

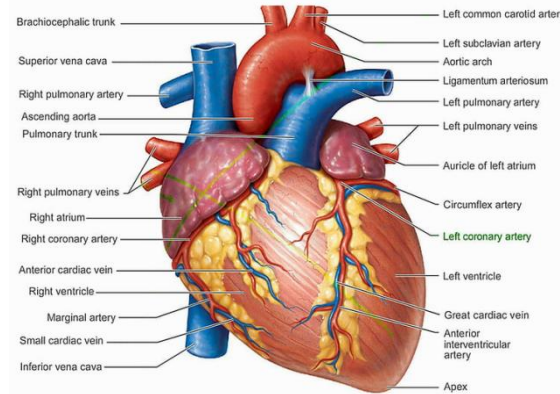
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Teori

##### 1. Jantung

##### a. Anatomi jantung



Sumber : Santram, 2023

Gambar 2.1 Anatomi Jantung

Organ jantung atau dalam bahasa latin disebut *cor* merupakan organ muscular yang berada di tengah rongga toraks pada mediastinum yaitu rongga antara organ paru kanan dan paru kiri, namun letak organ jantung lebih dekat ke sisi kiri dada manusia. Berat jantung tiap individu berbeda – beda, namun pada umumnya berat jantung wanita dewasa lebih ringan dibandingkan dengan berat jantung pria dewasa, hal ini disebabkan oleh aktifitas fisik pria dewasa yang lebih berat dibandingkan dengan aktifitas fisik wanita dewasa. Berat organ jantung wanita dewasa berkisar antara 250 – 300 gr sedangkan berat organ jantung pria dewasa berkisar antara 300 – 350 gr. Ukuran panjang organ jantung orang dewasa sekitar 12 cm dengan lebar organ jantung berkisar antara 8 – 9 cm dan tebal 6 cm, perkiraan ukuran jantung juga bisa dilihat dari besaran ukuran kepalan tangan tiap individu (Nair, M. 2015).

Jantung merupakan organ yang sangat penting untuk kelangsungan hidup suatu individu karena organ jantunglah yang mengatur fungsi peredaran darah dengan memompa darah keseluruh tubuh. Terdapat 6 komponen utama jantung

yang sangat penting yaitu lapisan jantung, ruang jantung, katup jantung, sistem saraf jantung, siklus jantung dan sistem peredaran darah jantung (Ridwan, 2021).

#### 1) Lapisan jantung

Organ jantung dilapisi oleh lapisan yang sangat kuat yaitu lapisan perikardium, lapisan miokardium dan lapisan endokardium. Lapisan jantung berfungsi untuk melindungi organ jantung akibat dari gesekan antar organ maupun antar ruang jantung.

##### a) Lapisan perikardium

Lapisan perikardium merupakan lapisan paling luar dari organ jantung, lapisan ini mengelilingi dan menyelaputi organ jantung sehingga lapisan ini disebut sebagai lapisan pembungkus jantung. Karakteristik dari lapisan ini adalah lapisannya yang tidak elastis, padat dan kuat karena fungsinya adalah untuk melindungi organ jantung dari gesekan antar organ lain. Lapisan perikardium terbagi atas 2 lapisan yaitu lapisan fibrosa yang menjaga struktur jantung serta lapisan serosa yang terbagi menjadi lapisan perietalis dan lapisan visceralis.

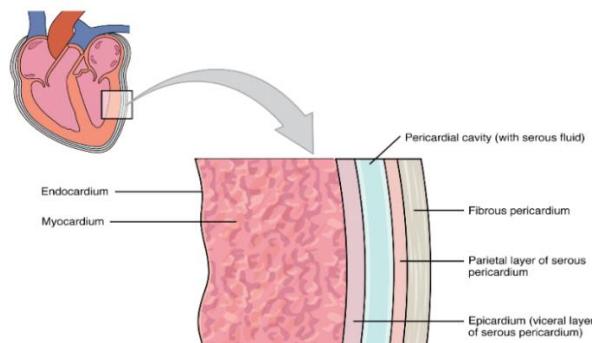
Lapisan perietalis menjadi lapisan terluar yang melekat pada selaput organ paru serta melekat pada tulang dada, sedangkan lapisan visceralis merupakan lapisan permukaan organ jantung yang melekat erat pada jantung. Pada sela – sela diantara lapisan fibrosa dan lapisan serosa terdapat cairan perikardium yang berfungsi sebagai pelicin atau pelumas bagi kedua lapisan ini agar tidak terjadi gesekan yang dapat merusak lapisan jantung akibat dari gerak pompa jantung (Nair, M. 2015).

##### b) Lapisan miokardium

Lapisan miokardium merupakan lapisan yang berada di tengah organ jantung atau lapisan ini biasa disebut sebagai otot jantung. Lapisan ini merupakan lapisan yang paling tebal dibandingkan dengan lapisan jantung yang lain. Lapisan ini terdiri dari otot – otot jantung yang bertanggungjawab dalam kontraksi pompa jantung. Lapisan otot jantung ini juga dapat mempengaruhi cepat lambatnya detak jantung (Ridwan, 2021).

