

## BAB II

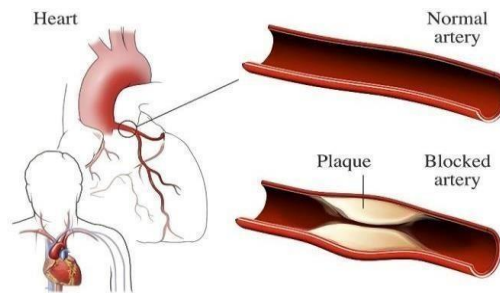
### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Umum tentang Penyakit Jantung Koroner (PJK)

##### 1. Defenisi Penyakit Jantung Koroner (PJK)

Menurut *American Heart Association* penyakit jantung koroner (PJK) merupakan serangan jantung yang terjadi akibat adanya plak di arteri jantung (Yasir, 2021). Penyakit infark miokard akut atau jantung koroner (PJK) atau Sindrom koroner akut (ACS) adalah gejala yang dikarenakan adanya atau tersumbatnya pembuluh darah arteri koroner baik sebagian/total yang berefek pada kurangnya suplai oksigen, darah, dan nutrisi ke otot jantung sehingga tidak terpenuhi dan membuat jantung tidak dapat bekerja dengan maksimal. Aliran darah yang menghalangi arteri yang menuju otak akan mengakibatkan stroke, jika tubuh sudah menua dan diperburuk oleh berbagai macam faktor resiko seperti hipertensi, kebiasaan merokok, hingga diabetes mellitus dapat membuat kemungkinan penyakit jantung koroner meningkat (Bachrudin & Najib, 2016).

Gambar 1. Penyakit jantung koroner  
(Sumber : Varia, 2022)



##### 2. Etiologi penyakit jantung koroner (PJK)

Etiologi penyakit jantung koroner yaitu terjadinya kekurangan, gangguan, serta kelainan arteri koroner. Penyempitan atau penyumbatan pembuluh darah tersebut dapat

mengalirkan darah ke otot jantung yang sering ditandai dengan nyeri. Dalam kondisi yang parah, kemampuan jantung akan pengambilan darah dapat hilang. Hal ini dapat merusak sistem pengontrol irama jantung dan berakhir dengan kematian (Hermawati, 2014).

Faktor risiko seperti umur, keturunan, jenis kelamin, pembuluh koroner anatomi, dan faktor metabolisme adalah faktor yang tidak dapat diubah. Namun, ada berbagai faktor risiko yang dapat diperbaiki, sebagian besar masyarakat tidak menyadari bahwa faktor yang meningkatkan risiko PJK mungkin disebabkan oleh kebiasaan sehari - hari yang tidak sehat, seperti makan lebih banyak dari biasanya serta mengandung kolestrol, melakukan perilaku berisiko, atau mengalami stres yang berlebihan (Anies, 2005).

Ada risiko yang terkait dengan faktor ini yang dikenal sebagai risiko besar dan kecil. Faktor risiko utama adalah hipertensi, hiperlipidemia, obesitas dan merokok, sedangkan faktor risiko minor meliputi diabetes mellitus (DM), stress, rendahnya olahraga, riwayat keluarga, usia dan jenis kelamin. Menurut D.Wang (2005) faktor peningkatan risiko penyakit jantung koroner bagi perempuan antara lain:

- a. Obesitas
  - b. Riwayat Keluarga
  - d. Diabetes Melitus
  - e. Kolesterol
  - f. Merokok
2. Epidemiologi penyakit jantung koroner

Penyakit jantung koroner timbul ketika manusia sebagai host dan penyebab kerentanan (agent) melebihi batas normal (Solihati, dkk, 2017). Jika jumlah agent lebih banyak dari host maka akan menimbulkan penyakit. Yang termasuk agent yaitu faktor gizi, faktor kimia, faktor fisik dan faktor biologis. Begitu juga, jika jumlah host lebih banyak maka akan menimbulkan penyakit. Yang termasuk host yaitu genetik, jenis kelamin, keadaan imunologis, keadaan fisiologis tubuh, rasa tau etnis penyakit sebelumnya dan perilaku (Wongkar & Yalume, 2019).

