



SISTEM KARDIOVASKULAR UNTUK MAHASISWA KESEHATAN

Editor:

A.A.Ayu Emi Primayanthi



Penulis:

- Rinza Rahmawati
- Faiza Munabari
- Anita Welhelmina Toulasik
- Emilia Vivi Arsita
- Fitriya Kristanti
- Yenni Elfira
- Jhon Feri
- Niken Wulan Hasthi M
- Wella Juartika
- Ngakan Nyoman Rai Bawa
- Dedy Fikriansyah

SISTEM KARDIOVASKULAR UNTUK MAHASISWA KESEHATAN

Penulis:

- 1. Rinza Rahmawati Samsudin**
- 2. Faiza Munabari**
- 3. Anita Welhelmina Toulasik**
- 4. Emilia Vivi Arsita**
- 5. Fitriya Kristanti**
- 6. Yenni Elfira**
- 7. Jhon Feri**
- 8. Niken Wulan Hasthi M**
- 9. Wella Juartika**
- 10. Ngakan Nyoman Rai Bawa**
- 11. Dedy Fikriansyah**

Editor:

A.A.Ayu Emi Primayanthi



PT. Mustika Sri Rosadi

SISTEM KARDIOVASKULAR UNTUK MAHASISWA KESEHATAN

Penulis:

Rinza Rahmawati Samsudin; Faiza Munabari; Anita Welhelmina Toulasik; Emilia Vivi Arsita; Fitriya Kristanti; Yenni Elfira; Jhon Feri; Niken Wulan Hasthi M; Wella Juartika; Ngakan Nyoman Rai Bawa; Dedy Fikriansyah.

Editor: A.A.Ayu Emi Primayanthi

Layout: Tim PT. Mustika Sri Rosadi

Desain Sampul: Febriansyah

ISBN: 978-634-7535-46-7 (PDF)

Cetakan Pertama: 09 Januari 2026

Hak Cipta 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh Penerbit PT Mustika Sri Rosadi

Alamat Penerbit: Citra Indah City, Bukit Heliconia AG
23/32, Kecamatan Jonggol, Kab. Bogor.

Email: mars.mustikasrirosadi@gmail.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Sistem Kardiovaskular untuk Mahasiswa Kesehatan ini dapat disusun dan disajikan kepada para pembaca. Buku ini disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai sistem kardiovaskular, yang merupakan salah satu sistem vital dalam tubuh manusia dan memiliki peran sentral dalam menjaga keseimbangan fisiologis serta kelangsungan hidup.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kesehatan menuntut mahasiswa dan tenaga kesehatan untuk memiliki pemahaman yang kuat, tidak hanya pada aspek teori dasar, tetapi juga pada penerapan klinis dan praktik keperawatan. Sistem kardiovaskular merupakan bidang yang kompleks dan dinamis, sehingga penguasaan anatomi, fisiologi, patofisiologi, serta pendekatan pengkajian dan asuhan keperawatan menjadi kompetensi yang sangat penting. Oleh karena itu, pembelajaran yang terstruktur dan terintegrasi sangat dibutuhkan agar mahasiswa mampu mengaitkan konsep dasar dengan kondisi klinis yang dijumpai di lapangan.

Buku ini membahas berbagai aspek penting sistem kardiovaskular secara sistematis, mulai dari anatomi dan fisiologi, perkembangan dan adaptasi sepanjang siklus hidup, hingga patofisiologi berbagai gangguan kardiovaskular. Selain itu, buku ini juga mengulas pemeriksaan fisik dan penunjang, prinsip dasar asuhan keperawatan kardiovaskular, serta penerapan asuhan keperawatan pada berbagai masalah kardiovaskular

seperti hipertensi, penyakit jantung koroner, gagal jantung, dan aritmia. Tidak hanya berfokus pada aspek kuratif, buku ini juga menekankan pentingnya rehabilitasi jantung, promosi kesehatan, serta edukasi pasien dan keluarga sebagai bagian integral dari pelayanan kesehatan yang holistik.

Penyusunan buku ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi dan bahan ajar yang aplikatif, mudah dipahami, serta relevan dengan kebutuhan mahasiswa kesehatan dan tenaga kesehatan lainnya dalam praktik klinis. Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga buku Sistem Kardiovaskular untuk Mahasiswa Kesehatan ini dapat memberikan manfaat yang luas serta berkontribusi dalam peningkatan kualitas pendidikan dan pelayanan kesehatan, khususnya dalam bidang keperawatan dan perawatan kardiovaskular.

Bogor, 09 Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1. ANATOMI SISTEM KARDIOVASKULAR - Rinza	
Rahmawati Samsudin	1
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran	1
B. Sistem Kardiovaskular	1
C. Lapisan Dinding Jantung	5
D. Sistem Konduksi Listrik Jantung	7
E. Latihan Soal	11
BAB 2. FISIOLOGI SISTEM KARDIOVASKULAR - Faiza	
Munabari	14
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran	14
B. Pendahuluan	15
C. Mekanisme kerja jantung	15
D. Siklus jantung	16
E. Curah jantung	17
F. Tekanan darah	17
G. Regulasi sirkulasi darah	18
H. Perubahan Fisiologis: Istirahat vs Aktivitas	19
I. Perubahan fisiologis selama aktivitas dan istirahat	21
J. Respon Fisiologis Sistem Kardiovaskuler Saat Istirahat	22
K. Perubahan Fisiologis Selama Aktivitas Fisik	22
L. Perubahan Selama Periode Pemulihan (After Exercise)	25
M. Kesimpulan	25
N. Latihan Soal	26

BAB 3. PERKEMBANGAN DAN ADAPTASI	
KARDIOVASKULAR SEPANJANG SIKLUS	
HIDUP - Anita Welhelmina Toulasik	29
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran	29
B. Pendahuluan.....	30
C. Perkembangan dan Adaptasi Sistem Kardiovaskular pada Awal Kehidupan dalam Kandungan.....	31
D. Adaptasi Sistem Kardiovaskular dari Fase Janin ke Neonatus	43
E. Adaptasi Struktur Jantung Neonatus.....	48
F. Adaptasi Biokimia Jantung Neonatus.....	49
G. Proses Maturasi Jantung Neonatus	50
H. Adaptasi Sistem Kardiovaskular pada Masa Kehamilan	51
I. Adaptasi Sistem Kardiovaskular pada Periode Menopause.....	52
J. Adaptasi Sistem Kardiovaskular pada Lanjut Usia.....	55
K. Latihan Soal.....	58
BAB 4. PATOFISIOLOGI GANGGUAN	
KARDIOVASKULAR - Emilia Vivi Arsita	
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran	63
B. Pendahuluan.....	64
C. Hipertensi.....	65
D. Penyakit Jantung Koroner	66
E. Gagal Jantung	68
F. Aritmia.....	69
G. Endokarditis	71
H. Latihan Soal.....	73
BAB 5. PEMERIKSAAN FISIK DAN PENGKAJIAN	
KARDIOVASKULER - Fitriya Kristanti	
	76