### c) Lapisan endokardium

Lapisan endokardium berada di bagian paling dalam dari organ jantung. Lapisan ini dibentuk oleh jaringan ikat dan jaringan epitel serta mengandung banyak serat – serat elastis dan juga kolagen yang menjadi protein utama dari jaringan ikat. Ciri khas dari lapisan ini adalah tidak keras dan tidak kaku karena fungsi dari lapisan ini adalah mengumpulkan darah, mengatur komposisi darah dan juga mengatur kontraksi otot jantung (Ridwan, 2021).



Sumber : Magdalena, dkk. 2020

Gambar 2.2 Lapisan organ jantung

## 2) Ruang jantung

### a) Serambi kiri jantung

Serambi kiri atau disebut juga sebagai atrium kiri yang berfungsi untuk menampung darah yang banyak mengandung oksigen ( $O_2$ ) dari organ paru melalui pembuluh darah vena pulmonalis.

### b) Bilik kiri jantung

Bilik kiri atau disebut juga sebagai ventrikel kiri bertugas sebagai penerima darah dari serambi kiri yang banyak mengandung oksigen untuk dialirkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah besar aorta.

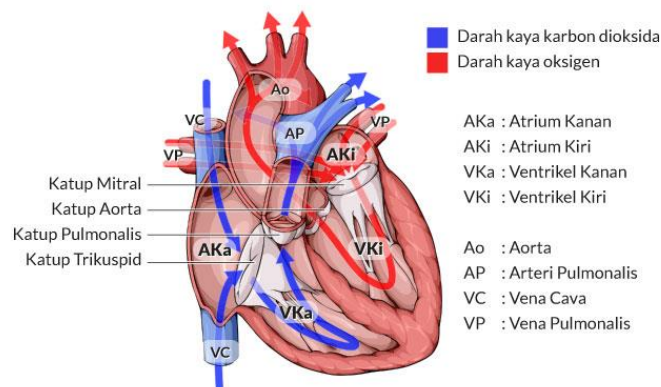
### c) Serambi kanan jantung

Berkebalikan dengan serambi kiri yang menampung darah dengan kandungan oksigen tinggi, serambi kiri menampung darah yang kandungan oksigennya rendah karena didapatkan dari pendistribusian darah diseluruh tubuh. Serambi kanan atau atrium kanan menerima darah dari vena cava superior (darah yang didapatkan dari tubuh bagian atas) dan vena cava

inferior (darah dari tubuh bagian bawah) untuk selanjutnya dialirkan ke bilik kanan jantung.

#### d) Bilik kanan jantung

Bilik kanan atau ventrikel kanan bertugas untuk menerima darah yang dialirkan dari serambi kanan, darah ini mengandung sedikit oksigen maka darah akan dialirkan ke paru – paru untuk dilakukan proses pertukaran oksigen melalui pembuluh kapiler alveoli (Pearce, 2014)



Sumber : Alodokter, 2023

Gambar 2.3 Ruang jantung

### 3) Katup jantung

Katup jantung berfungsi untuk mencegah darah yang telah di pompa tidak berbalik dan mencegah agar darah pada setiap ruang jantung tidak tercampur satu sama lain. Jantung memiliki 4 katup yaitu katup trikuspid, katup pulmonalis, katup bikuspid dan katup aorta dari 4 katup ini dibagi menjadi 2 tipe yaitu katup semilunaris dan katup atrioventikularis. Katup semilunaris merupakan katup penghubung antara sirkulasi sitemik dan sirkulasi pulmonal yang bertugas untuk mencegah aliran balik dari pembuluh darah arteri dan membawa darah keluar dari organ jantung sedangkan katup atrioventikularis merupakan katup penghubung antara bilik jantung dengan serambi jantung, katup ini bertugas untuk mengatur aliran darah antara bilik jantung dengan serambi jantung (Tortora, dkk. 2018).

#### a) Katup trikuspid

Terletak di antara serambi kanan jantung dan bilik kanan jantung, katup ini masuk ke tipe katup atrioventikularis yang mengatur aliran darah serambi dan bilik jantung. Sesuai dengan namanya katup ini mempunyai 3

buah daun katup, saat ke tiga daun katup ini terbuka darah secara otomatis akan keluar dari serambi kanan jantung menuju bilik kanan jantung dan akan menutup saat kontraksi bilik jantung guna mencegah kembalinya darah ke serambi kanan.

b) Katup pulmonalis

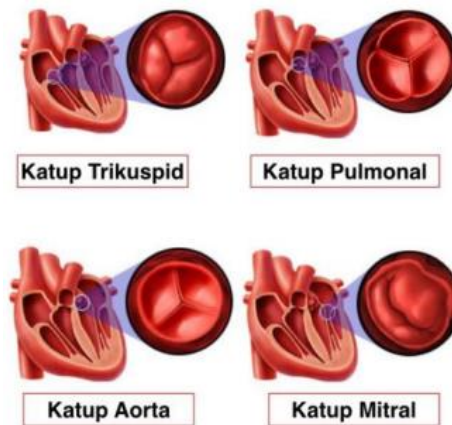
Terletak diantara arteri pulmonalis dan bilik kanan jantung maka katup ini disebut sebagai katup pulmonalis, katup ini termasuk ke dalam tipe katup semilunaris yang mencegah aliran balik dari arteri pulmonalis. Saat katup trikuspid tertutup secara otomatis darah keluar dari bilik kiri melalui trunkus pulmonalis yang bercabang menjadi arteri pulmonalis kiri dan kanan, masing – masing dari arteri ini akan terhubung dengan organ paru kiri dan kanan. Saat katup pulmonalis terbuka menandakan bilik kanan sedang berkontraksi sehingga memungkinkan darah keluar dari bilik kanan dan menuju ke arteri pulmonalis sedangkan saat katup ini tertutup menandakan bilik kanan sedang relaksasi.