### 3. Patofisiologi penyakit jantung koroner

Perkembangan penyakit jantung koroner dimulai dari penyumbatan pembuluh darah jantung oleh plak pada pembuluh darah. Penyumbatan pembuluh darah awalnya disebabkan oleh peningkatan kadar kolesterol LDL (*low-density lipoprotein*) darah berlebihan akan menumpuk pada dinding arteri sehingga aliran darah menjadi terganggu dan juga dapat merusak pembuluh darah. Aterosklerosis merupakan suatu proses penebalan dan pengerasan arteri besar dan menengah, seperti koronaria, basilar, aorta, dan arteri iliaka. Lesi-lesi pada arteri menyumbat aliran darah ke jaringan dan organ-organ utama, yang di manifestasikan sebagai penyakit koroner arteri, infark miokard, penyakit vaskuler perifer, aneurisma, dan kecelakaan serebralvaskular (stroke) (Majid, 2017).

Patologi penyakit jantung koroner dibagi dalam beberapa tahapan, yaitu (Majid, 2017):

#### a. Iskemia

Iskemia merupakan suatu keadaan dimana jantung kekurangan pasokan oksigen yang sifatnya sementara dan reversibel. Iskemia yang bersifat sementara akan menyebabkan perubahan reversibel pada tingkat sel jaringan dan menekan fungsi miokardium. Kebutuhan akan oksigen yang melebihi kapasitas suplai oksigen oleh pembuluh yang terserang penyakit menyebabkan iskemia miokardium lokal. Pada iskemia, terjadi perubahan hemodinamika bervariasi sesuai ukuran segmen yang mengalami iskemia dan derajat respons refleksi kompensasi sistem saraf otonomi. Serangan iskemiabiasanya mereda dalam beberapa menit jika ketidakseimbangan antara suplai dan kebutuhan oksigen sudah diperbaiki. Perubahan metabolik, fungsional, hemodinamik, dan elektrokardiograf yang terjadi semuanya bersifat *reversible*.

#### b. Angina Pectoris

Angina Pectoris merupakan gejala yang disertai kelainan morfologik yang permanen pada miokardium. Gejala yang khas pada angina pectoris adalah nyeri dada seperti tertekan benda berat atau terasa panas ataupun seperti diremas. Rasa nyeri sering menjalar ke lengan kiri atas bawah bagian medial, ke leher,

daerah maksila hingga ke dagu atau punggung, tetapi jarang menjalar ke tangan kanan (Majid, 2017). Nyeri biasa berlangsung 1-5 menit dan rasa nyeri hilang bila penderita istirahat. Umumnya angina dipicu oleh aktivitas yang meningkatkan kebutuhan miokardium akan oksigen seperti latihan fisik, stress, dan udara dingin. Angina pektoris terjadi berulang-ulang, setiap kali keseimbangan antara ketersediaan oksigen dengan kebutuhan oksigen terganggu.

c. Infark miokardium

Iskemia yang berlangsung lebih dari 30-45 menit akan menyebabkan kerusakan selular yang ireversibel dan kematian otot jantung atau nekrosis. Bagian miokardium yang mengalami infark atau nekrosis akan berhenti berkontraksi secara permanen. Infark miokardium biasanya menyerang ventrikel kiri (Majid, 2017). Secara fungsional, infark miokardium akan menyebabkan perubahan-perubahan seperti pada iskemia: daya kontraksi menurun, gerakan dinding abnormal, daya kembang dinding ventrikel, pengurangan curah sekuncup, pengurangan fraksi ejeksi, peningkatan volume akhir sistolik dan akhir diastolik ventrikel, dan peningkatan tekanan akhir diastolik ventrikel kiri.

d. Payah jantung

Payah jantung disebabkan oleh adanya beban volume atau tekanan darah yang berlebihan atau adanya abnormalitas dari sebagian struktur jantung. Payah jantung kebanyakan didahului oleh kondisi penyakit lain dan akibatnya yang timbul termasuk penyakit jantung koroner. Pada kondisi payah jantung fungsi ventrikel kiri turun secara drastis sehingga mengakibatkan gagalnya sistem sirkulasi darah. Dan juga terjadi Kematian mendadak pada 50% penyakit jantung koroner yang sebelumnya tanpa diawali dengan keluhan. Tetapi 20% diantaranya adalah berdasarkan iskemia miokardium akut yang biasanya didahului dengan keluhan beberapa minggu atau beberapa hari sebelumnya (Nadianto, 2018).

