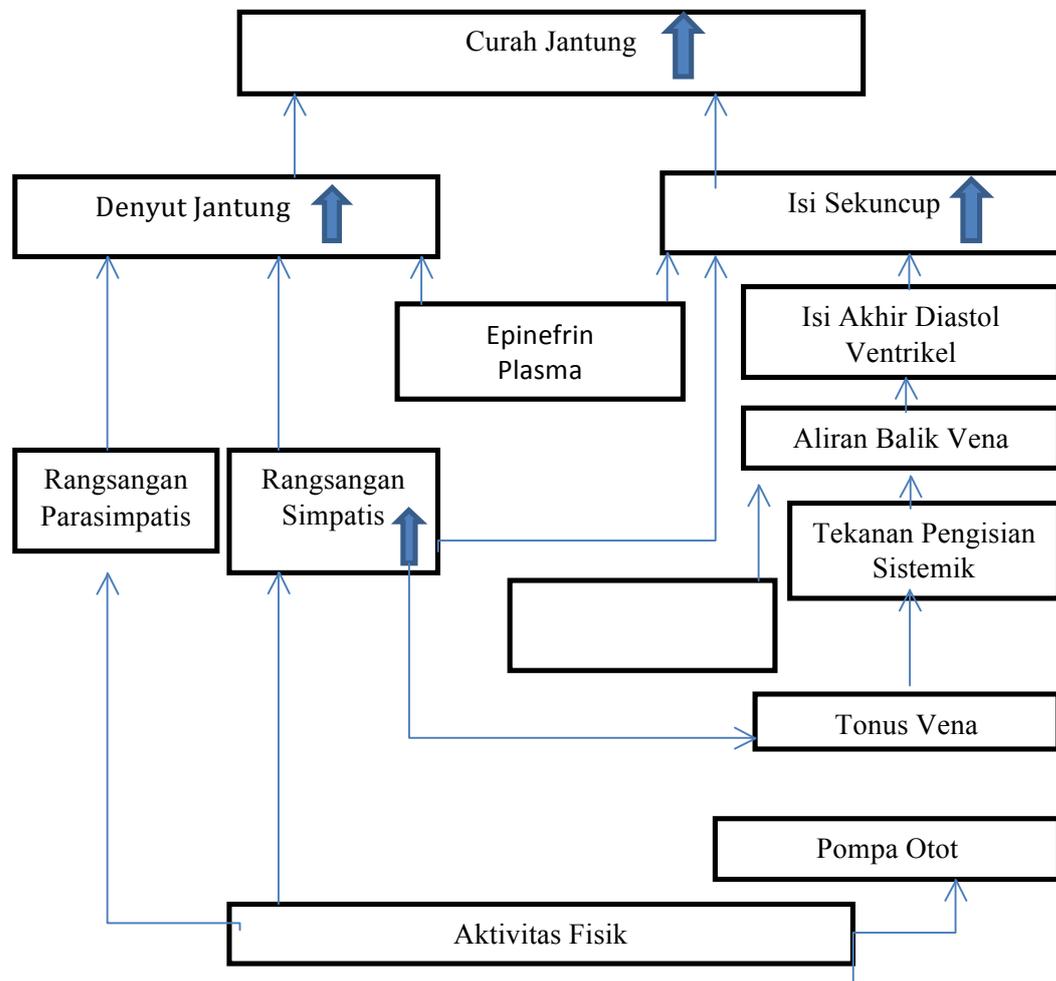
Jantung olahragawan relatif lebih besar karena serabut-serabut otot jantung mengalami hipertrofi, yang perbesaran serabut otot jantungnya ini erat hubungannya dengan bertambahnya protein unsur kontraktil mioglobin, dan mitokondria, dan hal ini mengakibatkan kemampuan ambilan oksigen otot-otot jantung meningkat, demikian juga perubahan biokimia, seperti aktivitas ATP-ase, aktivitas pengikatan kalsium dan penggunaan O<sub>2</sub> di dalam sel-sel otot jantung meningkat, sehingga menunjang inotropik jantung. (Masud, 2014).