c) Katup bikuspid

Katup bikuspid atau biasa disebut katup mitral merupakan katup yang berada diantara bilik kiri dan serambi kiri, katup ini termasuk ke dalam tipe katup atrioventikularis yang mengatur aliran darah antara bilik dan serambi jantung. Saat bilik jantung berkontraksi maka katup ini akan secara otomatis menutup agar mencegah darah berbalik ke serambi kanan, saat bilik jantung relaksasi katup ini akan terbuka dan darah dari serambi kiri mengalir menuju bilik kiri.

d) Katup aorta

Katup ini disebut sebagai katup aorta karena letaknya yang berada diantara pembuluh besar aorta dan bilik kiri, katup ini masuk ke dalam tipe katup semilunaris yang mencegah aliran balik dari arteri aorta. Saat bilik kiri berkontraksi katup ini akan terbuka dan darah akan dialirkan ke seluruh tubuh lalu saat bilik kiri relaksasi katup ini akan secara otomatis tertutup sehingga darah tidak masuk kembali ke dalam bilik kiri (Essianda, 2015)



Sumber : Essianda, 2015

Gambar 2.4 Katup jantung

#### 4) Sistem saraf jantung

Selain memiliki otot – otot yang berfungsi untuk mengatur kontraksi gerak pompa jantung, organ jantung juga memiliki saraf – saraf yang susunannya sangat kompleks dengan fungsinya mengatur irama detak jantung saat jantung memompa darah. Saraf otonom bekerja dengan tak sadar dan dibagi menjadi 2 yaitu saraf parasimpatis serta saraf simpatis, saraf parasimpatis berasal dari *nervous vagus* yang merupakan saraf terpanjang di tubuh guna mengontrol serta mengatur berbagai fungsi tubuh sedangkan saraf simpatis berpusat pada trunkus simpatikus bagian servikal dan torakal bagian atas. Untuk mempengaruhi denyut jantung, cara kerja sistem saraf otonom akan memberikan efek yang bertolak belakang dan saling berlawanan.

Saraf parasimpatis mempersarafi Sinoatrial Node (Nodus SA) untuk menyalurkan impuls listrik yang akan membuat jantung berdetak, mempersarafi otot – otot jantung yang ada di ruang jantung dan mempersarafi Atrioventricular Node (Nodus AV). Berkebalikan dengan Nodus SA fungsi dari Nodus AV justru memperlambat impuls listrik yang didapatkan dari Nodus SA, hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sudah tidak ada darah yang tersisa di dalam bilik jantung sebelum kontraksi bilik jantung berhenti. Atrioventricular bundle merupakan saraf yang terletak di dinding serambi jantung, fungsi dari saraf ini adalah menerima impuls listrik dari Nodus AV yang akan di bawa menuju Purkinje fibers yang merupakan bagian paling

ujung dari cabang saraf untuk mengantarkan sinyal ke serambi jantung agar dapat berkontraksi.

#### 5) Siklus jantung

Jantung memiliki 2 siklus yang disebut periode sistole dan diastole. Periode sistole dimulai saat jantung mengeluarkan seluruh darah yang ada di dalamnya atau saat jantung sedang mengempis (kontraksi) sedangkan periode diastole adalah saat jantung kembali terisi penuh oleh darah atau saat jantung sedang mengembang (relaksasi).

##### a) Periode sistole (kontraksi)

Periode sistole merupakan keadaan saat jantung sedang mengempis, ketika serambi jantung mulai memompa darah atau sedang berkontraksi maka tekanannya akan lebih besar dari bilik jantung, hal ini akan mengakibatkan katup atrioventikularis (katup trikuspid dan katup bikuspid) tertutup, akibat dari penutupan katup inilah yang menimbulkan bunyi detakan jantung pertama, pada saat inilah katup aorta dan katup pulmonalis terbuka sehingga darah dari bilik kanan jantung melewati arteri pulmonalis dan masuk ke organ paru untuk dilakukan proses pertukaran karbondioksida dengan oksigen yang selanjutnya darah akan disebarluaskan ke seluruh tubuh.