4. Manifestasi klinis penyakit jantung koroner

Derajat pengecilan pada arteri koroner mempengaruhi manifestasi klinis penyakit jantung koroner (PJK). Ketika tingkat nutrisi dan oksigen berada pada

tingkat optimal, manifestasi klinis tidak terwujud. Manifestasi klinis yang indikatif biasanya muncul setelah angka pengecilan mencapai 50%. Dan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, kadar oksigen serta nutrisi miokardium. Olahraga, pikiran, makan dan pekerjaan berat lainnya dapat meningkatkan kebutuhan akan miokardium. Gejala PJK dapat berupa nyeri dada yang menyebabkan angina, ansietas, takikardi/bradikardi, sesak nafas, mual, pusing dan pingsan. Tanda dan gejala khas PJK yang disebabkan karena merokok adalah keluhan rasa tidak nyaman di dada atau nyeri dada (angina) yang berlangsung sekitar 20 menit saat istirahat atau saat aktifitas yang disertai gejala keringat, nyeri ulu hati hingga rasa terbakar (Siboro, 2021).

#### 5. Faktor resiko penyakit jantung koroner

##### a. Faktor Utama

##### 1) Hipertensi

Merupakan salah satu faktor resiko utama penyebab terjadinya penyakit jantung koroner. Komplikasi yang terjadi pada hipertensi esensial biasanya akibat perubahan struktur arteri dan arterial sistemik, terutama terjadi pada kasus-kasus yang tidak diobati. Kejadian penyakit jantung koroner pada hipertensi sering dan secara langsung berhubungan dengan tingginya tekanan darah sistolik. Komplikasi terhadap jantung hipertensi yang paling sering adalah kegagalan ventrikel kiri, penyakit jantung koroner seperti nyeri dada dan miokard infark. Kejadian penyakit jantung koroner pada hipertensi sering dan secara langsung berhubungan dengan tingginya tekanan darah sistolik (Indriani, 2021).

##### 2) Hiperkolesterolemia

Hiperkolesterolemia merupakan masalah yang cukup penting karena termasuk faktor resiko utama penyakit jantung koroner disamping hipertensi dan merokok. Faktor utama yang mempengaruhi yaitu makanan yang dikonsumsi, sedangkan faktor lainnya yaitu diet, keturunan, umur, jenis kelamin, obesitas, stress, alkohol, exercise. Beberapa parameter yang dipakai untuk mengetahui adanya resiko penyakit jantung koroner dan hubungannya dengan kadar kolesterol darah

- I. Kolesterol total  
dengan nilai rujukan normal yaitu <200 mg/dl.
  - II. LDL kolesterol  
LDL (*low Density lipoprotein*) kontrol merupakan jenis kolesterol yang bersifat buruk atau merugikan (*bad cholesterol*): karena kadar LDL yang tinggi akan menyebabkan penebalan dinding pembuluh darah. Kadar LDL kolesterol lebih tepat sebagai penunjuk untuk mengetahui resiko penyakit jantung koroner dari pada kolesterol total. Dengan nilai rujukan <130 mg/dl.
  - III. HDL kolesterol  
HDL (*High Density Lipoprotein*) kolesterol merupakan jenis kolesterol yang bersifat baik atau menguntungkan (*good cholesterol*): karena mengangkut kolesterol dari pembuluh darah kembali ke hati untuk di buang sehingga mencegah penebalan dinding pembuluh darah atau mencegah terjadinya proses arterosklerosis. Dengan nilai rujukan <45 mg/dl.
- 3) Merokok
- Pada saat ini merokok telah dimasukkan sebagai salah satu faktor resiko utama penyakit jantung koroner disamping hipertensi dan hiperkolesterolemia. Orang yang merokok > 20 batang perhari dapat mempengaruhi atau memperkuat efek dua faktor utama resiko lainnya. Apabila berhenti merokok penurunan resiko penyakit jantung koroner akan berkurang 50% pada akhir tahun pertama setelah berhenti merokok dan kembali seperti yang tidak merokok setelah berhenti merokok 10 tahun (kasron, 2018).

b. Faktor Lainnya

1) Umur

Telah dibuktikan adanya hubungan antara umur dan kematian akibat penyakit jantung koroner. Sebagian besar kasus kematian terjadi pada laki-laki umur 35- 44 tahun dan meningkat dengan bertambahnya umur.

2) Jenis kelamin

Di Amerika Serikat gejala penyakit jantung koroner sebelum umur 60 tahun didapatkan pada 1 dari 5 laki-laki dan 1 dari 17 perempuan. Ini berarti bahwa laki-laki mempunyai resiko penyakit jantung koroner 2-3 x lebih besar dari perempuan.

