

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Jantung Koroner

2.1.1 Definisi Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner (PJK) ialah penyakit jantung akibat perubahan obstruktif pada pembuluh darah koroner yang menyebabkan fungsi jantung menjadi terganggu. Penyebab utama dari Penyakit Jantung Koroner tersebut adalah proses aterosklerosis, dimana prosesnya sudah mulai sejak saat lahir dan merupakan suatu proses yang progresif dengan terbentuknya *plaque* pada dinding arteri dan menyebabkan sirkulasi koroner menjadi terganggu. Gangguan pada aliran darah koroner mengakibatkan ketidakseimbangan antara penyediaan oksigen dalam darah dengan kebutuhan miokard sehingga dapat menimbulkan gejala-gejala klinik. ²

2.1.2 Sirkulasi Koroner

Sirkulasi koroner meliputi seluruh permukaan jantung, membawa oksigen dan nutrisi ke miokardium melalui cabang-cabang intramiokardial yang ukurannya kecil-kecil.³

Arteria koronaria adalah cabang pertama dari sirkulasi sistemik. Muara dari arteria koronaria terdapat di sinus valsava dalam aorta, tepat di atas katup aorta. Sirkulasi koroner terdiri dari arteria koronaria kanan dan kiri.

Arteria koronaria kiri mempunyai dua cabang besar, yaitu arteria desenden anterior kiri dan arteria sirkumfleksa kiri. Arteria desenden anterior kiri membentuk percabangan septum yang memasok dua pertiga bagian anterior septum, dan

cabang-cabang diagonal yang berjalan di atas permukaan anterolateral dari ventrikel kiri, permukaan posterolateral dari ventrikel kiri mendapatkan aliran darah oleh cabang-cabang marginal dari arteria sirkumfleksa.

Arteria koronaria dekstra memberikan aliran darah ke atrium kanan, ventrikel kanan dan dinding inferior ventrikel kiri. Arteria sirkumfleksa sinistra memberikan aliran darah pada atrium kiri dan dinding posterolateral ventrikel kiri. Arteria desenden anterior kiri memberikan darah ke dinding depan ventrikel kiri yang masif.³

2.1.3 Patogenesis

Aterosklerosis pembuluh koroner merupakan penyebab penyakit arteri koronaria yang paling sering ditemukan. Aterosklerosis menyebabkan penimbunan lipid dan jaringan fibrosa dalam arteri koronaria, yang dapat mempersempit lumen pembuluh darah. Apabila lumen menyempit maka resistensi terhadap aliran darah akan meningkat dan membahayakan aliran darah miokardium. Bila penyakit ini menjadi semakin berat, maka penyempitan lumen tersebut akan diikuti perubahan pembuluh darah yang mengurangi kemampuannya untuk melebar. Sehingga kebutuhan oksigen menjadi tidak stabil dan akan membahayakan miokardium yang terletak di sebelah distal dari daerah lesi.⁴

Aterosklerosis pada arteri besar dan kecil ditandai dengan penimbunan endapan dari lemak, trombosit, neutrofil, monosit, dan makrofag di seluruh kedalaman tunika intima dan akhirnya ke tunika media.⁵

Tahun 1976, Russel Ross mengemukakan aterosklerosis bukan merupakan suatu proses degeneratif, tetapi merupakan proses inflamasi kronik yang diikuti oleh suatu proses reparasi di dinding arteri. Teori inilah yang mendasari hipotesis *response to injury* yang dipublikasikan olehnya.⁶

Ketidakseimbangan antara penyediaan dan kebutuhan oksigen menyebabkan Penyakit Jantung Koroner atau infark miokardium. Terdapat suatu keseimbangan antara penyediaan dan kebutuhan oksigen miokardium. Berkurangnya penyediaan oksigen atau meningkatnya kebutuhan oksigen ini dapat mengganggu keseimbangan dan membahayakan fungsi miokardium. Penyediaan oksigen juga akan meningkat apabila kebutuhan oksigen meningkat maka, sehingga aliran pembuluh koroner harus ditingkatkan, karena ekstraksi oksigen miokardium dari darah arteri mencapai maksimal pada keadaan istirahat.

Rangsangan yang paling kuat untuk mendilatasi arteria koronaria dan meningkatkan aliran pembuluh darah koroner adalah hipoksia jaringan lokal. Pembuluh koroner normal dapat melebar dan meningkatkan aliran darah sekitar lima sampai enam kali diatas tingkat istirahat. Tetapi, pembuluh darah yang mengalami stenosis atau gangguan tidak dapat melebar, sehingga terjadi kekurangan oksigen apabila kebutuhan oksigen meningkat melebihi kapasitas pembuluh untuk meningkatkan aliran. Iskemi adalah kekurangan oksigen yang bersifat sementara dan reversible. Iskemi yang lama akan menyebabkan kematian otot atau nekrosis. Nekrosis miokardium secara klinis dikenal dengan nama infark miokardium.⁷

Tiga tahap proses aterosklerosis yang dapat dijumpai pada penderita, antara lain :

1) Tahap I (Lapisan berlemak / *fatty streak*)