##### b) Periode diastole (relaksasi)

Periode diastole merupakan periode saat jantung sedang berelaksasi, pada keadaan ini tekanan serambi jantung akan melemah dan mengakibatkan katup atrioventikularis akan terbuka namun tekanan bilik jantung akan meningkat sehingga katup semilunaris (katup aorta dan katup pulmonalis) akan tertutup, akibat dari penutupan katup inilah yang menimbulkan bunyi detakan jantung kedua, pada saat inilah katup trikuspid dan katup bikuspid akan terbuka sehingga memungkinkan darah dari serambi kiri jantung masuk ke dalam bilik kiri dan dari serambi kanan jantung akan masuk ke bilik kanan jantung. (Hariyono, 2020)

#### 6) Sistem peredaran darah jantung

Sistem peredaran darah manusia sangat penting, karena sistem ini akan membantu dalam memenuhi kebutuhan nutrisi dan zat – zat yang diperlukan

suatu organ atau jaringan serta sel – sel tubuh. Sistem aliran darah terbagi menjadi 3 yaitu :

a) Sistem peredaran darah kecil

Sistem peredaran darah kecil dimulai sejak darah dari bilik kanan jantung di pompa menuju paru – paru untuk mengikat oksigen dan melepaskan karbon dioksida selanjutnya darah akan di alirkan kembali menuju serambi kiri. Peredaran ini di katakan kecil karena siklusnya hanya antara jantung dan paru – paru kemudian kembali lagi ke jantung.

Sistem peredaran darah ini dilakukan untuk membersihkan darah yang sudah diedarkan dari seluruh tubuh yang tinggi akan kandungan karbon dioksida untuk memasuki paru – paru guna proses pertukaran karbon dioksida dengan oksigen, setelah darah beredar di paru – paru kadar oksigen darah akan meningkat hingga 96% dan kadar karbon dioksida akan menurun. Proses pertukaran oksigen dan karbon dioksida ini berlangsung di alveolus yang dimana oksigen akan dibawa oleh komponen hemoglobin dan karbon dioksida akan dikeluarkan dari tubuh melalui sistem respirasi.

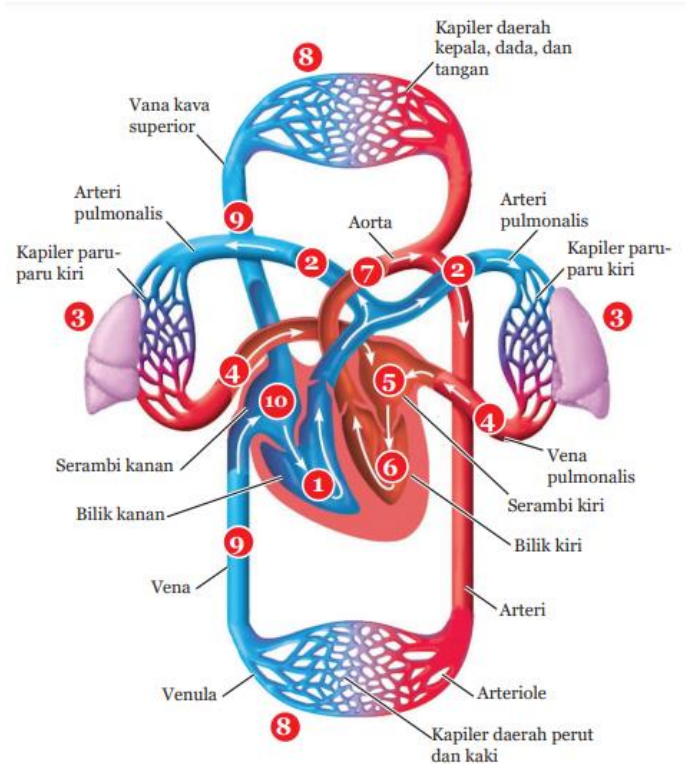
b) Sistem peredaran darah besar

Sistem peredaran darah besar dimulai dari masuknya darah yang mengandung tinggi oksigen dari paru – paru ke serambi kiri untuk selanjutnya masuk ke bilik kiri jantung melalui katup bikuspid, kemudian darah dibawa ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah arteri (aorta). Darah yang sudah dialirkan ke seluruh tubuh akan kembali lagi menuju serambi kanan jantung dan mengalami proses pembersihan darah (proses pertukaran oksigen dengan karbon dioksida).

c) Sistem peredaran darah koroner

Seperti orang tubuh yang lain, jantung juga memerlukan oksigen serta nutrisi agar tetap bekerja sesuai dengan fungsinya. Sistem ini menyuplai darah yang mengandung banyak nutrisi ke lapisan miokardium (otot jantung) melalui pembuluh darah koroner lalu kembali ke pembuluh balik untuk dibawa ke bilik kanan jantung. Melalui sistem ini jantung akan mendapatkan pasokan oksigen dan nutrisi yang sangat diperlukan untuk kerja jantung agar tetap maksimal.