3) Diet

Didapatkan hubungan antara kolestrol darah dengan jumlah lemak didalam susunan makanan sehari-hari (diet). Makanan orang amerika rata-rata mengandung lemak dan cendrung tinggi.

4) Obesitas

Obesitas sering didapatkan bersama sma dengan hipertensi, DM dan hipertrigliseredemi. Resiko penyakit jantung koroner akan jelas meningkat bila berat badan mulai melebihi 20% dari berat badan ideal.

5) Stress

Keadaan stres yang cukup tinggi dapat menyebabkan meningkatnya kadar hormon epinefrin yang merangsang naiknya tekanan darah dan denyut jantung. Keadaan ini akan mempermudah kerusakan dinding pembuluh darah. Sehingga kerja jantung menjadi berat dan memicu timbulnya serangan jantung.

6) Keturunan

Riwayat keluarga yang pernah mengalami sakit jantung turut memperbesar potensi terkena penyakit jantung koroner (Kasron, 2018).

## 6. Komplikasi penyakit

Komplikasi yang dapat timbul dari penyakit jantung koroner menurut Wicaksono Saputra (2020), yaitu:

### 1) Gagal Jantung Kongestif

Gagal jantung kongestif merupakan kongesti pada sistem sirkulasi miokardium. Gagal jantung kongestif merupakan suatu keadaan dimana jantung tidak dapat memompa darah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan metabolisme jaringan.

### 2) Syok Kardiogenik

Syok kardiogenik ditandai oleh adanya gangguan fungsiventrikel kiri yang mengakibatkan gangguan berat pada perfusi jaringan dan penghantaran oksigen ke jaringan yang khas disebabkan oleh infark miokardium.

### 3) Edema Paru

Edema paru adalah timbunan cairan abnormal pada paru baik di rongga interstisial maupun dalam alveoli. Karena adanya timbunan cairan, paru menjadi kaku dan tidak dapat mengembang serta udara tidak dapat masuk akibatnya terjadi hipoksia berat.

### 4) Pericarditis Akut

Pericarditis akut adalah penyakit yang biasa di sebut dengan peradangan pada pericardium yang bersifat jinak dan terbatas sendiri dan dapat terjadi manifestasi dari penyakit sistemik. Efek yang ditimbulkan dari pericarditis adalah efusi pri kardinal yang memicu tamponade jantung.



## 7. Pemeriksaan penyakit jantung koroner

### 1) Pemeriksaan Penunjang

#### a. Elektrokardiogram

Elektrokardiogram (EKG) merupakan pemeriksaan penunjang awal yang selalu akan dilakukan pada pasien dengan kecurigaan PJK. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menempelkan elektroda-elektroda tertentu di pergelangan tangan, kaki, dan dinding dada. Melalui pemeriksaan ini kita akan memperoleh gambaran aktivitas listrik jantung yang direkam dipermukaan tubuh.

#### b. *Treadmill test* atau *Exercise stress testing*

Hasil *Treadmill test* secara garis besar dapat di bagi dua yaitu positif atau negative. Apabila waktu *exercise* pasien mengeluh nyeri dada kiri atau sesak disertai tanda iskemik pada EKG (ST- segmen depresi atau elevasi), maka pasien ini disebut *treadmill test* positif, artinya pada waktu jantung dipacu atau diberi beban terjadi kekurangan suplai darah ke otot jantung. Makin cepat timbul nyeri dada atau perubahan EKG pada waktu *exercise*, maka makin berat iskemia miokard yang dideritanya. Namun apabila pasien bisa mencapai target yang ditentukan tanpa ada keluhan dan tidak terjadi perubahan EKG, maka pasien golongan ini disebut *Treadmill* negatif. Sama seperti EKG, *Treadmilltest* memberi informasi mengenai berat ringannya iskemia namun tidak mampu mendeteksi secara tepat cabang arteri koroner dan segmen yang mana serta persentasi penyempitan yang terjadi.