A.	Tujuan dan Capaian Pembelajaran	76
B.	Pendahuluan.....	76
C.	Pemeriksaan Fisik Kardiovaskuler.....	77
D.	Pengkajian Kardiovaskuler	83
E.	Latihan Soal.....	86
BAB 6. PEMERIKSAAN PENUNJANG		
	KARDIOVASKULER - Yenni Elfira	89
A.	Tujuan dan Capaian Pembelajaran	89
B.	Pendahuluan.....	89
C.	Metode Diagnostik Elektrokardiogram (EKG)....	93
D.	Metode Diagnostik Ekokardiografi.....	94
E.	Metode Diagnostik	97
F.	Treadmill Test	99
G.	CT Angiografi.....	100
H.	Kateterisasi Jantung	102
I.	Biomarker Laboratorium (Troponin, BNP).....	103
J.	Latihan Soal.....	105
BAB 7. PRINSIP DASAR ASUHAN KEPERAWATAN		
	KARDIOVASKULER - Jhon Feri	108
A.	Tujuan dan Capaian Pembelajaran	108
B.	Pendahuluan.....	108
C.	Prinsip Dasar Sistem Kardiovaskuler dalam Keperawatan	111
D.	Proses Asuhan Keperawatan pada Pasien Kardiovaskuler.....	112
E.	Prinsip Dokumentasi Asuhan Keperawatan Kardiovaskular.....	122
F.	Penutup	123
G.	Latihan Soal.....	124
BAB 8. ASUHAN KEPERAWATAN PADA HIPERTENSI DAN PENYAKIT JANTUNG KORONER -		
	Niken Wulan Hasthi M	127

A.	Tujuan dan Capaian Pembelajaran	127
B.	Pendahuluan.....	127
C.	Asuhan Keperawatan pada Hipertensi	129
D.	Konsep Dasar Asuhan Keperawatan Pada Pasien Hipertensi	132
E.	Asuhan Keperawatan pada Penyakit Jantung Koroner	158
F.	Kosep Dasar Asuhan Keperawatan pada Penyakit Jantung Koroner	163
G.	Latihan Soal.....	190
BAB 9. ASUHAN KEPERAWATAN PADA GAGAL JANTUNG DAN ARITMIA - Wella Juartika		193
A.	Tujuan dan Capaian Pembelajaran	193
B.	Pendahuluan.....	193
C.	Asuhan Keperawatan pada Gagal Jantung	194
D.	Konsep Asuhan Keperawatan pada pasien Gagal Jantung	196
E.	Asuhan Keperawatan pada Aritmia	204
F.	Latihan Soal.....	211
BAB 10. REHABILITASI JANTUNG DAN PROMOSI KESEHATAN KARDIOVASKULER - Ngakan Nyoman Rai Bawa		214
A.	Tujuan dan Capaian Pembelajaran	214
B.	Pendahuluan.....	214
C.	Konsep Rehabilitasi Jantung dalam Keperawatan	215
D.	Tujuan dan Indikasi Rehabilitasi Jantung	216
E.	Fase Rehabilitasi Jantung.....	217
F.	Komponen Rehabilitasi Jantung Berdasarkan Proses Keperawatan.....	219
G.	Promosi Kesehatan Kardiovaskular dalam Keperawatan	221

H. Peran Tenaga Kesehatan dalam Rehabilitasi dan Promosi.....	226
I. Latihan Soal.....	227
BAB 11. EDUKASI PASIEN DAN KELUARGA DALAM PERAWATAN KARDIOVASKULER - Dedy Fikriansyah	231
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran	231
B. Pendahuluan.....	231
C. Strategi Komunikasi Terapeutik dalam Edukasi Kardiovaskular	233
D. Pemberian Informasi Terkait Terapi dan Pengobatan.....	236
E. Edukasi Diet pada Pasien Penyakit Jantung ...	237
F. Manajemen Stress pada Pasien Kardiovaskular.....	238
G. Keterlibatan Keluarga dalam Perawatan Pasien Jantung.....	240
H. Latihan Soal.....	242
BIOGRAFI PENULIS	246
BIOGRAFI EDITOR	262
DAFTAR PUSTAKA.....	264
LAMPIRAN.....	293
SINOPSIS.....	294

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mengilustrasikan struktur internal jantung dan pembuluh darah besar yang masuk dan keluar dari jantung, dengan panah putih menunjukkan arah aliran darah.....	3
Gambar 2. Pembuluh darah dengan berbagai ukuran dan jenis mengangkut darah ke seluruh tubuh.....	5
Gambar 3. Lapisan Jantung.....	7
Gambar 4. Sistem konduksi jantung mengirimkan sinyal.....	10
Gambar 5. Fase perkembangan jantung manusia.....	32
Gambar 6. Tahapan perkembangan kardiovaskular pada fase embrio.....	40
Gambar 7. Tahapan perkembangan organ jantung janin.....	41
Gambar 8. Kronologi waktu perkembangan organ jantung manusia.	42
Gambar 9. Sirkulasi darah janin.....	45
Gambar 10. Sirkulasi darah transisi dari sirkulasi janin ke neonatus.....	48
Gambar 11. Proses morfogenesis dan maturasi jantung.....	51
Gambar 12. Perbedaan struktur jantung pada usia dewasa muda dan usia lanjut.	56
Gambar 13. Atherosklerosis sebagai penyebab PJK (National Center for Biotechnology Information, 2019).....	67
Gambar 14. Endokarditis. (Sumber: BruceBlaus, Wikimedia commons, 2017).....	72

Gambar 15. Konsep Rehabilitasi Jantung dalam Keperawatan.....	216
Gambar 16. Fase Rehabilitasi Jantung	219
Gambar 17. Promosi Kesehatan Kardiovaskular dalam Keperawatan	223