Sumber : Santram, 2023

Gambar 2.5 Peredaran darah kecil dan besar

## 2. Penyakit Jantung Koroner (PJK)

### a. Definisi

Menurut *American Heart Association* (AHA) Penyakit Jantung Koroner (PJK) yang biasa disebut juga sebagai Penyakit Infark Miokard Akut atau Sindrom Koroner Akut (ACS) merupakan suatu keadaan pembuluh darah arteri koroner jantung yang tersumbat akibat plak. Akibat dari penyumbatan ini dapat menyebabkan kurangnya suplai darah dan oksigen serta nutrisi yang dibutuhkan otot jantung sehingga fungsi dan kerja otot jantung dalam memompa darah tidak maksimal. Arteri yang tersumbat oleh plak juga akan menghalangi aliran darah ke otak sehingga dapat memicu penyakit lain seperti stroke, ditambah dengan pola hidup yang tidak sehat dan faktor resiko lain seperti merokok, hipertensi dan diabetes akan memperbesar peluang untuk terjadinya Penyakit Jantung Koroner (Bachrudin & Najib, 2016)

## b. Etiologi

Etiologi dari Penyakit Jantung Koroner dimulai saat pembuluh darah arteri koroner jantung yang menyempit atau tersumbat oleh plak yang menyebabkan darah beserta nutrisi di dalamnya yang sangat diperlukan oleh otot jantung untuk memompa darah tidak terdistribusi dengan baik. Saat kondisinya semakin parah, kemampuan jantung dalam proses pengambilan darah lambat laun akan menghilang, hal inilah yang dapat merusak sistem saraf jantung dan menyebabkan penghentian aliran darah (Ocha, 2020)

Faktor penyebab adanya penyakit ini dibagi menjadi 2 yaitu faktor yang dapat diubah dan faktor yang tidak dapat diubah. Faktor yang tidak dapat diubah meliputi umur, jenis kelamin serta faktor genetik sedangkan faktor yang dapat diubah seperti pola hidup sehari – hari seperti merokok, stress berlebih, obesitas akibat konsumsi makanan tinggi akan kandungan kolesterol.

## c. Patofisiologi

Patofisiologi Penyakit Jantung Koroner disebabkan oleh penyumbatan dan penyempitan pembuluh darah arteri koroner. Penyumbatan ini dapat disebabkan oleh tingginya kadar *Low Density Lipoprotein* (LDL) di pembuluh darah. Akibat dari tingginya kadar LDL ini maka lama kelamaan LDL akan menumpuk dan menyebabkan terganggunya sirkulasi darah serta dapat juga merusak pembuluh darah arteri koroner atau disebut *aterosklerosis*, keadaan ini terjadi akibat penebalan atau penyempitan pembuluh darah serta pengerasan pembuluh darah arteri koroner (Kowalak, dkk. 2011).

### 1) Iskemia

Kurangnya pasokan oksigen yang bersifat reversible merupakan ciri dari keadaan iskemia, sifat reversible pada tingkat jaringan akan menekan fungsi otot jantung. Iskemia miokardium lokal dapat disebabkan oleh tingginya kebutuhan oksigen sedangkan kapasitas dari suplai oksigennya tidak tercukupi. Iskemia biasanya terjadi hanya dalam hitungan menit dan serangannya akan mereda saat suplai oksigen jaringan sudah tercukupi. Pada keadaan ini akan terjadi perubahan aliran darah jantung yang diatur oleh sistem saraf parasimpatis dan sistem saraf simpatis, perubahan yang terjadi dapat berupa

perubahan metabolik, fungsional, hemodinamik dan elektrokardiograf yang semuanya bersifat reversible (Majid, 2017).

## 2) Angina pectoris

Angina pectoris merupakan suatu keadaan nyeri dada yang akan berlangsung dalam kisaran waktu 1 sampai 5 menit yang diikuti dengan kelainan morfologi permanen pada otot jantung. Gejala khas dari keadaan ini adalah rasa nyeri seperti ditimpa oleh benda yang sangat berat serta diikuti dengan rasa panas yang akan menjalar ke lengan, leher hingga punggung belakang. Keadaan ini dipicu oleh keadaan yang meningkatkan kerja otot jantung untuk menyuplai oksigen seperti olahraga berat, serangan ini akan terjadi secara terus menerus setiap kali adanya gangguan pada keseimbangan ketersediaan oksigen dengan kebutuhan oksigen (Hotman, 2020).

## 3) Infark miokardium

Infark miokardium merupakan serangan iskemia yang menyerang dengan durasi yang lama yaitu berkisar antara 30 sampai 45 menit, akibat dari serangan ini dapat menyebabkan kerusakan seluler yang sifatnya ireversibel serta diikuti dengan kematian otot jantung atau nekrosis. Otot jantung yang mengalami infark akan berhenti berkontraksi secara permanen dan bagian ruang jantung yang biasanya terkena infark miokardium adalah bilik kiri. Perubahan – perubahan yang disebabkan oleh infark miokardium yaitu menurunnya kontraksi otot jantung, peningkatan volume akhir sistole dan akhir diastole dari bilik jantung, gerakan dinding jantung yang tidak normal serta menurunnya daya kembang bilik jantung. (Baransyah, 2014)

## 4) Payah jantung

Keadaan ini terjadi karena berlebihannya volume darah atau tekanan darah (hipertensi) serta terdapat kelainan pada struktur organ jantung. Biasanya keadaan ini diikuti dengan kondisi penyakit jantung yang lain seperti jantung koroner. Fungsi dari bilik kiri akan menurun drastis pada keadaan ini sehingga mengakibatkan gagalnya sistem sirkulasi darah. (Nadianto, 2018)

### 3. Elektrolit

#### a. Definisi

Berdasarkan jenis muatannya, elektrolit dibagi menjadi dua, yang pertama ialah elektrolit yang bermuatan positif atau biasa disebut kation contohnya ion  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan elektrolit yang bermuatan negatif atau biasa disebut anion contohnya ion  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Keseimbangan antara kedua elektrolit yang berbeda muatan ini disebut *elektronetralitas*. Cairan tubuh juga dibagi menjadi 2 kelompok besar yaitu cairan ekstraseluler dan cairan intraseluler.