#### c. Ekokardiografi

Ekokardiografi adalah suatu prosedur yang menggunakan gelombang suara ultra untuk menilai struktur dan fungsi jantung. Ekokardiografi dapat mengvisualisasi secara langsung struktur jantung. Dengan menilai pergerakan dinding jantung, Ekokardiografi dapat memprediksi adanya gangguan aliran darah di arteri koroner tertentu. Ekokardiografi sangat berguna untuk menilai berat ringannya penyakit. Fungsi jantung yang dinilai dari *ejection fraction* (EF), apabila menurun misalnya 30% (normal

>60%), maka dapat diprediksi bahwa pasien ini memiliki penyakit PJK yang berat dengan prognosis jelek.

d. *Angiografi Koroner (Kateterisasi jantung)*

Angiografi koroner adalah suatu cara dengan menggunakan sinar X dan kontras yang disuntikan kedalam arteri koroner untuk melihat apakah ada penyempitan pada arteri koroner. Hasil kateterisasi jantung pada umumnya dapat di bagi menjadi empat: pertama adalah arteri koronaria normal atau ada penyempitan yang tidak bermakna. Pasien golongan ini biasanya tidak dilakukan intervensi lebih lanjut. Yang kedua adalah ditemukan penyempitan arteri koroner yang cukup bermakna yaitu penyempitan diatas 70%, dan yang struktur anatominya cocok untuk dilebarkan dengan angioplasty ditambah stenting (*Percutaneous Coronary Intervention=PCI*). Yang ketiga adalah ditemukan penyempitan yang bermakna namun tidak memungkinkan dilakukan angioplasty, akan tetapi cocok dilakukan operasi bypass. Yang keempat adalah ditemukannya penyempitan berat dimana mana yang tidak cocok untuk dilakukan PCI atau operasi bypass. Pasien golongan ini hanya diberi obat-obatan dan sebagai tindakan alternatif adalah pengobatan dengan EECp.

e. *Multi-Slice Computed Tomography Scanning (MSCT)*

*Multi-Slice Computed Tomography Scanning* mampu menghasilkan 64 slice dalam satu kali pergerakan pasien dalam waktu <1 detik, sehingga arteri koroner setelah diberi kontras secara intravenous, dapat divisualisasikan tanpa terganggu oleh pergerakan jantung. Teknik ini juga dapat memberi skor kalsifikasi koroner, analisis fungsi jantung, penggambaran katup jantung, evaluasi aorta dan atreri pulmonalis.

f. *Cardiac Magnetic Resonance Imaging (Cardiac MRI)*

*Cardiac Magnetic Resonance Imaging* mampu mendeteksi plak atheroma pada arteri koroner, namun kurang sensitif dibandingkan MSCT atau kateterisasi jantung. Juga tidak mampu memberikan hasil yang baik pada arteri koroner bagian distal yang agak kecil.

g. *Radionuclear Medicine*

Teknik *Radionuclear Medicine* dipergunakan terutama untuk menilai fungsi jantung dan viabilitas (kemungkinan untuk hidup) dari miokard terutama pada pasien penyakit jantung koroner (PJK), agar dapat menentukan pasien yang mana cocok untuk dilakukan angioplasty atau operasi bypass, serta sebagai dasar penentuan stratifikasi risiko dan prognosis. (Kabo Peter, 2014).

2) Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan laboratorium seperti creatin kinase (CK), CK-MB, troponin, SGOT atau LDH. Enzim tersebut akan meningkat kadarnya pada infark jantung akut sedangkan pada angina kadarnya masih normal. Pada pemeriksaan Troponin I terjadi peningkatan kadar dalam 2-8 jam, puncak 10-24 jam dan terjadi penurunan kadar pada hari ke 7. Troponin I sangat spesifik terhadap jaringan miokard, tidak terdeteksi dalam darah orang sehat dan menunjukkan peningkatan yang tinggi di atas batas atas pada pasien yang menderita penyakit jantung koroner. Pemeriksaan lipid darah seperti kolesterol, HDL, LDL, trigliserida dan pemeriksaan glukosa darah perlu dilakukan untuk mencari faktor risiko seperti hiperlipidemia dan diabetes mellitus (Kabo Peter, 2014). Dan untuk pemeriksaan elektrolit digunakan untuk mendeteksi listrik jantung.

8. Pencegahan Penyakit jantung koroner

Proses terjadinya PJK yang cukup panjang sesungguhnya tersedia cukup waktu untuk mencegah dan mengendalikannya. Beberapa langkah pencegahan penyakit jantung koroner adalah:

- a) Melakukan diet rendah garam dan kolestrol
- b) Olahraga secara teratur
- c) Menghindari obesitas
- d) Mengurangi stress
- e) Tidak merokok atau berhenti merokok (Agustin, 2017).