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan Arteri, Vena dan Kapiler.....	4
Tabel 2. Intervensi Keperawatan	120
Tabel 3. Luaran dan Intervensi Keperawatan Menurut SLKI dan SIKI (Tim Pokja PPNI, 2018, 2019)....	140
Tabel 4. Luaran dan Intervensi Keperawatan Menurut SLKI dan SIKI (Tim Pokja PPNI, 2018, 2019)....	170
Tabel 5. Intervensi Keperawatan gagal jantung	200
Tabel 6. Intervensi Keperawatan Aritmia	206

BAB 1. ANATOMI SISTEM KARDIOVASKULAR

A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan secara komprehensif anatomi sistem kardiovaskular, meliputi struktur makroskopis dan mikroskopis jantung dan pembuluh darah, termasuk arteri, vena, dan kapiler serta mampu memahami lapisan dinding jantung dan sistem konduksi listrik jantung

2. Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran pada topik ini diharapkan mahasiswa mampu:

- a. Menjelaskan anatomi sistem kardiovaskular, meliputi struktur makroskopis dan mikroskopis jantung
- b. Membedakan anatomi sistem kardiovaskular, meliputi pembuluh darah arteri, vena dan kapiler
- c. Menjelaskan Lapisan Dinding Jantung
- d. Menjelaskan System Konduksi Listrik Jantung

B. Sistem Kardiovaskular

Sistem kardiovaskular adalah jaringan transportasi tubuh yang terdiri dari jantung, darah, dan pembuluh darah. Sistem ini berfungsi memompa dan mengedarkan darah ke seluruh jaringan tubuh untuk menyediakan oksigen dan nutrisi, serta mengangkut zat sisa metabolisme. Berikut adalah penjabaran sistem kardiovaskular berdasarkan pendekatan makroskopis (anatomi) dan mikroskopis (histologi):

1. Tinjauan Makroskopis (Anatomi)

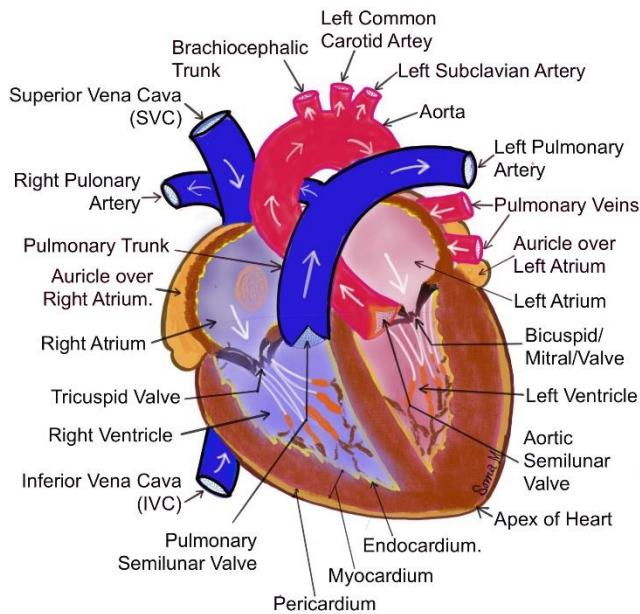
Makroskopis mengacu pada struktur yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Jantung Organ berotot berbentuk kerucut seukuran kepalan tangan, terletak di mediastinum rongga dada. Jantung terbagi menjadi empat ruang: dua atrium (serambi) dan dua ventrikel (bilik).

2. Tinjauan Mikroskopis (Histologi)

Mikroskopis mengacu pada struktur jaringan yang diamati menggunakan mikroskop sebagai berikut

- a. Histologi Jantung (Lapisan Dinding Jantung)
 - Endokardium: Lapisan terdalam, terdiri dari epitel skuamosa selapis (endotel) dan jaringan ikat subendotel.
 - Miokardium: Lapisan tengah yang tebal, terdiri dari sel otot jantung (kardiomiosit).
 - Epikardium (Perikardium Viseral): Lapisan terluar yang terdiri dari mesotelium dan jaringan ikat.

- b. Histologi Pembuluh Darah
Umumnya terdiri dari tiga lapisan (tunica):
 - Tunika Intima: Lapisan paling dalam, terdiri dari sel endotel.
 - Tunika Media: Lapisan tengah, terdiri dari otot polos dan jaringan elastis. Lapisan ini lebih tebal pada arteri daripada vena.
 - Tunika Adventitia (Eksterna): Lapisan terluar, terdiri dari jaringan ikat yang menambatkan pembuluh darah ke jaringan sekitarnya.



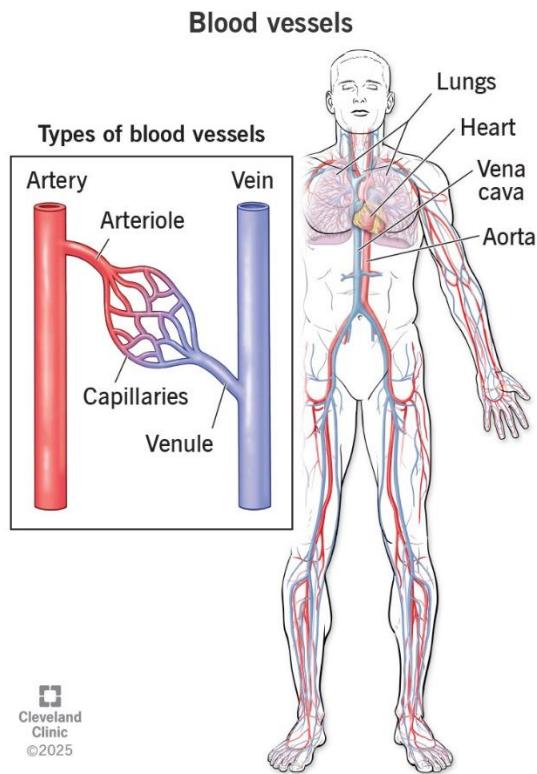
Gambar 1. Mengilustrasikan struktur internal jantung dan pembuluh darah besar yang masuk dan keluar dari jantung, dengan panah putih menunjukkan arah aliran darah.

Anatomi sistem kardiovaskular terdiri dari jantung dan jaringan pembuluh darah yang kompleks. Berdasarkan struktur dan fungsinya, pembuluh darah dibagi menjadi tiga jenis utama: arteri, vena, dan kapiler. Berikut adalah perbedaan anatomi dan karakteristik ketiga pembuluh darah tersebut:

Tabel 1. Perbedaan Arteri, Vena dan Kapiler.