Proses ini selanjutnya menunjang pertambahan efisiensi isi sekuncup pada mekanisme curah jantung. Pada olahragawan ternyata efisiensi isi sekuncup menghasilkan curah jantung yang normal (lima sampai lima setengah liter per menit) pada denyut jantung yang lebih rendah di bawah nilai normal, misalnya 45-50 denyut per menit pada keadaan istirahat, sedangkan isi sekuncupnya meningkat rata-rata seratus milliter per denyut. Karena itu setiap kali latihan pada beban submaksimum, maka kenaikan denyut jantung tidak berarti dibandingkan kenaikan denyut jantung pada orang yang tidak pernah berolahraga. (Masud, 2014).

Bertambahnya kekuatan kontraksi dan memanjangnya fase diastasis pada pengisian diastolik akan mempengaruhi kenaikan volume untuk tiap denyutannya. Meningkatnya isi sekuncup juga tampak pada orang yang sedang berolahraga, karena adanya peningkatan pompa otot, sehingga meningkatkan aliran balik vena. Di lain pihak isi akhir diastolik (edv) bertambah dan sesuai dengan hukum Frank-Starling, maka isi sekuncup juga meningkat dan akhirnya curah jantung juga bertambah. (Masud, 2014).

Pada saat latihan, rangsangan simpatisnya meningkat, baik yang menuju ke jantung maupun ke pembuluh darah dan disertai dengan bertambahnya kegiatan pompa otot yang mampu meningkatkan aliran balik vena. Rangsangan simpatis ke jantung akan meningkatkan aktivitas inotropik myocardium. Karena norepinefrinnya mempengaruhi kurva fungsi ventrikel, maka tampak kenaikan 'stroke work' dan 'stroke power'. Di lain pihak norepinefrin dapat meningkatkan frekuensi denyut jantung karena mampu mengubah 'slope diastolic depolarization' pada sel-sel pacu jantung untuk menjadi lebih sering. Selain itu pada saat berolahraga, rangsangan parasimpatis ke jantung berkurang dan vena di seluruh bagian tubuh berkontraksi, sehingga tekanan pengisian sistemik meningkat. Pada siklus jantung, tampak

pemendekan periode sistole dan diastole yang menunjukkan bahwa proses pengisian ventrikel dan pengeluarannya dipercepat oleh adanya perangsangannya dan bila rangsangan ditingkatkan lagi maka timbul fibrilasi, yang akan mengganggu pengisian jantung dan pengosongan jantung. sehingga akhirnya terjadi kegagalan curah jantung dan tidak jarang terjadi syok. Keadaan patologis dapat terjadi pada orang yang menderita hipertiroidisme yang melakukan olahraga tanpa mengikuti aturan latihan yang diberikan.



Gambar Aliran Pengaruh Olahraga dengan Curah Jantung (Masud, 2014)

Meningkatnya curah jantung pada saat berolahraga ini dimaksudkan untuk mempertahankan aktivitas otot-otot rangka yang sedang bekerja, sehingga peningkatan aliran darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan zat gizi sel-sel otot tersebut serta membawa kembali karbon monoksida dan ampas ampas metabolisme ke tempat pembuangannya. Pertambahan curah jantung ini dapat mencapai lima sampai enam kali normal. Dan kenaikan curah jantung ini dapat disebabkan oleh

beberapa hal yang dapat dilihat pada skema dalam gambar, yaitu seperti (1) Rangsangan simpatis dapat meningkatkan denyut jantung dan kekuatan kontraksi otot jantung, di lain pihak olahraga itu sendiri menurunkan pengaruh saraf parasimpatis ke jantung, (2) Timbulnya vasodilatasi vaskuler di dalam otot-otot rangka dan meningkatnya pompa otot akan memungkinkan percepatan aliran darah kembali ke jantung, (3) Aktivitas pernapasan yang meningkatkan aliran balik vena dan di lain pihak adanya vasodilatasi perifer akan menurunkan tahanan vaskuler sebagai akibat rangsangan simpatis pada pembuluh darah kapiler dan keadaan ini akan meningkatkan isi sekuncup. Beberapa kondisi lain yang dapat mempengaruhi curah jantung seperti 'ansietas dan excitement', makan, suhu lingkungan yang tinggi, hamil tua, pengaruh obat epinefrin, digitalis, histamin, dapat meningkatkan curah jantung, sedangkan perubahan posisi tubuh dari berbaring ke berdiri, aritmia jantung dan penyakit jantung dapat menurunkan curah jantung.