## B. Tinjauan Umum Elektrolit Darah

### 1. Defenisi elektrolit Darah

Elektrolit adalah senyawa di dalam larutan yang di sebut kation bermuatan positif dan anion bermuatan negatif. Keseimbangan keduanya disebut sebagai elektronetralitas. Elektrolit dalam cairan tubuh dapat berupa kation misalnya  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan berupa anion misalnya  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Pada cairan ekstraseluler kation utama adalah  $\text{Na}^+$  dan anion utama adalah  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{HCO}_3^-$ , sedangkan pada cairan intraseluler kation utama adalah  $\text{K}^+$ . Sebagian besar proses metabolisme memerlukan elektrolit. Konsentrasi elektrolit yang tidak normal Dapat Menyebabkan Banyak Gangguan (Pranata, 2013).

Tabel 1. Kadar elektrolit dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler

	Plasma (mEq/L)	ran Intersial (mEq/L)	Cairan Intraseluler (mEq/L)
$\text{Na}^+$	140	148	13
$\text{K}^+$	4,5	5,0	140
$\text{Ca}^{+2}$	5,0	4,0	$1 \times 10^{-7}$
$\text{Mg}^{+2}$	1,7	1,5	7,0
Cr	104	115	3,0
$\text{HCO}^-$	24	27	10
$\text{SO}_4^{+2}$	1,0	1,2	-
$\text{PO}_4^-$	2,0	2,3	107
Protein	15	8	40
Anion Organik	5,0	5,0	-

### 2. Jenis elektrolit

#### a) Natrium

Natrium merupakan salah satu mineral yang banyak terdapat pada cairan elektrolit ekstraselular, jumlahnya bisa mencapai 60 mEq perkilogram berat badan yang mempunyai efek menahan air yang memiliki fungsi untuk mempertahankan cairan dalam tubuh, mengaktifkan enzim, sebagai konduksi impuls saraf dan sebagian kecil (sekitar 10-14 mmol/L) berada didalam intrasel. Jumlah natrium dalam tubuh merupakan gambaran keseimbangan antara natrium yang masuk dan natrium yang dikeluarkan. Pemasukan natrium yang

berasal dari diet melalui epitel mukosa saluran cerna dengan proses difusi dan pengeluarannya melalui ginjal atau saluran cerna atau keringat di kulit. Pemasukan dan pengeluaran natrium perhari mencapai 48-144 mmol/L. Nilai normal natrium serum adalah 136-145 mmol/L. Berkurangnya natrium dalam tubuh (hiponatremia) secara akut menimbulkan gejala-gejala hipovolemia, syok dan kelainan jantung terkait seperti takikardi. Keadaan yang lebih kronis, hiponatremia menyebabkan kelainan susunan syaraf pusat seperti kebingungan dan kelainan mental. Konsentrasi natrium yang tinggi (hipernatremia), osmolalitas plasma meningkat, merangsang pusat haus dan menyebabkan peningkatan hormon antidiuretik (ADH) oleh kelenjar hipofisis posterior. Peningkatan natrium dapat ditemui pada kondisi hiperventilasi, cedera kepala, demam, diabetes insipidus, penurunan sekresi ADH, dan ketidakmampuan ginjal berespon terhadap ADH (Harjoeno, 2007).

b) Kalium

Kalium merupakan kation utama dalam sel dan kebutuhan tubuh yang berada di dalam cairan intrasel yang berfungsi memelihara keseimbangan osmotik dalam sel, meregulasikan aktifitas otot, enzim dan keseimbangan asam basa. Nilai normal kalium adalah 3,5 – 5,5 mmol/L. Jumlah kalium dalam tubuh merupakan cermin keseimbangan kalium yang masuk dan keluar. Pemasukan kalium melalui saluran cerna tergantung dari jumlah dan jenis makanan. Orang dewasa pada keadaan normal mengkonsumsi 60-100 mmol/L kalium perhari (hampir sama dengan konsumsi natrium). Kalium difiltrasi di glomerulus, sebagian besar (70-80%) direabsorpsi secara aktif maupun pasif di tubulus proksimal dan direabsorpsi bersama dengan natrium dan klorida di lengkung henle. Kalium dikeluarkan dari tubuh melalui traktus gastrointestinal kurang dari 5%, kulit dan urine mencapai 90%. Gangguan keseimbangan pada kalium, bila kadar kurang dari 3,5 mmol/L disebut hipokalemia dan kadar kalium lebih dari 5,0 mmol/L disebut hiperkalemia. Baik hipokalemia maupun hiperkalemia menyebabkan kelemahan otot dan hilangnya refleks tendon dalam gangguan motilitas saluran cerna dan kelainan mental. Akibat yang mematikan adalah paralisis otot pernafasan dan henti jantung, karena pemeriksaan klinis saja tidak

dapat mendiagnosis dengan pasti adanya hipokalemia atau hiperkalemia, pengobatan harus didasarkan pada pengukuran kalium serum yang akurat.