Aspek Perbedaan	Arteri	Vena	Kapiler
Arah aliran darah	Dari jantung ke jaringan tubuh	Dari jaringan tubuh ke jantung	Menghubungkan arteriol dan venula
Kandungan darah	Umumnya kaya oksigen (kecuali arteri pulmonalis)	Umumnya kaya karbon dioksida (kecuali vena pulmonalis)	Tempat pertukaran O_2 , CO_2 , nutrien, dan limbah
Tekanan darah	Tinggi	Rendah	Sangat rendah
Dinding pembuluh	Tebal, kuat, dan elastis	Lebih tipis dan kurang elastis	Sangat tipis (satu lapis sel endotel)
Lapisan dinding	Tunika intima, media (tebal), adventisia	Tunika intima, media (tipis), adventisia	Hanya tunika intima
Diameter lumen	Relatif sempit	Lebih lebar	Sangat sempit ($\pm 5-10 \mu m$)
Katup	Tidak memiliki katup	Memiliki katup untuk mencegah aliran balik	Tidak memiliki katup
Letak	Umumnya lebih dalam	Banyak yang dekat permukaan kulit	Menyebar di seluruh jaringan
Fungsi utama	Menyalurkan darah bertekanan tinggi	Mengembalikan darah ke jantung	Pertukaran zat antara darah dan sel
Contoh	Aorta, arteri femoralis	Vena cava, vena jugularis	Kapiler alveolus, kapiler

Sistem kardiovaskuler merupakan organ sirkulasi darah yang terdiri dari jantung, komponen darah dan pembuluh darah yang berfungsi memberikan dan mengalirkan suplai oksigen dan nutrisi keseluruhan jaringan tubuh yang diperlukan dalam proses metabolisme tubuh. Pembuluh darah adalah saluran yang membawa darah ke seluruh tubuh Anda. Pembuluh darah membentuk lingkaran tertutup, seperti sirkuit, yang dimulai dan berakhir di jantung Anda. Bersama-sama, jantung dan pembuluh darah Anda membentuk sistem peredaran darah. Tubuh Anda mengandung sekitar 60.000 mil pembuluh darah.



Gambar 2. Pembuluh darah dengan berbagai ukuran dan jenis mengangkut darah ke seluruh tubuh.

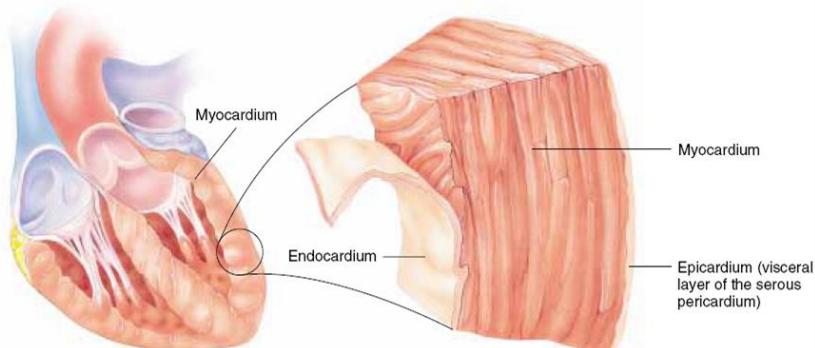
C. Lapisan Dinding Jantung

Dinding jantung terdiri dari tiga lapisan berbeda, dari bagian dalam ke bagian luar:

1. Epikardium (epi-cardium) adalah lapisan terluar dinding jantung. Epicardium juga dikenal sebagai perikardium viseral karena membentuk lapisan dalam perikardium. Epikardium terutama terdiri dari jaringan ikat longgar, termasuk serat elastis dan jaringan adiposa. Epikardium berfungsi untuk melindungi lapisan dalam jantung dan juga

- membantu produksi cairan perikardial. Cairan ini mengisi rongga perikardial dan membantu mengurangi gesekan antara membran perikardial. Di lapisan jantung ini juga terdapat pembuluh darah koroner, yang memasok darah ke dinding jantung. Lapisan dalam epikardium bersentuhan langsung dengan miokardium.
2. Miokardium (myo-cardium) adalah lapisan tengah dinding jantung. Lapisan ini terdiri dari serabut otot jantung, yang memungkinkan jantung berkontraksi. Miokardium adalah lapisan dinding jantung yang paling tebal, dengan ketebalan yang bervariasi di berbagai bagian jantung. Miokardium ventrikel kiri adalah yang paling tebal, karena ventrikel ini bertanggung jawab untuk menghasilkan tenaga yang dibutuhkan untuk memompa darah beroksigen dari jantung ke seluruh tubuh. Kontraksi otot jantung berada di bawah kendali sistem saraf perifer, yang mengarahkan fungsi-fungsi tak sadar termasuk detak jantung. Konduksi jantung dimungkinkan oleh serabut otot miokardium khusus. Bundel serabut ini, yang terdiri dari berkas atrioventrikular dan serabut Purkinje, membawa impuls listrik ke bagian tengah jantung menuju ventrikel. Impuls ini memicu serabut otot di ventrikel untuk berkontraksi.
 3. Endokardium (endo-kardium) adalah lapisan tipis bagian dalam dinding jantung. Lapisan ini melapisi ruang-ruang jantung bagian dalam, menutupi katup jantung, dan berkesinambungan dengan endotelium pembuluh darah besar. Endokardium

atrium jantung terdiri dari otot polos, serta serat elastis. Infeksi pada endokardium dapat menyebabkan kondisi yang dikenal sebagai endokarditis. Endokarditis biasanya merupakan akibat dari infeksi katup jantung atau endokardium oleh bakteri, jamur, atau mikroba tertentu. Endokarditis adalah kondisi serius yang dapat berakibat fatal.



Gambar 3. Lapisan Jantung

D. Sistem Konduksi Listrik Jantung

Sistem konduksi mengirimkan sinyal listrik ke seluruh jantung yang menentukan waktu detak jantung dan menyebabkan jantung berdetak dalam pola ritmis yang terkoordinasi. Sinyal listrik, atau impuls, jantung dihasilkan oleh sekelompok jaringan khusus yang disebut nodus sinus. Setiap kali nodus sinus menghasilkan impuls listrik baru, impuls tersebut menyebar ke seluruh bilik atas jantung, yang disebut atrium kanan dan atrium kiri. Impuls listrik ini, saat menyebar ke seluruh atrium, merangsangnya untuk

berkontraksi, memompa darah ke ventrikel kanan dan kiri.