### **Pengaruh (HIIT) terhadap Kebugaran Kardiovaskuler**

Kebugaran jasmani adalah kemampuan fungsional seseorang dalam melakukan pekerjaan sehari-hari yang relatif cukup berat untuk jangka waktu yang cukup tanpa menimbulkan kelelahan yang berlebihan serta masih mempunyai tenaga cadangan untuk melakukan hal-hal yang mendadak, setelah selesai bekerja dapat pulih ke keadaan semula dalam waktu yang relatif singkat pada saat istirahat. Olahraga adalah suatu bentuk kegiatan fisik yang dapat meningkatkan kebugaran jasmani. Dalam olahraga tidak hanya melibatkan sistem muskuloskeletal semata, namun juga mengikutsertakan sistem lain seperti sistem kardiovaskular, sistem respirasi, sistem ekskresi, sistem saraf dan masih banyak lagi. Olahraga sendiri dapat dibagi menjadi dua kelompok. Pertama adalah olahraga aerobik, yaitu olahraga yang menggunakan energi yang berasal dari pembakaran oksigen dan membutuhkan oksigen. Kedua adalah olahraga anaerobik, yaitu olahraga yang dalam proses metabolisme pembentukan energi tidak menggunakan oksigen (Nugraha dan Berawi, 2017).

Olahraga aerobik merupakan jenis olahraga yang dapat meningkatkan kesehatan jantung dan paru serta dapat memberikan hasil yang maksimal jika dilakukan secara rutin dan efektif sehingga mencapai tujuan tidak menimbulkan cedera. Olahraga aerobik telah banyak digunakan untuk beberapa dekade untuk meningkatkan kapasitas fungsional dan faktor risiko kardiovaskular pada orang dewasa yang sehat dan orang-orang dengan penyakit kardiovaskular (*cardiovascular*

*disease/CVD*). Aktivitas fisik yang termasuk olahraga aerobik adalah jalan cepat, jogging atau lari-lari kecil, berenang, atau bersepeda. Intensitas dalam setiap olahraga aerobik akan berbeda-beda. Saat ini ditemukan variasi baru dari olahraga aerobik yaitu dengan memvariasi latihan intensitas. Sebuah program dengan latihan intensitas tinggi di  $> 85-90\%$   $VO_2$  maks diselingi antara periode intensitas yang lebih rendah dikenal sebagai latihan interval intensitas tinggi (*high intensity interval training/hiit*) (Nugraha dan Berawi, 2017).

Salah satu cara untuk meningkatkan kebugaran kardiovaskuler adalah dengan melakukan aktivitas fisik atau olahraga secara teratur dan benar. Metode aktivitas fisik yang dapat meningkatkan kebugaran kardiovaskuler salah satunya adalah *high intensity interval training* atau latihan intensitas interval tinggi. Metode ini memiliki beberapa kelebihan seperti waktu latihan yang lebih singkat, fleksibel, dan menimbulkan efek cedera yang lebih sedikit pada sistem muskuloskeletal (Nugraha dan Berawi, 2017).

Latihan intensitas interval tinggi atau *high intensity interval training* (hiit) didefinisikan sebagai latihan yang terdiri dari beberapa siklus dalam durasi yang pendek atau sedang dan intensitas yang tinggi dan tiap siklusnya diselingi dengan waktu istirahat berupa latihan intensitas ringan. Berbagai macam latihan yang dapat dilakukan menggunakan hiit di antaranya adalah berjalan, berlari, bersepeda, menaiki tangga, dan renang. hiit terdiri dari 3 tahap yaitu pemanasan, latihan intensitas maksimum dan *cooling down*. Pemanasan dilakukan selama 3 menit, dilanjutkan dengan 6 siklus. Masing-masing siklus terdiri dari latihan intensitas maksimum selama 2 menit dengan intensitas  $80 - 90\%$  *reserve heart rate* dan latihan intensitas sedang selama satu menit dengan intensitas  $50 - 60\%$  *reserve heart rate*. Latihan ini diakhiri dengan melakukan 3 menit latihan *cooling down* (Nugraha dan Berawi, 2017).

