

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Anatomi Sistem Kardiovaskular

##### 1. Anatomi Sistem Kardiovaskular

Sistem kardiovaskular terdiri dari tiga komponen utama, yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah yang berperan sebagai media transportasi. Jantung merupakan organ berotot yang terletak di area mediastinum dada, berfungsi sebagai pompa utama untuk mendistribusikan darah ke seluruh tubuh. Jantung terbagi menjadi empat bagian, dua *atrium* (serambi) yang terletak di bagian atas dan dua *ventrikel* (bilik) di bagian bawah. Darah dari seluruh tubuh mengalir ke *atrium* kanan, kemudian diteruskan ke *ventrikel* kanan, dan selanjutnya dipompa ke paru-paru melalui *arteri pulmonalis*. Setelah proses pertukaran gas terjadi di paru-paru, darah kembali bergerak ke *atrium* kiri, lalu masuk ke *ventrikel* kiri, dan akhirnya dipompa ke seluruh tubuh melalui *aorta* (Khan, 2020).

##### a. Katup Jantung

Jantung memiliki empat katup utama yang berperan dalam mengatur aliran darah agar berjalan searah dan mencegah darah mengalir kembali, yaitu :

- 1) Katup *trikuspid*, yang terletak di antara *atrium* kanan dan *ventrikel* kanan.
- 2) Katup *bikuspid (mitral)*, yang berada di antara *atrium* kiri dan *ventrikel* kiri.

- 3) Katup *pulmonalis*, yang terdapat di antara *ventrikel* kanan dan *arteri pulmonalis*.
- 4) Katup *aorta*, yang berada antara *ventrikel* kiri dan *aorta*.

b. Sistem Konduksi Jantung

Jantung memiliki sistem konduksi elektrik internal yang mendukung kontraksi secara teratur dan terkoordinasi. Elemen-elemen dari sistem ini meliputi :

- 1) *Nodus sinoatrial* (SA) yang berfungsi sebagai pemacu utama irama jantung.
- 2) *Nodus atrioventrikular* (AV) yang meneruskan sinyal dari *atrium* ke ventrikel.
- 3) *Berkas His*.
- 4) *Serabut Purkinje* yang menyebarkan sinyal ke seluruh otot jantung di ventrikel.

Sistem ini bertanggung jawab untuk menciptakan sinyal listrik yang memicu kontraksi otot jantung secara teratur dan efisien.

c. Pembuluh Darah

Pembuluh darah berfungsi sebagai saluran yang membawa darah dan mendistribusikan zat-zat penting ke seluruh tubuh. Ada tiga jenis pembuluh darah utama, yaitu :

- 1) *Arteri*, yang mengangkut darah dari jantung dengan tekanan tinggi menuju organ dan jaringan.
- 2) *Vena*, yang mengembalikan darah ke jantung; sebagian besar *vena* dilengkapi dengan katup satu arah untuk mencegah arus balik.

- 3) *Kapiler*, yang merupakan pembuluh darah berukuran sangat kecil yang berfungsi sebagai lokasi pertukaran oksigen, karbon dioksida, nutrisi, dan produk limbah antara darah dan sel-sel tubuh.

#### d. Struktur Dinding Pembuluh Darah

Dalam konteks histologi, dinding pembuluh darah terdiri dari tiga lapisan utama :

- 1) *Tunica intima*, lapisan terinternal yang bersentuhan langsung dengan darah, terdiri dari sel endotel.
- 2) *Tunica media*, lapisan tengah yang mengandung otot polos dan serat elastis, berfungsi untuk mengatur ukuran pembuluh darah.
- 3) *Tunica adventitia*, lapisan paling eksternal yang terbuat dari jaringan ikat dan berkontribusi dalam melindungi serta mendukung pembuluh darah (Khan, 2020).

Ketebalan masing-masing lapisan bervariasi tergantung pada jenis dan fungsi pembuluh darah tersebut .

## 2. Fisiologi Sistem Kardiovaskular

Fungsi utama dari sistem kardiovaskular adalah untuk mendistribusikan oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan, serta mengangkut produk limbah hasil *metabolisme* menuju proses ekskresi. Salah satu komponen penting dalam fisiologi kardiovaskular adalah siklus jantung, yang terdiri dari dua fase :

- a. *Diastol*, saat jantung menerima darah.
- b. *Sistol*, ketika darah dipompa keluar dari jantung.

Curah jantung merujuk pada volume darah yang dipompakan oleh *ventrikel* dalam satu menit, dan diperoleh dengan mengalikan jumlah darah yang dipompa per detik dengan frekuensi detak jantung. Aktivitas fisik, kondisi emosional, dan faktor hormonal dapat memengaruhi curah jantung (Khan, 2020).