Impuls listrik kemudian menyebar ke nodus atrioventrikular (AV), yang merupakan sekelompok jaringan khusus lain yang terletak di antara atrium dan ventrikel. Nodus AV memperlambat penyebaran impuls listrik untuk sementara waktu, agar atrium kiri dan kanan dapat menyelesaikan kontraksi. Dari nodus AV, impuls menyebar ke sistem serat khusus yang disebut berkas His dan cabang berkas kanan dan kiri. Serat-serat ini mendistribusikan impuls listrik dengan cepat ke seluruh area ventrikel kanan dan kiri, merangsangnya untuk berkontraksi secara terkoordinasi. Dengan kontraksi ini, darah dipompa dari ventrikel kanan ke paru-paru, dan dari ventrikel kiri ke seluruh tubuh.

Jantung memiliki sistem kelistrikan internalnya sendiri, yang disebut sistem konduksi. Berikut adalah komponen Utama & Fungsinya:

1. Nodus Sinoatrial (SA) (Sinus Node): Terletak di atrium kanan, ini adalah "pemacu jantung" alami yang menghasilkan impuls listrik pertama dan mengatur irama dasar.
2. Nodus Atrioventrikular (AV) (AV Node): Menerima impuls dari nodus SA, memperlambatnya sebentar agar atrium selesai memompa darah ke ventrikel sebelum ventrikel berkontraksi.
3. Berkas His (Bundle of His): Menghantarkan impuls dari nodus AV ke berkas cabang di septum jantung.
4. Cabang Berkas (Bundle Branches): Berkas His terbagi menjadi cabang kiri dan kanan, menyalurkan impuls ke ventrikel kiri dan kanan.

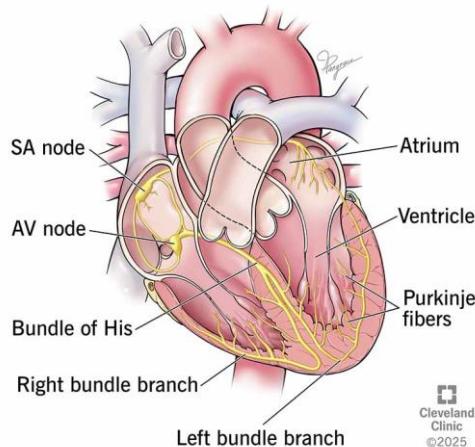
5. Serabut Purkinje: Jaringan serat halus yang mendistribusikan impuls dengan cepat ke seluruh otot ventrikel, memicu kontraksi ventrikel yang sinkron.

Berikut adalah urutan mekanisme proses konduksi listrik jantung:

1. Nodus Sinoatrial (SA Node): Sinyal listrik dimulai di sini, di atrium kanan, bertindak sebagai "alat pacu jantung alami".
2. Atrium: Impuls menyebar ke sel-sel otot atrium, menyebabkan atrium kanan dan kiri berkontraksi untuk mendorong darah ke ventrikel.
3. Nodus Atrioventrikular (AV Node): Sinyal tiba di nodus AV, yang sedikit menunda impuls agar atrium selesai berkontraksi sebelum ventrikel mulai berkontraksi.
4. Berkas His (Bundle of His): Impuls diteruskan dari nodus AV ke Berkas His, yang kemudian terbagi menjadi:
 - a. Cabang Berkas Kanan (Right Bundle Branch): Menuju ventrikel kanan.
 - b. Cabang Berkas Kiri (Left Bundle Branch): Menuju ventrikel kiri.
 - c. Serabut Purkinje: Cabang-cabang berkas His bercabang lagi menjadi jaringan serat Purkinje yang halus, menyebar ke seluruh dinding ventrikel.

- d. Kontraksi Ventrikel: Sinyal yang sampai melalui Purkinje menyebabkan otot ventrikel berkontraksi secara bersamaan, memompa darah ke paru-paru (dari ventrikel kanan) dan ke seluruh tubuh (dari ventrikel kiri).

Cardiac conduction system



Gambar 4. Sistem konduksi jantung mengirimkan sinyal.

Dalam kondisi normal, jantung berdetak 60–100 kali per menit saat istirahat, dengan urutan kontraksi atrium terlebih dahulu, diikuti ventrikel. Gangguan listrik jantung terjadi ketika sistem konduksi jantung tidak bekerja sebagaimana mestinya, sehingga urutan dan kecepatan impuls listrik terganggu. Akibatnya, irama jantung menjadi tidak normal, terlalu cepat, terlalu lambat, atau tidak teratur. Kondisi ini dikenal sebagai aritmia.

E. Latihan Soal

1. Ciri khas vena dibandingkan arteri adalah ...
 - A. Dinding lebih tebal
 - B. Tekanan darah tinggi
 - C. Tidak memiliki katup
 - D. Memiliki katup untuk mencegah aliran balik
 - E. Membawa darah kaya oksigen
2. Bagian jantung yang berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh adalah ...
 - A. Atrium kanan
 - B. Atrium kiri
 - C. Ventrikel kanan
 - D. Ventrikel kiri
 - E. Septum jantung
3. Katup yang terletak antara atrium kiri dan ventrikel kiri adalah ...
 - A. Katup tricuspid
 - B. Katup semilunaris pulmonalis
 - C. Katup bikuspid (mitral)
 - D. Katup semilunaris aorta
 - E. Katup vena kava
4. Pembuluh darah yang membawa darah kaya oksigen dari paru-paru ke jantung adalah ...
 - A. Arteri pulmonalis
 - B. Vena pulmonalis
 - C. Aorta
 - D. Vena kava superior
 - E. Arteri coroner

5. Lapisan terluar dinding jantung disebut ...
 - A. Endokardium
 - B. Miokardium
 - C. Epikardium
 - D. Perikardium fibrosum
 - E. Perikardium parietal
6. Lapisan jantung yang tersusun dari otot jantung dan berperan dalam kontraksi adalah ...
 - A. Miokardium
 - B. Epikardium
 - C. Endokardium
 - D. Perikardium
 - E. Adventisia
7. Lapisan pembuluh darah yang paling luar dan tersusun dari jaringan ikat adalah ...
 - A. Tunika intima
 - B. Tunika media
 - C. Miokardium
 - D. Endotelium
 - E. Tunika adventisia
8. Struktur mikroskopis kapiler terdiri dari ...
 - A. Tiga lapisan
 - B. Dua lapisan otot
 - C. Endotelium saja
 - D. Otot polos dan jaringan ikat
 - E. Epitel berlapis
9. Nodul sinoatrial (SA node) berfungsi sebagai ...
 - A. Pemicu awal impuls listrik jantung
 - B. Pusat pemompa darah
 - C. Penghambat impuls listrik
 - D. Penghubung atrium dan ventrikel
 - E. Pengatur tekanan darah