Cairan ekstraseluler merupakan cairan yang berada diluar sel – sel tubuh, cairan ini dibagi menjadi 3 yaitu cairan interstitial, cairan intravaskuler, dan cairan transeluler. Sedangkan cairan intraseluler merupakan seluruh cairan yang berada didalam sel yang ada diseluruh tubuh. Fungsi dari elektrolit adalah mendukung segala aktivitas sel dan juga jaringan, seperti otot dan saraf. Fungsi penting lain dari cairan elektrolit adalah sebagai penyeimbang cairan tubuh dan juga sebagai pemelihara fungsi organ jantung.

Homeostasis merupakan kemampuan tubuh untuk mempertahankan kondisi nya agar tetap konstan sehingga fungsi tubuh dapat berjalan dengan normal. Pemeliharaan dari kemampuan homeostasis ini sangat penting bagi kehidupan suatu individu. Fungsi utama dari keempat elektrolit mayor, yaitu natrium, kalium, klorida, dan bikarbonat adalah distribusi beberapa kompartemen cairan tubuh serta memelihara tekanan osmotik di dalam tubuh (Nair, 2015).

#### b. Natrium

Natrium memiliki nama lain Sodium dengan batas nilai normal berada di cairan ekstraseluler berikisar antara 135 – 155 mmol/L. Tekanan osmotik yang ada pada cairan ekstraseluler ditentukan oleh garam ( $\text{NaCl}$ ) dan natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), saat terjadi perubahan tekanan osmotik di cairan ekstraseluler akan menggambarkan perubahan konsentrasi natrium. Gangguan keseimbangan natrium terjadi bila kadarnya  $<135$  mmol/L yang disebut hiponatremia dan bila kadarnya  $>155$  mmol/L disebut hipernatremia.

Natrium ( $\text{Na}^+$ ) merupakan elektrolit utama (kation) dalam cairan ekstraseluler (CES), fungsi dari elektrolit ini penting untuk mengatur volume, fungsi saraf dan otot serta menjaga keseimbangan pH dan air pada cairan ekstraseluler, natrium juga dapat mempengaruhi impuls saraf dan juga kontraksi otot. Pengaturan Natrium didalam tubuh diatur oleh kelenjar adrenal yaitu oleh hormon aldosteron. Penurunan volume intravaskuler akan menyebabkan pelepasan renin sehingga mengaktifkan *Renin Angiotensin Aldosteron System* (RAAS) serta sistem saraf simpatis. Angiotensinogen diubah oleh Renin membentuk angiotensinogen I yang akan merangsang angiotensinogen II untuk mensekresi aldosteron dari korteks adrenal serta menyebabkan vasokonstriksi dan rasa haus. Ginjal akan dirangsang oleh aldosteron untuk kembali mengabsorpsi natrium serta mempertahankan homeostasis tubuh.

Natrium juga berperan sebagai aktifator untuk enzim  $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATPase}$  dan kadar natrium diatur oleh intake garam, aldosterone, dan pengeluaran urine. Kadar natrium didalam cairan intrasel hanya sekitar 6% saja sedangkan pada cairan ekstraseluler kadarnya bisa mencapai 90 – 92%, perbedaan kadar ini disebabkan karena adanya transpor aktif berupa pertukaran antara keluarnya natrium ke sel dengan masuknya kalium ke dalam sel (pompa Na, K).

#### c. Kalium

Kalium mempunyai ( $\text{K}^+$ ) merupakan elektrolit utama (kation) dalam cairan intraseluler (CIS), fungsi dari elektrolit ini sangat penting untuk pengaturan saraf dan juga kontraksi otot, kalium berperan dalam aktifator untuk enzim  $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATPase}$ , tak hanya itu, kalium juga berperan dalam mempertahankan potensial membran didalam sel. Kadar normal kalium didalam darah adalah berkisar 3,6 – 5,5 mmol/L jumlah ini merupakan refleksi kadar kalium masuk dan keluar didalam cairan intraseluler tubuh.

Kalium memiliki nama lain Potasium dan bisa didapatkan oleh tubuh melalui pencernaan dengan beberapa makanan seperti buah, sayuran dan seafood. Dalam keadaan normal konsumsi sehari – hari kalium hanya berkisar antar 60-100 mmol/L perhari. Kalium disekresi dari dalam tubuh lewat traktus gastrointestinal dengan konsentrasi <5%, sedangkan pensekresian lewat kulit

dan urine >80%. Gangguan keseimbangan kalium terjadi saat kadarnya <3,5 mmol/L yang disebut hipokalemia dan kadar kalium >5,0 mmol/L disebut hiperkalemia.