Tekanan darah merupakan tekanan yang diberikan oleh darah pada dinding pembuluh. Tekanan ini dipengaruhi oleh resistensi total pembuluh darah, jumlah darah yang beredar, dan kekuatan kontraksi jantung. Tekanan darah yang normal biasanya berada di angka 120/80 mmHg, di mana tekanan *sistolik* mencerminkan tekanan ketika *ventrikel* berkontraksi, sedangkan tekanan *diastolik* terjadi saat *ventrikel* berelaksasi (Khan, 2020).

Pengaturan tekanan darah melibatkan beberapa sistem, antara lain :

- a. *Baroreseptor* yang merespons perubahan tekanan dengan cepat.
- b. Sistem saraf otonom, terutama bagian simpatik dan parasimpatik.
- c. *Sistem renin-angiotensin-aldosteron* yang membantu mengatur volume darah dan tekanan dalam jangka panjang.

Aspek elektrofisiologi jantung dijelaskan melalui EKG (*elektrokardiografi*), yang merekam aktivitas listrik jantung. *Gelombang P* menunjukkan depolarisasi *atrium*, *kompleks QRS* menggambarkan depolarisasi *ventrikel*, dan gelombang T menunjukkan repolarisasi *ventrikel* (Khan, 2020).

Selain itu, sistem vaskular memiliki kemampuan untuk secara otomatis mengatur aliran darah sesuai kebutuhan jaringan. Sel endotel

pada pembuluh darah memainkan peran penting dalam mengontrol *vasodilatasi* dan *vasokonstriksi* melalui pelepasan senyawa seperti *nitric oxide* (NO) dan *endothelin* (Khan, 2020).

### 3. Respons dan Adaptasi Sistem Kardiovaskular terhadap Aktivitas Fisik

Sistem kardiovaskular berfungsi sangat penting dalam mempertahankan keseimbangan tubuh saat berolahraga, terutama dalam hal pengiriman oksigen dan nutrisi serta pengangkutan karbon dioksida dan produk limbah *metabolisme* dari jaringan ke organ pengeluaran. Ketika seseorang mulai beraktivitas fisik, tubuh bereaksi dengan cara fisiologis yang cepat, di mana sistem saraf simpatik diaktifkan sementara sistem parasimpatik ditekan, yang membuat denyut jantung meningkat perlahan sesuai dengan tingkat intensitas latihan tersebut. Selain itu, volume darah yang dipompa jantung setiap kali berdenyut juga bertambah karena peningkatan pengembalian *vena* dan kekuatan kontraksi otot jantung. Gabungan dari peningkatan denyut jantung dan volume sekuncup ini menyebabkan curah jantung meningkat, yaitu total darah yang dipompa oleh jantung dalam satu menit. Selama berlatih, aliran darah juga mengalami perubahan, terfokus dari organ yang tidak aktif menuju otot yang sedang bekerja serta ke kulit, melalui proses *vasodilatasi* lokal dan *vasokonstriksi* di area yang tidak terlibat. Respons lain yang terlihat saat berlatih adalah tekanan darah *sistolik* yang meningkat secara bertahap sejalan dengan meningkatnya intensitas latihan, sementara tekanan darah *diastolik* cenderung tetap stabil atau sedikit berkurang tergantung pada jenis aktivitas yang dilakukan. Semua respons ini bertujuan untuk

memaksimalkan efisiensi sistem kardiovaskular dalam memenuhi kebutuhan metabolik selama aktivitas fisik (McArdle et al., 2022).

Apabila aktivitas fisik dilakukan secara teratur dalam jangka panjang, seperti program latihan aerobik dengan tingkat intensitas sedang hingga tinggi, maka akan terjadi perubahan fisiologis yang meningkatkan efisiensi dan kapasitas kerja dari sistem kardiovaskular. Salah satu perubahan signifikan adalah pembesaran fisiologis pada jantung, khususnya pada *ventrikel* kiri, yang meningkatkan volume darah yang dipompa baik saat istirahat maupun saat berolahraga. Adaptasi ini mengizinkan curah jantung maksimum bertambah tanpa harus meningkatkan denyut jantung secara berlebihan. Selain itu, individu yang berlatih umumnya mengalami penurunan denyut jantung saat istirahat yang mencerminkan peningkatan aktivitas parasimpatik serta efisiensi kerja jantung. Tubuh juga mengalami peningkatan *kapilarisasi* otot, yaitu bertambahnya jumlah pembuluh *kapiler* dalam jaringan otot, yang meningkatkan kemampuan difusi oksigen dan mempercepat pengeluaran produk *metabolisme*. Volume *plasma darah* juga meningkat sebagai bentuk penyesuaian terhadap kebutuhan sirkulasi dan pengaturan suhu yang lebih baik. Selain itu, latihan rutin terbukti mampu menurunkan tekanan darah saat istirahat, terutama pada individu dengan hipertensi, melalui peningkatan *vasodilatasi* perifer dan sensitivitas *baroreseptor*. Semua respons dan adaptasi ini menunjukkan bagaimana aktivitas fisik dapat memperkuat kemampuan sistem kardiovaskular dalam mempertahankan keseimbangan internal tubuh dan mendukung performa fisik yang maksimal (McArdle et al., 2022).