c) Klorida

Klorida merupakan anion utama dalam cairan ekstrasel pemeriksaan konsentrasi klorida dalam plasma berguna sebagai diagnosis banding pada gangguan keseimbangan asam basa. Konsentrasi klorida lebih tinggi dibandingkan anak-anak atau dewasa. Nilai normal klorida adalah 96 -108 mmol/L. Keseimbangan antara klorida yang masuk tergantung dari jumlah dan jenis makanan. Kandungan klorida dalam makanan sama dengan natrium orang dewasa pada keadaan normal rerata mengkonsumsi 50-200 mmol/L klorida perhari, dan ekresi klorida bersama feses sekitar 1-2 mmol/L perhari. Gangguan keseimbangan pada klorida penyebab hipoklorinemia terjadi jika pengeluaran klorida melebihi pemasukan. Penyebab hipoklorinemia umumnya sama dengan hiponatremia. Hiperklorinemia terjadi jika pemasukan melebihi pengeluaran pada gangguan mekanisme homeostasis dari klorida. Penyebab hiperklorinemia sama dengan hipernatremia. Hiperklorinemia dapat dijumpai pada kasus dehidrasi, asidosis tubular ginjal, gagal ginjal akut, asidosis metabolik yang disebabkan karena diare yang lama dan kehilangan natrium bikarbonat. Asidosis hiperklorinemia dapat menjadi pertanda pada gangguan tubulus ginjal yang luas (Khairunisa, 2022).

3. Fungsi Elektrolit

a) Fungsi Natrium

Fungsi natrium adalah memelihara tekanan osmotik cairan ekstraselular dan berhubungan dengan cairan tubuh serta membantu fungsi neuromuskuler. Natrium juga membantu memelihara keseimbangan asam-basa.

b) Fungsi Kalium

Fungsi kalium adalah memelihara keseimbangan osmotik dalam sel, mengatur aktifitas otot, enzim dan keseimbangan asam basa. Kalium merupakan kation utama dalam sel.

c) Fungsi Klorida

Fungsi klorida adalah membantu regulasi volume darah, tekanan arteri dan keseimbangan asam basa (asidosis - alkalosis). Klorida jarang diperiksa tersendiri tetapi biasanya bersamaan dengan elektrolit lain (Putra, 2017).

3. Metode Pemeriksaan Elektrolit

Beberapa metode pemeriksaan elektrolit darah diantaranya adalah sebagai berikut :

a) Metode *Flame Emission Spectrophotometry*

Penggunaan spektrofotometer emisi nyala di laboratorium berlangsung tidak lama, selanjutnya penggunaannya dikombinasi dengan elektrokimia untuk mempertahankan penggunaan dan keamanan prosedurnya. Prinsip pemeriksaan spektrofotometer emisi nyala adalah sampel diencerkan dengan cairan pengencer yang berisi litium atau cesium, kemudian dihisap dan dibakar pada nyala gas propan. Ion natrium, kalium, litium, atau sesium bila mengalami pemanasan akan memancarkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu (natrium berwarna kuning dengan panjang gelombang 589 nm, kalium berwarna ungu dengan panjang gelombang 768 nm, litium 671 nm, sesium 825 nm). Pancaran cahaya akibat pemanasan ion dipisahkan dengan filter dan dibawa ke detektor sinar (Klutts & Scott, 2006).

b) Metode *Ion Selective Elektrode (ISE)*

Pemeriksaan kadar natrium, kalium, dan klorida dengan metode elektroda ion selektif (*Ion Selective Electrode/ISE*) adalah yang paling sering digunakan. Data dari *College of American Pathologists (CAP)* pada 5400 laboratorium yang memeriksa natrium dan kalium, lebih dari 99% menggunakan metode ISE (Khandpur, 2020). Metode ISE (*Ion Selective Electrode*) prinsip pemeriksaannya didasarkan pada adanya potensial muatan listrik yang diantara kedua elektrode (bolam, kalomel). Kemudian potensial yang terbentuk sesuai dengan logaritma serta aktifitas analit dalam sample. Jalur elektrik diantara referens dan ISE dilengkapi dengan empat *referens elektrode* yang mengandung elektrik kalolel

dan larutan saltbridge. Potensio dari electrode Na, K, Cl diukur berturut-turut terhadap elektrode referens oleh elektrometer impedans tinggi. Konsentrasi ion yang diukur dihitung dari potensial electrode dengan menggunakan persamaan Nernst.