10. Urutan sistem konduksi listrik jantung yang benar adalah
- A. AV node → SA node → Purkinje → Berkas His
 - B. SA node → AV node → Berkas His → Serabut Purkinje
 - C. SA node → Purkinje → AV node → Berkas His
 - D. Purkinje → SA node → AV node → Berkas His
 - E. AV node → Purkinje → SA node → Berkas His

BAB 2. FISIOLOGI SISTEM KARDIOVASKULAR

A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa diharapkan mampu:

- a. Memahami prinsip dasar fisiologi sistem kardiovaskular.
- b. Menjelaskan mekanisme kerja jantung dan siklus jantung.
- c. Menguraikan konsep curah jantung dan faktor yang memengaruhinya.
- d. Menjelaskan regulasi tekanan darah dan aliran darah.
- e. Menganalisis perubahan fisiologis sistem kardiovaskular saat aktivitas dan istirahat.

2. Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran pada topik ini diharapkan mahasiswa mampu:

- a. Menjelaskan mekanisme kerja jantung secara fisiologis.
- b. Menguraikan tahapan siklus jantung.
- c. Menjelaskan faktor yang memengaruhi curah jantung dan tekanan darah.
- d. Mengaitkan regulasi sirkulasi darah dengan kebutuhan metabolismik tubuh.
- e. Menjelaskan adaptasi fisiologis kardiovaskular saat aktivitas fisik.

B. Pendahuluan

Sistem kardiovaskuler merupakan organ sirkulasi darah yang terdiri dari jantung, komponen darah dan pembuluh darah yang berfungsi memberikan dan mengalirkan suplai oksigen dan nutrisi keseluruh jaringan tubuh yang di perlukan dalam proses metabolisme tubuh.

C. Mekanisme kerja jantung

Jantung bekerja seperti pompa otot otomatis yang digerakkan sinyal listrik, memompa darah kaya oksigen ke seluruh tubuh dan darah miskin oksigen ke paru-paru secara bergantian melalui empat ruang (dua serambi/atrium, dua bilik/ventrikel) dengan bantuan katup yang memastikan aliran satu arah, berdetak ribuan kali sehari dalam siklus kontraksi (sistol) dan relaksasi (diastol).

Jantung dapat berdetak secara otomatis karena memiliki sistem kelistrikan sendiri (autoritasitas). Mekanisme ini memastikan kontraksi yang terkoordinasi antara atrium (serambi) dan ventrikel (bilik).

Alur kelistrikan jantung adalah sebagai berikut:

1. Nodus Sinoatrial (SA Node): Terletak di atrium kanan atas. Ini adalah pacemaker alami jantung yang memicu impuls listrik.
2. Jalur Internodal: Impuls menyebar ke kedua atrium, menyebabkan atrium berkontraksi.
3. Nodus Atrioventrikular (AV Node): Gerbang antara atrium dan ventrikel. Di sini, impuls mengalami penundaan singkat (sekitar 0,1 detik) untuk memberi waktu ventrikel terisi darah sepenuhnya dari atrium.

4. Berkas His (Bundle of His): Menghantarkan impuls ke sekat antar ventrikel.
5. Serabut Purkinje: Menyebarluaskan impuls dengan sangat cepat ke seluruh dinding ventrikel, memicu kontraksi ventrikel yang kuat untuk memompa darah keluar.

D. Siklus jantung

Tahapan Siklus Pompa Jantung

1. Darah Miskin Oksigen Masuk: Darah kotor (miskin oksigen) dari tubuh kembali ke Atrium Kanan (Serambi Kanan) melalui vena cava.
2. Pompa ke Paru-paru: Atrium kanan berkontraksi, mendorong darah ke Ventrikel Kanan (Bilik Kanan), lalu ventrikel kanan memompanya ke paru-paru untuk mengambil oksigen.
3. Darah Kaya Oksigen Masuk: Darah bersih (kaya oksigen) dari paru-paru kembali ke Atrium Kiri (Serambi Kiri).
4. Pompa ke Seluruh Tubuh: Atrium kiri memompa darah ke Ventrikel Kiri (Bilik Kiri), lalu ventrikel kiri berkontraksi kuat memompa darah kaya oksigen ke seluruh tubuh melalui pembuluh aort
 - a. Diastol (Relaksasi & Pengisian)
Otot jantung menjadi rileks, diikuti dengan Tekanan di dalam jantung rendah, dan darah mengalir dari vena masuk ke atrium, lalu masuk ke ventrikel, katup AV (Mitral dan Trikuspid) terbuka.
 - b. Sistol (Kontraksi & Pemompaan)
 - Sistol Atrium: Atrium berkontraksi sedikit untuk memeras sisa darah masuk ke ventrikel.

- Sistol Ventrikel: Ventrikel berkontraksi kuat, tekanan meningkat tajam, menutup katup AV (bunyi jantung pertama: "LUB") dan membuka katup Semilunar (Aorta dan Pulmonal).
- Darah dipompa ke paru-paru dan seluruh tubuh., saat ventrikel mulai rileks, katup Semilunar menutup (bunyi jantung kedua: "DUB").

E. Curah jantung

Curah jantung adalah volume darah yang dipompa oleh jantung dalam satu menit. Ini adalah indikator utama efisiensi kerja jantung.

Rumus dasarnya adalah:

$$CO = HR \times SV$$

Dimana:

- CO (Cardiac Output): Curah jantung (biasanya 1L/menit). Normalnya 5L/menit saat istirahat.
- HR (Heart Rate): Frekuensi detak jantung (detak/menit).
- SV (Stroke Volume): Volume sekuncup, yaitu jumlah darah yang dipompa ventrikel dalam satu kali detak.
- Catatan: Curah jantung dapat meningkat drastis (hingga 4-5 kali lipat) saat olahraga berat untuk memenuhi kebutuhan oksigen tubuh.

F. Tekanan darah

Tekanan darah adalah gaya yang diberikan darah terhadap dinding pembuluh darah arteri. Tekanan ini

dipengaruhi oleh curah jantung dan resistensi pembuluh darah.