## B. Tekanan Darah

### 1. Definisi

Tekanan darah merupakan gaya yang dihasilkan oleh jantung ketika memompa darah ke seluruh tubuh melalui *arteri*. Gaya ini muncul akibat kontraksi jantung serta hambatan yang ditimbulkan oleh pembuluh darah yang menghalangi aliran darah. Ketika *ventrikel* jantung berkontraksi (yang dikenal sebagai fase sistol), tekanan darah mencapai titik tertingginya yang disebut tekanan *sistolik*. Sebaliknya, saat ventrikel dalam keadaan santai (fase diastol), tekanan darah akan berada pada level terendah yang disebut tekanan *diastolik* (Manansang et al., 2018).

Tekanan darah merupakan salah satu indikator yang krusial dalam menilai kesehatan sistem kardiovaskular. Gangguan dalam pengaturan tekanan darah, baik yang melebihi batas normal (hipertensi) maupun yang di bawah normal (hipotensi), bisa mengakibatkan kerusakan pada organ vital seperti ginjal, otak, dan jantung (Levine et al., 2018).

### 2. Faktor Yang Mempengaruhi Tekanan Darah

Faktor – faktor yang mempengaruhi tekanan darah individu dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu faktor yang tidak bisa diubah dan faktor yang bisa diubah.

#### a. Usia

Seiring bertambahnya usia, sistem kardiovaskular mengalami perubahan baik dari segi struktur maupun fungsi. Salah satu perubahan tersebut adalah peningkatan kekakuan *arteri*. Hal ini menyebabkan dinding pembuluh darah, terutama *aorta*,

kehilangan sifat elastisnya, sehingga menyebabkan tekanan darah *sistolik* meningkat secara signifikan. Kekakuan *arteri* juga mempercepat kembalinya gelombang tekanan ke jantung, yang menambah beban kerja jantung dan berkontribusi pada munculnya hipertensi di kalangan orang tua. Kondisi ini diakui sebagai salah satu faktor utama yang menjelaskan tingginya tingkat prevalensi hipertensi di kalangan populasi yang lebih tua (Laurent & Boutouyrie, 2020).

b. Latihan

Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur, terutama jenis latihan aerobik, telah terbukti efektif dalam menurunkan tekanan darah baik pada individu yang sehat maupun pada mereka yang mengalami hipertensi. Program aerobik dengan peningkatan intensitas selama beberapa minggu dapat menyebabkan penurunan signifikan pada tekanan darah *sistolik* dan *diastolik*. Ini disebabkan oleh peningkatan fungsi endotel, pengurangan resistensi perifer, dan perbaikan dalam regulasi otonomi. Oleh karena itu, olahraga diakui sebagai salah satu cara non-farmakologis yang sangat disarankan untuk mengontrol tekanan darah (de Barcelos et al., 2022).

c. Stres

Stres psikologis dapat menjadi faktor yang meningkatkan tekanan darah dengan cara memicu sistem saraf simpatik dan memproduksi hormon-hormon seperti kortisol serta adrenalin. Namun, reaksi ini dapat ditekan melalui aktivitas fisik. Penurunan

ini berhubungan dengan peningkatan tonus parasimpatik dan pengurangan aktivitas simpatik, yang pada akhirnya berkontribusi dalam menjaga stabilitas tekanan darah saat menghadapi stres sehari-hari (Mariano et al., 2022).

### 3. Klasifikasi

Klasifikasi tekanan darah bertujuan untuk menentukan apakah tekanan darah seseorang berada dalam rentang normal atau sebaliknya. Pentingnya klasifikasi ini terletak pada kemampuannya untuk mengenali tindakan yang perlu diambil dalam rangka pencegahan dan pengelolaan yang efektif terhadap hipertensi.