Latihan hiit memiliki pengaruh terhadap tubuh, terutama tekanan darah, hormon, glukosa darah, level laktat, dan sistem saraf otonom. Dalam sistem kardiovaskular, hiit ini dapat menyebabkan penebalan miokard ventrikel kiri jantung yang fisiologis sehingga kekuatan dan kemampuan jantung untuk memompa darah tiap kontraksi meningkat, menurunkan jumlah denyut nadi per menitnya. Penurunan aktivitas saraf simpatis yang disebabkan hiit akan menurunkan aktivitas jantung, produksi norepinefrin dan endothelin-1 dan meningkatkan produksi NO sehingga meningkatkan dilatasi pembuluh darah dan resistensi pembuluh darah berkurang.  $VO_2$

maks diyakini merupakan salah satu indikator penting dalam mortalitas penyakit kardiovaskuler. *Cardiorespiratory fitness* (CRF) merupakan ukuran sejauh apa tubuh dapat mengantarkan oksigen ke dalam otot selama latihan yang berkepanjangan, dan juga seberapa baik otot untuk menyerap dan menggunakan oksigen untuk menghasilkan energi *adenosine triphosphate* (ATP) melalui respirasi seluler. CRF diukur melalui tes  $VO_2$  maks yaitu tes untuk mengukur jumlah maksimum oksigen yang dapat dikonsumsi untuk menghasilkan energi pada level seluler (Nugraha dan Berawi, 2017).

#### **D. Pengaruh Latihan terhadap Daya Tahan Kardiovaskuler**

Daya tahan kardiovaskuler merupakan salah satu unsur yang terdapat dalam kebugaran jasmani. Clark dalam Nurhasan (2001: 133) menjelaskan bahwa “unsur-unsur yang terdapat dalam kebugaran jasmani meliputi: (1) kekuatan otot, (2) daya tahan otot dan (3) daya tahan kardiovaskuler. Ketiga unsur tersebut merupakan komponen inti dalam kebugaran jasmani”. Ditinjau dari segi latihan olahraga yang terpenting dari jantung adalah serambi kiri, rongga ini memompa darah yang mengandung oksigen ke seluruh jaringan organ tubuh, jaringan tubuh, termasuk otot rangka.

Di dalam aktivitas olahraga, *physical fitness* atau kebugaran jasmani berhubungan erat dengan kemampuan tubuh untuk menyesuaikan diri dengan segala aktivitasnya dengan alat tubuh. Dengan aktivitas fisik yang reguler telah memberi perhatian dalam mencegah terjadinya penyakit jantung. Selama melakukan aktivitas olahraga, sistem paru ke jantung berfungsi mendukung metabolisme aerobik dengan meningkatkan tempo jantung, dimana oksigen diantar ke otot aktif. Dengan berolahraga dari latihan secara rutin, dapat menurunkan tekanan darah, serta penyakit jantung kronis.

Seseorang yang mempunyai tingkat *Kardiovaskuler endurance* yang baik, maka ia mampu melakukan aktivitas secara maksimal tanpa mengalami kelelahan yang berarti dari hasil yang diperoleh juga baik. Sajoto (2000:58) menjelaskan bahwa: “Kemampuan seseorang dalam mempergunakan sistem jantung dari peredaran darah secara efektif dari efisien dalam menjalankan kerja secara terus-menerus yang melibatkan kontraksi sejumlah otot-otot besar dengan intensitas yang tinggi dalam waktu yang cukup lama. Untuk memperoleh tingkat Kardiovaskuler endurance yang baik, seseorang harus melakukan olahraga secara teratur”.