Rumus hubungannya adalah:

$$\text{MAP} = \text{CO} \times \text{TPR}$$

Dimana:

- MAP (Mean Arterial Pressure): Tekanan arteri rata-rata.
- CO: Curah Jantung.
- TPR (Total Peripheral Resistance): Tahanan tepi total (kekakuan atau penyempitan pembuluh darah).
- Jika pembuluh darah menyempit (vasokonstriksi), TPR naik, sehingga tekanan darah naik.

G. Regulasi sirkulasi darah

Tubuh memiliki mekanisme canggih untuk menjaga tekanan darah dan aliran darah tetap stabil.

1. Kontrol Saraf (Otonom)
 - a. Sistem Simpatik (Gas): Meningkatkan Heart Rate dan kekuatan kontraksi jantung, menyebabkan vasokonstriksi (pembuluh darah menyempit menaikkan tekanan darah).
 - b. Sistem Parasimpatik (Rem): Bekerja melalui Nervus Vagus, menurunkan Heart Rate dan sedikit menurunkan kekuatan kontraksi.
2. Kontrol Hormonal & Ginjal: Adrenalin (Epinefrin): Dikeluarkan saat stres/olahraga, meningkatkan kerja jantung, sistem RAAS (Renin-Angiotensin-Aldosteron): Mekanisme jangka panjang oleh ginjal untuk menaikkan volume darah dan vasokonstriksi jika tekanan darah turun terlalu rendah.

H. Perubahan Fisiologis: Istirahat vs Aktivitas

Tubuh beradaptasi secara dinamis saat kita beralih dari istirahat ke aktivitas fisik (olahraga). Parameter Saat Istirahat (Rest), Saat Aktivitas (Exercise) Alasan Fisiologis denyut Jantung (HR) 60 - 100 bpm meningkat (bisa >150 bpm), mempercepat pengiriman O₂., Volume Sekuncup (SV) 70 ml/detak, meningkat, Kontraksi jantung lebih kuat (inotropik positif). Curah Jantung (CO) 5 L/menit meningkat (bisa 20-25 L/menit) Total suplai darah harus naik drastis.

Distribusi Darah merata (Otak, Ginjal, Pencernaan, Otot), Shunting (Pengalihan): Mayoritas ke Otot & Kulit, Otot butuh energi; Pencernaan & Ginjal sementara dikurangi (vasokonstriksi area splanknik).

Tahanan Perifer (TPR) Normal Menurun di otot (Vasodilatasi) Pembuluh darah di otot melebar agar darah mudah masuk. Tekanan darah adalah salah satu parameter fisiologis terpenting dalam tubuh. Secara sederhana, ini adalah gaya atau kekuatan yang diberikan oleh darah terhadap dinding pembuluh darah arteri saat darah dipompa ke seluruh tubuh.

Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai komponen, mekanisme, dan faktor yang memengaruhinya.

1. Membaca Angka Tekanan Darah (Sistolik & Diastolik)

Saat kita mengukur tekanan darah, kita mendapatkan dua angka, misalnya 120/80 mmHg. Apa artinya?

a. Tekanan Sistolik (Angka Atas)

Ini adalah tekanan maksimum di arteri saat jantung (ventrikel) sedang berkontraksi (sistol) dan memompa darah keluar. Menggambarkan seberapa keras jantung bekerja memompa darah. Normal: Sekitar 120 mmHg.

b. Tekanan Diastolik (Angka Bawah)

Ini adalah tekanan minimum di arteri saat jantung sedang rileks (diastol) dan terisi darah kembali. Penting: Tekanan ini tidak nol. Mengapa? Karena dinding arteri elastis; mereka "memantul" balik (recoil) untuk menjaga darah tetap mengalir meski jantung sedang istirahat. Menggambarkan resistensi atau tahanan pada pembuluh darah. Normal: Sekitar 80 mmHg.

2. Rumus Fisiologis Tekanan Darah

Dalam fisiologi, tekanan darah ditentukan oleh dua faktor utama. Rumusnya adalah: $SSBP = CO \times TPRSS$
Dimana:

- BP (Blood Pressure): Tekanan Darah.
- CO (Cardiac Output / Curah Jantung): Volume darah yang dipompa jantung per menit.
- Jika jantung memompa lebih banyak darah (misal saat olahraga), tekanan naik.
- TPR (Total Peripheral Resistance / Tahanan Tepi): Tingkat "kesempitan" pembuluh darah arteri kecil (arteriola).

Jika pembuluh darah menyempit (vasokonstriksi), tahanan naik, tekanan darah naik. Jika pembuluh darah

melebar (vasodilatasi), tahanan turun , tekanan darah turun.

3. Faktor yang Memengaruhi Tekanan Darah

Selain kinerja jantung, ada beberapa variabel fisik yang mengubah tekanan darah:

- a. Diameter Pembuluh Darah (Paling Penting): Perubahan kecil pada diameter sangat berpengaruh. Menyempitkan pembuluh darah sedikit saja bisa meningkatkan tekanan secara drastis.
- b. Volume Darah: Semakin banyak cairan di dalam sistem (misalnya karena terlalu banyak makan garam yang menahan air), semakin tinggi tekanannya. Kurang darah (pendarahan/dehidrasi) menurunkan tekanan.
- c. Viskositas (Kekentalan) Darah: Darah yang lebih kental (misalnya karena jumlah sel darah merah Darah yang lebih kental (misalnya karena jumlah sel darah merah berlebih atau polisitemia) lebih susah mengalir, sehingga membutuhkan tekanan lebih tinggi.

I. Perubahan fisiologis selama aktivitas dan istirahat

Selama aktivitas fisik dan saat istirahat, terjadi perubahan fisiologis yang signifikan sebagai respons terhadap kebutuhan metabolismik yang berbeda. Perubahan tersebut meliputi respon akut saat aktivitas dan adaptasi kronis yang terjadi melalui latihan teratur.

J. Respon Fisiologis Sistem Kardiovaskuler Saat Istirahat

1. Denyut Jantung dan Aliran Darah
 - a. Pada keadaan istirahat, denyut jantung (HR) berada pada kisaran normal (60–100 bpm pada dewasa sehat) untuk memenuhi kebutuhan metabolismik basal.
 - b. Cardiac Output (CO) pada istirahat adalah jumlah darah yang dipompa per menit (biasanya 4–6 L/menit).
 - c. Stroke Volume (SV) (volume darah per denyut) cukup untuk mempertahankan aliran darah ke organ tubuh tanpa adanya permintaan metabolismik yang tinggi
2. Kontrol Otonom
 - a. Sistem saraf otonom mengatur keseimbangan simpatis-parasimpatik pada jantung saat istirahat sehingga HR dan tekanan darah tetap stabil.
 - b. Nervus vagus (parasimpatik) dominan saat istirahat untuk menurunkan HR dan menghemat energi.