Berdasarkan pedoman terbaru yang dikeluarkan oleh *American College of Cardiology (ACC)* dan *American Heart Association (AHA)* pada tahun 2017, ambang batas untuk diagnosis hipertensi telah diturunkan jika dibandingkan dengan pedoman sebelumnya, yaitu JNC 7 dan JNC 8.

Pedoman terbaru ini memperkenalkan pendekatan yang lebih aktif dalam pencegahan dan penanganan hipertensi, menekankan pentingnya langkah-langkah yang diambil lebih awal saat terjadi peningkatan tekanan darah (Whelton et al., 2018). Di bawah ini merupakan klasifikasi tekanan darah menurut pedoman ACC/AHA 2017:

Tabel 3.1 Klasifikasi Tekanan Darah

Klasifikasi	Sistolik	Diastolik
Normal	<120	<80
Elevated	120-129	<80
Hipertensi derajat 1	130-139	80-89
Hipertensi derajat 2	$\geq 140$	$\geq 90$
Krisis Hipertensi	>180	>120

## C. Aktifitas fisik

### 1. Adaptasi Saat Olahraga

Aktivitas fisik, terutama latihan kardiovaskular dan penguatan otot, memicu berbagai reaksi dan penyesuaian fisiologis yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja organ tubuh ketika menghadapi tekanan fisik yang lebih tinggi. Penyesuaian ini berlangsung dalam waktu singkat (akut) maupun dalam periode yang lebih lama (kronis), dan melibatkan sistem kardiovaskular, pernapasan, serta muskuloskeletal.

Menurut penelitian Hasmyati dan Anwar (2020), beberapa bentuk penyesuaian fisiologis yang terjadi selama berolahraga mencakup :

- a. Peningkatan output jantung: Aktivitas fisik meningkatkan kebutuhan oksigen di otot. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, jantung memompa lebih banyak darah per menit.
- b. Peningkatan denyut jantung: Denyut jantung naik secara bertahap mengikuti intensitas latihan agar dapat memenuhi permintaan oksigen yang meningkat.
- c. Peningkatan ventilasi paru: Gerakan fisik menambah frekuensi dan volume pernapasan untuk mendukung kebutuhan oksigen dan mengeliminasi karbon dioksida.
- d. Aliran darah yang terdistribusi: Ketika berolahraga, aliran darah lebih banyak diarahkan ke otot yang aktif, sementara aliran ke organ-organ yang tidak terlibat langsung, seperti sistem pencernaan, berkurang.

- e. Adaptasi otot: Latihan ketahanan meningkatkan jumlah pembuluh kapiler dan mitokondria di otot, yang berkontribusi pada efisiensi metabolisme aerobik. Sementara itu, latihan kekuatan berfokus pada peningkatan massa otot dan kekuatan kontraksi.

Dalam jangka panjang, penyesuaian fisiologis ini berimbas pada peningkatan kinerja olahraga dan kebugaran fisik, serta berperan dalam mengurangi risiko penyakit degeneratif, termasuk masalah kardiovaskular. Penyesuaian yang berkelanjutan terhadap latihan fisik juga menyebabkan peningkatan efisiensi sistem kardiovaskular, seperti penurunan denyut jantung saat istirahat dan peningkatan volume sekuncup darah (Hasmyati, & Anwar, 2025).

## 2. Klasifikasi

Klasifikasi aktivitas fisik merupakan usaha untuk membagi berbagai jenis aktivitas berdasarkan seberapa intensif, berapa lama, dan seberapa sering aktivitas tersebut dilakukan. WHO (2020) melalui panduannya yang berjudul *Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour* memberikan landasan ilmiah untuk mengelompokkan aktivitas fisik ke dalam beberapa kategori yang ditentukan berdasarkan intensitas metaboliknya, yang diukur dengan satuan MET (*Metabolic Equivalent of Task*).

MET merupakan satuan yang digunakan untuk menentukan jumlah energi yang digunakan individu saat beraktivitas dibandingkan dengan saat beristirahat. Satu MET setara dengan konsumsi oksigen sekitar 3,5 ml O<sub>2</sub>/kg berat badan per menit ketika dalam keadaan

istirahat. Berdasarkan tingkat intensitasnya, aktivitas fisik dibagi menjadi tiga kategori utama (WHO, 2020) :

a. Aktivitas fisik ringan

Kegiatan dengan tingkat usaha di bawah 3 MET. Misalnya, jalan-jalan pelan, menyapu rumah dengan santai, atau melakukan tugas-tugas rumah tangga yang tidak berat. Biasanya, kegiatan-kegiatan ini umumnya tidak menyebabkan peningkatan signifikan pada detak jantung atau pernapasan (Annex, 2020).