Selama tubuh bergerak, oksigen yang dibutuhkan oleh otot-otot yang aktif meningkat secara maksimal. Semakin banyak makanan yang dibutuhkan, proses metabolisme berlangsung lebih cepat sehingga lebih banyak sisa buangan yang ditimbulkan. Selama latihan berlangsung, suhu tubuh akan bertambah serta kerja jantung kontraksi dalam otot dari darah bertambah dan menurunkan pH. Dalam hal ini Coover (2001:24) menjelaskan bahwa: “Kunci latihan daya tahan adalah konsumsi oksigen. Tubuh membutuhkan oksigen untuk menghasilkan energi. Tubuh tidak bisa menyimpan oksigen, sehingga oksigen harus terus menerus dimasukkan dan disalurkan ke organ-organ atau jaringan tubuh yang membutuhkan energi. Jumlah oksigen yang dimasukkan dan disalurkan maksimal merupakan ukuran *kardiovaskular* yang baik”.

Hall & Guyton (2010:1119) menjelaskan bahwa “system kardiovaskuler dalam latihan. persyaratan kunci fungsi kardiovaskuler dalam latihan adalah mengangkut oksigen dan zat gizi lain yang dibutuhkan ke otot yang bekerja. Untuk keperluan itu, aliran darah otot meningkat secara dramatis selama latihan” (Kurniawan dan Yulinar, 2018).

## **E. Efek Jantung dari Latihan**

### **Meningkatkan tingkat antioksidan**

Radikal bebas merupakan bagian dari spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ ROS*) produk sampingan fisiologis dari metabolisme aerobik dan secara luas diresapi karena peran ganda mereka sebagai spesies yang merugikan dan menguntungkan, karena menjadi berbahaya atau bermanfaat bagi sistem kehidupan. Konsentrasi tinggi radikal bebas yang aktif membahayakan organisme hidup melalui reaksi dengan molekul yang berdekatan seperti protein, lipid, karbohidrat dan asam nukleat. Akibatnya sel mamalia telah berevolusi sebagai metabolisme antioksidan untuk mengontrol produksi ROS. Disisi lain stress oksidatif ringan dapat bertindak sebagai stimulan sistem antioksidan fisiologis dan sebagai pemicu untuk berbagai adaptasi fisiologis. Latihan fisik secara teratur menunda akumulasi kerusakan sel ROS dengan meningkatkan mekanisme perlindungan antioksidan dalam mioakardium. Bukti terkuat untuk langsung peningkatan tautan pada antioksidan dan latihan miokardial diinduksi cardioprotection mengimplikasi peran sebagai penyumbang mangan superoksida dismutase (MnSOD). Secara umum diyakini latihan jangka pendek menghasilkan peningkatan yang cepat dalam aktivitas

MnSOD miokardial. Yamashita dkk melaporkan bahwa penghambatan peningkatan olahraga yang diinduksi pada MnSOD menghapuskan perlindungan terhadap infark miokard, temuan yang dikonfirmasi oleh Hamilton et al yang menyimpulkan bahwa MnSOD memainkan peran kunci terhadap iskemia-reperfusi (I/R) yang diinduksi aritmia jantung (Golbidi dan Laher, 2012).

## **F. Pengaruh Aktivitas Fisik terhadap Penyakit Jantung**

Data dari berbagai studi epidemiologi menunjukkan bahwa kadar aktivitas fisik yang rendah terkait dengan prevalensi yang lebih tinggi dari sebagian besar faktor risiko penyakit kardiovaskuler seperti hipertensi, dislipidemia, obesitas, sindrom metabolik, dan diabetes melitus tipe 2. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat aktivitas fisik yang rendah memiliki kontribusi independen untuk penyakit kardiovaskuler. Tingkat aktivitas fisik yang tinggi telah ditunjukkan dapat mengurangi risiko kematian penyakit kardiovaskuler. Selain itu, peningkatan kadar aktivitas fisik dari waktu ke waktu telah dikaitkan dengan penurunan penyakit jantung koroner dan risiko kematian penyakit kardiovaskuler (Lavie et, 2015).