d. Gangguan Keseimbangan Elektrolit

1) Hipernatremia

Hipernatremia merupakan suatu keadaan dimana kadar natrium dalam darah >155 mmol/L menyebabkan meningkatnya osmolalitas plasma serta meningkatkan rasa haus bagi tubuh karena natrium dapat menahan dan menarik air yang ada didalam tubuh, hal ini mengakibatkan munculnya keinginan untuk minum yang akan menyebabkan penambahan volume darah akibat minum yang berlebih sehingga mendorong jantung untuk memompa lebih cepat. Selain itu peningkatan kadar natrium akan menyebabkan meningkatnya hormon antidiuretik (ADH) pada kelenjar hipofisis posterior. Peningkatan ini biasanya ditemukan pada keadaan hiperventilasi, defisit air (kehilangan air tidak diikuti hilangnya natrium), demam, cedera kepala, penurunan sekresi ADH dan diabetes insipidus (Carmenita, 2021)

2) Hiperkalemia

Hiperkalemia merupakan suatu keadaan meningkatnya kadar kalium didalam darah melebihi 5,5 mmol/L. Kalium berperan penting pada kontraksi otot jantung, saat tubuh dalam keadaan hiperkalemia akan menyebabkan kontraksi miokardium meningkat, kemudian akan muncul gejala spasme otot saat kelelahan (Jamal, F. 2023)

3) Hiponatremia

Hiponatremia merupakan suatu keadaan menurunnya atau kurangnya kadar natrium didalam darah, kadar natrium dikatakan rendah jika nilainya <135 mmol/L, hiponatremia mengakibatkan turunnya osmolaritas plasma sehingga menyebabkan osmosis kedalam cairan intrasel. Lebih parahnya jika kadar natrium terlalu rendah maka akan menyebabkan oedema sel – sel otak yang pastinya mengakibatkan gangguan neurologis, gangguan fungsi otak hingga koma. (Carmenita, 2023)

#### 4) Hipokalemia

Hipokalemia merupakan suatu keadaan rendahnya kadar kalium didalam darah, kadar kalium dikatakan rendah bila nilainya  $<3,6$  mmol/L. Saat terjadi keadaan hipokalemia miokardium jantung akan mengalami perlambatan repolarisasi bilik jantung sehingga pompa jantung tidak bekerja dengan baik yang mengakibatkan timbulnya gejala klinis aritmia. (Jamal, F, 2023).

#### 4. Pemeriksaan Elektrolit

##### a. Sampel

Sampel terbaik untuk pemeriksaan natrium dan kalium ialah serum, karena pada serum tidak mengandung faktor koagulasi sehingga tidak mempengaruhi hasil pemeriksaan natrium dan kalium. Sebelum melakukan pemeriksaan natrium dan kalium dilakukan proses presipitasi sampel, pada pemeriksaan natrium presipitasi ini berfungsi untuk mengendapkan natrium dengan bantuan Mg-uranil asetat sedangkan pada pemeriksaan kalium presipitasi dilakukan untuk mengendapkan protein dengan bantuan Asam Trikloroasetat.

##### b. Elektrolit analyzer

Alat Elektrolit Analyzer merupakan alat yang sering digunakan untuk menguji parameter pemeriksaan elektrolit seperti pada pemeriksaan natrium dan kalium. Alat ini menggunakan metode Ion Selective Electrode (ISE) dengan prinsip yang berdasarkan pada adanya potensial muatan listrik antara kedua elektrode yaitu bolam dan kalomel. Selanjutnya potensial yang dihasilkan dari kedua elektrode tersebut sesuai dengan logaritma serta aktifitas analit dalam sampel.

Metode ISE mempunyai akurasi yang baik dengan koefisien  $<1,5$  %, kalibrasi nya pun dapat dipercaya. Metode Ion Selective Electrode (ISE) dibagi menjadi 2 yaitu ISE Direct dan Indirect. Perbedaan kedua metode ini terletak pada preparasi sampelnya, ISE Direct memeriksa secara langsung pada sampel sedangkan pada ISE Indirect menggunakan sampel yang sudah diencerkan.

Prinsip pengukuran elektrolit metode ini yaitu proses yang dikenal dengan nama potensiometri. Metode ini akan mengukur tegangan yang berkembang antara permukaan di dalam dan di luar elektroda selektif ion. Alat akan menghitung kadar ion yang tidak diketahui nilainya dengan kadar ion yang telah diketahui nilainya (Yaswir, 2012)

c. Fotometer

Alat Fotometer merupakan salah satu alat yang sering digunakan pada laboratorium klinik. Alat ini mengukur kekuatan cahaya (intensitas) dari suatu larutan dengan sampel yang digunakan berupa serum atau plasma. Sinar yang melewati suatu larutan yang diperiksa akan terserap oleh senyawa – senyawa yang ada di dalam larutan tersebut. Kekuatan cahaya yang terserap tergantung dari jenis senyawa yang ada dalam suatu larutan. Semakin banyak sinar yang diserap maka akan semakin tinggi konsentrasi suatu senyawa yang ada pada suatu larutan.