b. Aktivitas Fisik Sedang

Kegiatan yang memiliki tingkat intensitas sekitar 3 hingga 6 MET. Aktivitas ini menyebabkan peningkatan yang wajar pada detak jantung serta laju pernapasan. Beberapa contoh dari jenis kegiatan ini meliputi berjalan cepat, bersepeda dengan tempo santai, atau melakukan aerobik ringan. WHO merekomendasikan agar orang dewasa yang berusia antara 18 hingga 64 tahun, termasuk wanita hamil dan menyusui yang memiliki kondisi kesehatan yang tidak menghalangi, melaksanakan aktivitas fisik dengan intensitas sedang ini minimal 150 hingga 300 menit per minggu.

c. Aktivitas Fisik Berat

Kegiatan yang memiliki intensitas di atas 6 MET. Jenis aktivitas ini menyebabkan peningkatan yang cukup besar pada denyut jantung dan frekuensi pernapasan, misalnya seperti berlari, bersepeda cepat, melompat dengan tali, atau berpartisipasi dalam

olahraga yang bersifat kompetitif. WHO menyarankan agar orang melakukan aktivitas fisik berat setidaknya antara 75 sampai 150 menit setiap minggu, atau menggabungkannya dengan aktivitas sedang untuk memenuhi kebutuhan fisik harian mereka.

WHO (2020) juga menekankan pentingnya kombinasi antara latihan aerobik dan latihan yang memperkuat otot. Selain dari aktivitas yang dilakukan dengan tingkat intensitas sedang dan tinggi, WHO menganjurkan agar latihan penguatan otot dijadwalkan minimal dua kali seminggu, terutama yang melibatkan otot-otot besar seperti kaki, dada, dan punggung.

Panduan dari WHO ini juga menekankan perlunya mengurangi aktivitas yang tidak bergerak, yaitu aktivitas yang membakar energi sangat rendah ( $\leq 1,5$  MET) seperti duduk dalam waktu lama, atau memakai komputer. Seiring dengan bertambahnya waktu yang dihabiskan untuk kegiatan tidak aktif, risiko terkena penyakit tidak menular, termasuk masalah kardiovaskular dan kemungkinan kematian lebih dini, semakin bertambah.

#### **D. Latihan Aerobik**

##### **1. Definisi**

Latihan aerobik merupakan bentuk olahraga yang dilakukan secara teratur dan terus-menerus, melibatkan kelompok otot besar di tubuh, seperti otot kaki dan punggung, dan dapat dilakukan dalam jangka waktu lama tanpa menyebabkan kelelahan yang berlebihan. Aktivitas ini memanfaatkan oksigen sebagai sumber utama energi melalui proses

metabolisme aerobik, sehingga jumlah oksigen yang dibutuhkan tubuh harus seimbang dengan energi yang dihasilkan. Karena itu, latihan aerobik seringkali dikaitkan dengan peningkatan kinerja sistem kardiovaskular dan pernapasan, karena kedua sistem tersebut harus bekerja lebih efisien dalam mengangkut dan mendistribusikan oksigen ke seluruh jaringan tubuh (Tanzila et al., 2018).

## **2. Mekanisme latihan aerobik**

Latihan aerobik menyebabkan perubahan pada sistem kardiovaskular dan pernapasan yang bertujuan untuk memperbaiki kemampuan tubuh dalam beraktivitas. Dari segi kardiovaskular, jenis latihan ini mengakibatkan kenaikan detak jantung, volume darah yang dipompa, serta peningkatan aliran darah ke otot yang sedang digunakan. Dalam jangka waktu yang panjang, adaptasi yang terjadi meliputi peningkatan volume darah yang dipompa per detak, pengurangan detak jantung saat istirahat, dan peningkatan jumlah kapiler pada otot, sehingga proses pengangkutan oksigen menjadi lebih efisien (Trisnowiyanto & Andriani, 2024).

Di sisi lain, untuk sistem pernapasan, aktivitas aerobik meningkatkan ventilasi paru-paru, kapasitas vital, dan efektivitas pertukaran gas di dalam alveolus. Adaptasi ini memungkinkan tubuh untuk menyediakan oksigen dalam jumlah yang lebih banyak dan membuang karbon dioksida dengan lebih efisien ketika melakukan aktivitas fisik. Oleh karena itu, melakukan latihan aerobik secara rutin akan meningkatkan daya tahan kardiovaskular dan kemampuan tubuh dalam menjaga performa fisik (Trisnowiyanto & Andriani, 2024).