K. Perubahan Fisiologis Selama Aktivitas Fisik

1. Respon Akut Selama Aktivitas

Saat seseorang mulai melakukan aktivitas (mis. berjalan cepat, berlari, bersepeda), terjadi perubahan cepat pada sistem kardiovaskuler:

- a. Peningkatan Denyut Jantung (HR)
HR meningkat proporsional terhadap intensitas aktivitas karena stimulan dari sistem saraf

simpatis dan penurunan vagal tone. Peningkatan HR membantu meningkatkan cardiac output agar suplai darah dan oksigen mencukupi.

b. Peningkatan Stroke Volume (SV)

SV meningkat karena peningkatan venous return (kembali darah ke jantung) dan kontraktilitas jantung yang lebih kuat. Otot rangka yang aktif membantu memompa darah kembali ke jantung melalui mekanisme *muscle pump*.

c. Peningkatan Cardiac Output (CO)

CO sangat meningkat, terutama saat aktivitas intens, untuk meningkatkan oksigenasi jaringan aktif. $CO = HR \times SV$

Tekanan darah sistolik meningkat seiring peningkatan cardiac output. Tekanan diastolik mungkin sedikit berubah tergantung pada jenis latihan.

d. Tekanan Darah

Tekanan darah sistolik meningkat seiring peningkatan cardiac output. Tekanan diastolik mungkin sedikit berubah tergantung pada jenis latihan.

e. Redistribusi Aliran Darah

Aliran darah lebih banyak ke otot aktif dan kulit (untuk regulasi suhu) dan lebih sedikit ke organ yang kurang aktif seperti saluran cerna.

2. Respon Fisiologis Kronis (Adaptasi terhadap Latihan Rutin)

Latihan teratur (mis. program aerobik 3–5×/minggu) memicu adaptasi yang bermanfaat:

a. Bradykardia Atlet

Latihan aerobik kronis menurunkan HR istirahat karena peningkatan tonus parasimpatis dan efisiensi jantung yang lebih besar.

b. Remodelling Jantung Fisiologi

Volume ventrikel kiri dapat meningkat sehingga stroke volume meningkat bahkan pada istirahat.

Ini berbeda dengan hipertrofi patologis; latihan memicu adaptasi fisiologis yang meningkatkan fungsi jantung.

c. Penurunan Tekanan Darah Jangka Panjang

Tekanan darah sistolik dan diastolik bisa lebih rendah pada individu aktif dibandingkan yang sedentari.

Efek ini terutama terlihat pada latihan aerobik moderat hingga intens.

d. Peningkatan Kapasitas Oksigen ($VO_2\text{max}$)

Parameter aerobik seperti $VO_2\text{max}$ meningkat seiring waktu melalui peningkatan efisiensi kardiovaskuler dan kapilerisasi otot

L. Perubahan Selama Periode Pemulihan (After Exercise)

Setelah aktivitas selesai, sistem kardiovaskuler tidak langsung kembali ke kondisi istirahat, tetapi melalui suatu fase pemulihan:

1. Post-exercise Hypotension

Tekanan darah dapat tetap rendah sementara setelah kegiatan selesai akibat vasodilatasi yang bertahan.

2. Penurunan HR dan CO secara Bertahap

HR dan CO turun secara bertahap ke level istirahat dalam beberapa menit hingga puluhan menit, dipengaruhi intensitas latihan dan kebugaran individu.

3. Penyesuaian Neuromuskular

Sistem saraf otonom kembali meningkatkan dominasi parasimpatis untuk mengembalikan kondisi normal.

M. Kesimpulan

Perubahan fisiologis sistem kardiovaskuler merupakan respons kompleks yang meliputi perubahan akut saat aktivitas, adaptasi jangka panjang melalui latihan rutin, dan fase pemulihan setelah aktivitas. Pemahaman perubahan ini penting dalam konteks fisiologi olahraga, program latihan, dan penatalaksanaan kesehatan kardiovaskuler secara umum.

N. Latihan Soal

1. Fungsi utama sistem kardiovaskuler adalah...
 - A. Mengatur suhu tubuh
 - B. Menghasilkan hormon
 - C. Mengedarkan oksigen, nutrisi, dan hormon ke seluruh tubuh
 - D. Mengontrol sistem saraf pusat
 - E. Menghasilkan energi
2. Ruang jantung yang berfungsi memompa darah ke paru-paru adalah...
 - A. Atrium kanan
 - B. Atrium kiri
 - C. Ventrikel kanan
 - D. Ventrikel kiri
 - E. Aorta
3. Pembuluh darah yang membawa darah kaya oksigen dari paru-paru ke jantung adalah...
 - A. Arteri pulmonalis
 - B. Vena pulmonalis
 - C. Aorta
 - D. Vena cava superior
 - E. Kapiler
4. Katup jantung yang terletak antara atrium kiri dan ventrikel kiri disebut...
 - A. Katup trikuspid
 - B. Katup bikuspid (mitral)
 - C. Katup pulmonal
 - D. Katup aorta
 - E. Katup semilunaris
5. Komponen darah yang berperan utama dalam pengangkutan oksigen adalah...
 - A. Leukosit

- B. Trombosit
 - C. Plasma darah
 - D. Eritrosit
 - E. Fibrinogen
6. Pembuluh darah dengan dinding paling tipis dan berfungsi sebagai tempat pertukaran zat adalah...
- A. Arteri
 - B. Vena
 - C. Arteriol
 - D. Venula
 - E. Kapiler
7. Tekanan darah sistolik menunjukkan...
- A. Tekanan saat jantung relaksasi
 - B. Tekanan terendah dalam arteri
 - C. Tekanan saat ventrikel berkontraksi
 - D. Tekanan dalam vena cava
 - E. Tekanan rata-rata pembuluh darah
8. Faktor yang dapat meningkatkan denyut jantung adalah...
- A. Aktivitas fisik
 - B. Tidur nyenyak
 - C. Hipotermia
 - D. Relaksasi
 - E. Istirahat total
9. Sistem konduksi jantung yang berfungsi sebagai pacu jantung alami adalah...
- A. Nodus atrioventrikular
 - B. Berkas His
 - C. Serabut Purkinje
 - D. Nodus sinoatrial
 - E. Septum interventrikular