Prinsip fotometer didasarkan pada hukum *Lambert-Beer* yaitu jika suatu sinar melewati larutan yang berwarna, maka sinar tersebut akan diserap untuk membentuk suatu *Absorbance*, konsentrasi suatu larutan yang diperiksa berbanding lurus dengan banyaknya *Absorbance* yang diserap. Hukum *Lambert-Beer* juga menyatakan bahwa kekuatan cahaya yang melemah ketika melewati suatu larutan untuk menyerap cahaya tergantung dari konsentrasi suatu senyawa yang ada di larutan yang diperiksa (Wahyudi, 2018)

d. Faktor Pengambilan dan Penanganan Sampel yang Mempengaruhi Pemeriksaan Elektrolit

1) Antikoagulan

Antikoagulan yang paling sering digunakan pada pemeriksaan darah lengkap adalah EDTA (Ethylenediamine Tetracetic Acid). Fungsi dari EDTA adalah mencegah agar tidak terjadi pembekuan darah dengan cara mengikat ion kalsium yang sangat penting untuk proses koagulasi darah, pengikatan ini akan menyebabkan faktor koagulasi menjadi tidak aktif, hal ini mengakibatkan tidak terjadinya proses pembekuan darah. EDTA dapat ditemukan dalam bentuk  $K_2EDTA$  (Kalium Etilena Diamina Tetraasetat) dan  $Na_2EDTA$  (Natrium Etilena Diamino Tertaasetat). Karena pada kedua



antikoagulan ini menggunakan ion natrium dan kalium dalam komposisinya, maka hal tersebut dapat menyebabkan tingginya kadar natrium dan kalium pada plasma.

Maka dari itu sampel terbaik dalam pemeriksaan natrium dan kalium adalah serum karena tidak mengandung antikoagulan didalamnya, Pada pemeriksaan natrium dan kalium dapat juga digunakan sampel plasma jika antikoagulan yang digunakan adalah heparin karena antikoagulan ini tidak mengandung ion natrium dan kalium dalam komposisinya sehingga tidak mempengaruhi hasil pemeriksaan.

## 2) Hemolisis

Hemolisis merupakan suatu keadaan pecahnya eritrosit sehingga mengakibatkan pelepasan hemoglobin dan juga senyawa lain yang ada di dalam darah termasuk kalium. Hemolisis dapat disebabkan oleh penghomogenan sampel yang terlalu kuat atau pembendungan darah yang terlalu lama. Akibat dari proses penghancuran ini akan mengakibatkan tingginya kadar kalium di dalam darah, hal ini tentunya akan mempengaruhi hasil dari pemeriksaan kalium sehingga dapat menghasilkan tingginya kadar kalium dalam serum (hiperkalemia).

## 3) Faktor penundaan

Sampel darah yang tidak segera ditangani dengan baik akan menyebabkan lisisnya sel darah merah, hal ini dapat menyebabkan pecahnya sel eritrosit. Akibat dari pecahnya eritrosit ini akan mengakibatkan keluarnya kalium dari dalam sel, hal ini akan menyebabkan hiperkalemia. Akibat dari penundaan sampel juga dapat mempengaruhi pemeriksaan natrium, karena sampel yang dibiarkan terlalu lama (terutama dalam keadaan terbuka) akan menyebabkan penurunan volume plasma (hemokonsentrasi), hal ini akan menyebabkan kadar natrium yang terukur menjadi lebih tinggi.

## 5. Hubungan Elektrolit dengan Penyakit Jantung Koroner

Fungsi dari elektrolit khususnya natrium dan kalium untuk organ jantung adalah aktifitas kelistrikan organ jantung serta untuk mengatur kontraksi miokardium jantung. Kemampuan organ jantung dalam membangkitkan impuls yang sifatnya ritmis dilakukan oleh sel saraf otonom. Ketidakseimbangan antara

natrium dan kalium akan mempengaruhi kinerja pompa natrium-kalium-ATPase yang merupakan saluran aktif yang membutuhkan ATP pada otot jantung untuk menormalkan kembali keseimbangan ion yang ada di cairan intraseluler dan cairan ekstraseluler.

Pada Penyakit Jantung Koroner terjadi penurunan kadar oksigen sehingga menyebabkan serangan iskemia pada lapisan miokardium jantung, sehingga menyebabkan turunnya konsentrasi ATP pada cairan intraseluler. Akibat dari turunnya ATP maka mengakibatkan terganggunya proses kerja pompa natrium-kalium-ATPase sehingga natrium tidak dapat dikeluarkan menuju cairan ekstraseluler (keluar sel) dan ion kalium tidak dapat dimasukkan kedalam cairan intraseluler (kedalam sel). Hasil dari kelistrikan pompa natrium-kalium-ATPase akan menaikkan kepositifan didalam sel, jika kerja pompa ini terdapat suatu kesalahan akan menyebabkan garis dasar listrik yang jauh lebih tinggi sehingga lebih mudah mencapai ambang batas.

Akibat dari kurangnya pasokan oksigen ke sel – sel otot jantung maka secara langsung akan mempengaruhi saluran natrium pada membran otot jantung, permeabilitas natrium akan meningkat dan mudah berdifusi lalu dengan mudah masuk kedalam sel. Hal ini lah akan menyebabkan otot jantung mengalami depolarisasi dan aritmia akan muncul (Fredy, 2017)

## B. Kerangka Konsep