Metode ISE mempunyai akurasi yang baik, koefisien variasi kurang dari 1,5%, kalibrator dapat dipercaya dan mempunyai program pemantapan mutu yang baik ISE ada dua macam yaitu ISE direk dan ISE indirek. ISE direk memeriksa secara langsung pada sampel plasma, serum dan darah utuh. Metode inilah yang umumnya digunakan pada laboratorium gawat darurat. Metode ISE indirek yang 12 dikembangkan lebihdulu dalam sejarah teknologi ISE, yaitu memeriksa sampel yang sudah diencerkan (Yaswir & Ferawati, 2012).

Prinsip pengukurannya, Pada dasarnya alat yang menggunakan metode ISE untuk menghitung kadar ion sampel dengan membandingkan kadar ion yang tidak diketahui nilainya dengan kadar ion yang diketahui nilainya. Membran ion selektif pada alat mengalami reaksi dengan elektrolit sampel. Membran merupakan penukar ion, bereaksi terhadap perubahan listrik ion sehingga menyebabkan perubahan potensial membran. Perubahan potensial membran ini diukur, dihitung menggunakan persamaan Nerst, hasilnya kemudiandihubungkan dengan amplifier dan ditampilkan oleh alat (Scott,dkk, 2006).



Gambar 2. Alat Elektrolit Analyzer  
(Sumber : Data Primer, 2023)



c) Metode Spektrofotometer atom serapan (*Atomic Absorption Spectrophotometry / AAS*)

Prinsip pemeriksaan dengan spektrofotometer atom serapan adalah teknik emisi dengan elemen pada sampel mendapat sinar dari hollow cathode dan cahaya yang ditimbulkan diukur sebagai level energi yang paling rendah. Elemen yang mendapat sinar dalam bentuk ikatan kimia (atom) dan ditempatkan pada ground state (atom netral). Metode spektrofotometer atom serapan mempunyai sensitivitas spesifisitas yang lebih tinggi dibandingkan metode spektrofotometer nyala emisi (Klutts & Scott, 2006).

### **C. Tinjauan Umum Hubungan Elektrolit dan Penyakit Jantung Koroner**

Natrium dan kalium mempunyai fungsi pada jantung sebagai bagian dari aktifitas listrik jantung dan kontraksi otot jantung. Jantung mempunyai kemampuan otoritmisitas, yaitu membangkitkan sendiri impuls listrik yang bersifat ritmis yang dilakukan oleh sel pacu jantung. Sedangkan klorida tidak berperan secara langsung terhadap aktivitas kelistrikan jantung tetapi ion klorida berikatan dan berada dalam kesetimbangan valensi dengan ion natrium. Ketidakseimbang kalium dan natrium akan mempengaruhi kinerja pompa natrium- kalium-ATPase yang merupakan saluran aktif yang membutuhkan ATP, terletak di membran sel-sel tubuh termasuk otot jantung, dan berfungsi untuk mengembalikan kesetimbangan konsentrasi ion-ion antara intraseluler dan ekstraseluler. Pasokan oksigen pada keadaan sindrom koroner akut mengalami penurunan dan menimbulkan iskemi pada sel-sel otot jantung, yang kemudian akan menyebabkan penurunan konsentrasi ATP intraseluler. Penurunan ATP tersebut akan mengganggu kerja pompa natrium-kalium-ATPase sehingga ion natrium tidak dapat dipompa keluar sel dan ion kalium tidak dapat dimasukkan ke dalam sel. Netto dari gradien kelistrikan hasil kerja pompa natrium-kalium-ATPase adalah meningkatkan kepositifan didalam sel, sehingga apabila kerja pompa tersebut mengalami gangguan, maka bagian dalam sel menjadi lebih positif dengan garis dasar listrik yang lebih tinggi sehingga lebih mudah mencapai ambang batas. Efek iskemia pada sel otot jantung juga akan mempengaruhi saluran natrium pada membran sel otot jantung secara langsung,

menyebabkan permeabilitas terhadap natrium meningkat sehingga natrium lebih mudah berdifusi ke dalam sel. Hal tersebut mengakibatkan sel-sel otot jantung lebih mudah mengalami depolarisasi mengakibatkan gelombang aritmia lebih mudah untuk timbul (Fredy, 2019).