## **G. Olahraga untuk Penyakit Jantung**

### **1) Olahraga Untuk Penderita Arteri Koroner**

Meskipun istirahat dan perawatan ringan secara tradisional ditujukan untuk para pasien penderita gagal jantung beberapa penelitian terbaru telah menunjukkan bahwa olahraga fisik memiliki efek yang menguntungkan pada orang yang menderita penyakit arteri koroner (Daley, 2011). Olahraga adalah perawatan efektif bagi pasien tua atau muda. Sebuah penelitian di kongres Asosiasi Pencegahan Rehabilitasi Kardiovaskular Eropa pada 2009 menyarankan bahwa program olahraga yang cukup dan diawasi empat kali setiap hari selama empat minggu dapat meningkatkan fungsi sistem sirkulasi. Olahraga meningkatkan aliran darah arteri dan membantu memperbaiki jaringan yang terkena penyakit. (Daley, 2011).

Olahraga seperti aerobik seperti berlari, membantu mencegah berkembangnya penyakit arteri koroner, demikian juga dengan perubahan berat badan dan meningkatkan tidur yang lebih baik. (Daley, 2011). Aktivitas aerobik secara teratur membantu memerangi penyakit arteri koroner karena olahraga menghantar oksigen ke dalam otot jantung, dan meningkatkan fungsi paru-paru. Olahraga juga meningkatkan stamina, membakar kelebihan lemak, meningkatkan

kualitas tidur, dan kebahagiaan. (Daley, 2011). Pemanasan selama lima menit dengan peregangan yang diikuti dengan 10-20 menit bersepeda dibawah pengawasan seorang ahli kesehatan profesional diatas sepeda pada 60-70% kapasitas maksimal aerobik, dan pendinginan selama lima menit. (Daley, 2011).

## **2) Olahraga Untuk Penderita Angina**

Olahraga penting bagi seseorang penderita angina untuk menjaga keadaan emosi yang tenang. Stres, tekanan dan bentuk lain dari gejala mental dapat mengakibatkan serangan angina. Bentuk-bentuk olahraga yang memiliki sebuah hubungan-hubungan pikiran tubuh yang lembut seperti yoga, tai chi, adalah aktivitas yang sempurna untuk orang yang tidak dapat menahan stres pada jantung. Ketenangan, tai chi gerakan yang berulang misalnya menggerakkan semua kelompok otot utama tubuh tanpa meningkatkan detak jantung, dan memiliki efek kedamaian pada pikiran dan sistem saraf (Daley, 2011). Orang dengan angina yang stabil merespons dengan baik terhadap aktivitas fisik dan secara bertahap mungkin dapat berolahraga dengan intensitas yang lebih tinggi. Hindari latihan yang keras, lebih baik berjalan daripada berlari di atas treadmill. (Daley, 2011)

## **H. Fungsi Air untuk Kesehatan Jantung**

Minum air putih yang cukup dapat menjaga kesehatan jantung. Hal ini telah dikonfirmasi oleh berbagai penelitian yang dilakukan oleh para ahli kesehatan. Berbagai penelitian juga menegaskan, minum cukup air setiap hari dapat membantu mereduksi penumpukan sedimen darah yang dapat menambah persentase kemungkinan terserang gangguan jantung dan stroke. Air putih yang bersih dan sehat memiliki keistimewaan untuk mencegah terjadinya serangan penyakit tersebut. Para ahli juga menemukan bahwa minum segelas besar air putih dapat menambah tekanan darah ke dalam tubuh penderita tekanan darah rendah sekitar 40ml, juga orang yang minum minimal lima gelas perhari lebih jarang meninggal dunia akibat serangan jantung dibandingkan orang yang minum air kurang dari itu (Sutanto, 2015).

Dari hasil penelitian-penelitian yang ada, sudah tidak perlu diragukan lagi tentang manfaat menerapkan terapi air untuk menjaga kesehatan jantung. Air yang diminum akan diserap ke dalam aliran darah. Hal ini bisa menurunkan

ketebalan pembuluh darah, jadi risiko terkena serangan jantung yang dipicu bekuan darah pun akan berkurang. Air putih terbukti dapat membantu fungsi jantung dalam memompa darah untuk disalurkan ke seluruh tubuh. Dengan begitu, risiko terhadap gangguan fungsi jantung dapat ditekan (Sutanto, 2015).

## **I. Latihan dalam Rehabilitasi Jantung**

### **Definisi Rehabilitasi Jantung**

Ada banyak aspek untuk manajemen penyakit PJK (Penyakit Jantung Koroner) termasuk pemeriksaan, perawatan, pencegahan sekunder. Pencegahan sekunder terdiri dari sejumlah kegiatan atau tindakan yang dapat diambil untuk mengurangi risiko. Rehabilitasi jantung diakui tidak hanya sebagai integral dalam pengelolaan pasien dengan PJK tetapi juga memberikan pencegahan sekunder. Jumlah aktivitas yang diperlukan untuk mempengaruhi penyebab penyakit dan juga memastikan pasien kondisi fisik, mental dan sosial yang mungkin sehingga mereka dapat, dengan upaya mereka sendiri, mempertahankan atau melanjutkan ketika kehilangan tempat yang normal mungkin di komunitas kehidupan. (John & Sons 2006)

### **Tahap Rehabilitasi Jantung**

Menurut John & Sons 2006 Tahapan Rehabilitasi jantung dibagi menjadi empat fase yaitu :

- ❖ Fase I - Pada periode pasien setelah perubahan langkah dalam kondisi jantung
- ❖ Fase II- pasca awal- melepaskan
- ❖ Fase III – Perawatan program pasien yang diawasi termasuk latihan yang terstruktur
- ❖ Fase IV- jangka panjang dari latihan dan perubahan gaya hidup lainnya

### **Manfaat latihan**

Manfaat kebiasaan dapat dilihat sebagai kombinasi fisiologis dan psikososial, latihan pasca-MI ditemukan untuk mengurangi risiko mortalitas dan mortalitas kardiovaskular secara keseluruhan. Selain itu, olahraga dikaitkan toleransi aktivitas yang ditingkatkan dari faktor risiko dan peningkatan kualitas hidup. (John & Sons 2006)

#### **a. Manfaat fisiologi**

- Peningkatan kapasitas fungsional

- Meningkatkan efisiensi kardiovaskular
- Pengurangan faktor risiko thrombotic
- Meningkatkan aliran darah
- Mengurangi aterosklerosis koroner
- Penurunan risiko mortalitas penyakit kardiovaskular

**b. Manfaat Psikososial**

- Penurunan depresi dan kecemasan
- Meningkatkan suasana hati
- Pemulihan kepercayaan diri
- Peningkatan interaksi sosial

**DAFTAR PUSTAKA**

- 1 Andika Ridwan, K. N. (2017). Pengaruh High Intensity Interval Training (HIT) terhadap Kebugaran Kardioresapi. *Majority*, 1-5.
- 2 Carl J, L., Arena, R., & Johannsen. (2015). Exercise and Cardivaskular System. *Circulation Research*, 207-19.
- 3 Daley, D. (2011). *30 Menit Untuk Bugar dan Sehat*. Jakarta: PT Bhuana Ilmu Populer.
- 4 Masud, I. (2014). *Dasar-Dasar Fisiologi Kardiovaskular*. Jakarta: EGC.
- 5 Saeid , G., & Ismail, L. (2012). Latihan dan Sistem Kardiovaskular. *Kardiologi Penelitian dan Praktek*.
- 6 Sons, J. W. (2006). *Exercise Leadership in Cardiac Rehabilitation: An Evidance based approach / [edited by] Morag K Thow*. Hoboken: Whurr Publishers Limited.
- 7 Sutanto, T. (2015). *Terapi Air Putih*. Yogyakarta: MEDIKA.
- 8 Sutaryo. (2011). *Bagaimana Menjaga Kesehatan Jantung* . Yogyakarta : CINTABUKU.
- 9 Syaifuddin. (2011). *Anatomi Fisiologi* . Jakarta: EGC.
- 10 Yulinar, E. K. (2018). Pengaruh Latihan Renang Terhadap Peningkatan Daya Tahan Kardiovaskuler Pada Atlet Klub Sepak Bola. *Jurnal Serambi Ilmu*, 88-103.