Intima arteri di infiltrasi oleh lipid dan terdapat fibrosis yang minimal. Lapisan berlemak yang memanjang atau berkerut-kerut terdapat pada permukaan sel otot polos dan berwarna agak kekuning-kuningan dan belum atau sedikit menyebabkan penyumbatan dari arteria koronaria. Kelainan ini sudah bisa

dijumpai pada aorta bayi yang baru lahir dan akan dijumpai dalam jumlah yang lebih banyak pada anak-anak berumur 8-10 tahun pada aterosklerosis aorta di negara-negara barat. Lapisan berlemak pada arteri koronaria mulai terlihat pada umur 15 dan jumlahnya akan bertambah sampai pada dekade ke-3 dari umur manusia.^{2,8}

Sel endothelial yang dilapisi oleh lapisan berlemak ini akan memberikan gambaran histologi dan fungsi yang abnormal. Lapisan berlemak biasanya berkembang pada lokasi dimana terjadi sel endothel yang luka, sehingga menyebabkan molekul-molekul besar seperti LDL yang dapat masuk ke dalam jaringan subendothelium, maka akan terjebak dan akan tetap berada di dalam jaringan subendothelium, hal ini akan disebabkan karena terikatnya LDL dengan glikominoglikan. LDL yang bebas di sel endothelial, yang merupakan inhibisi dari arteriosklerosis. Modifikasi LDL ini akan mengalami tiga proses yang penting yaitu mereka akan dimakan oleh monosit menjadi makrofag, makrofag ini akan menetap pada jaringan subendothelium dan modifikasi LDL ini akan membantu sel mengambil lipid dalam jumlah yang besar.⁹

2) Tahap II (*Fibrous plaque*)

Lapisan berlemak ini menjadi satu dan membentuk lapisan yang lebih tebal yang terbuat dari lemak atau jaringan ikat. Plak tersebut kemudian mengalami perkapuran. Tahap ini sering dijumpai mulai umur 25 tahun di aorta dan arteri koronaria di negara-negara yang berinsiden tinggi dari aterosklerosis. Plak ini berwarna keputihan, karena mengandung fibrous yang agak tebal dan

dapat menonjol ke dalam lumen, dan menyebabkan penyumbatan parsial dan arteri koronaria.

Salah satu penyebab terjadinya perubahan dari lapisan berlemak ke lesi fibrotik adalah adanya lesi fokal yaitu hilangnya jaringan endothelial yang melapisi jaringan berlemak. Hilangnya lapisan ini disebabkan karena adanya peregangan dari sel-sel yang mengalami gangguan fungsi pada deformasi dinding arteri atau karena toksin. Pada lokasi sel yang hilang ini, platelet akan melekat dan akan terjadi pengeluaran faktor-faktor yang akan menyebabkan perkembangan dari lesi.

3) Tahap III (Plak yang mengalami komplikasi)

Tahap ke-III ini terdapat dalam jumlah banyak dengan meningkatnya umur. Bagian dari inti plak yang mengalami komplikasi ini akan bertambah besar dan dapat mengalami perkapuran. Ulserasi dan perdarahan menyebabkan trombosis, pembentukan aneurisma, dan diseksi dari dinding pembuluh darah yang menimbulkan gejala penyakit.^{2,8}

Faktor-faktor yang menyebabkan pecahnya plak adalah adanya aliran turbulensi atau mekanisme stress peregangan, perdarahan intraplak karena rupturnya vasa vasorum, peningkatan stress pada dinding sirkumferensial dinding arteri pada penutup fibrotik karena adanya penimbunan lipid, dan adanya pengeluaran enzim-enzim yang dikeluarkan oleh makrofag untuk memecah matriks. Selain pecahnya plak, proses-proses yang lain juga akan mengikuti, seperti trombosis, adesi platelet, agregasi platelet dan koagulasi juga akan terjadi.

Pecahnya plak juga akan menyebabkan gejala klinik, karena pecahan-pecahan plak akan berjalan bersama aliran darah dan menyumbat pembuluh darah distal yang ukurannya lebih kecil. Jika pecahnya sangat besar maka akan memungkinkan untuk menyumbat pembuluh darah besar.⁹

Terhalang atau tersumbatnya pembuluh arteri dapat disebabkan oleh pengendapan kalsium, kolesterol lemak dan bahan-bahan lainnya, yang dikenal sebagai plak. Dalam periode tersebut deposit ini tertimbun secara perlahan-lahan yang akhirnya diameter di arteri koroner yang masih dapat dilalui darah makin lama makin sempit, sampai pembuluh tersebut tidak dapat dilewati darah sesuai dengan kebutuhan otot jantung. Terhalangnya aliran darah tersebut disebut sebagai *fixed blockage*.¹⁰

2.1.4 Faktor-faktor risiko

Aterosklerosis bukan merupakan akibat proses penuaan saja, timbulnya aterosklerosis bahkan dapat terjadi sejak masa kanak-kanak yang merupakan fenomena alamiah dan tidak selalu harus menjadi lesi aterosklerotik. Telah ditemukan beberapa faktor risiko yang meningkatkan kerentanan terhadap terjadinya aterosklerosis pada individu tertentu. Faktor risiko itu sendiri diyakini meningkatkan risiko timbulnya penyakit.

Faktor-faktor risiko Penyakit jantung koroner menurut *American Heart Association (AHA)* dan *National Cholesterol Education Program (NCEP)* adalah:

- 1) Faktor risiko lipida, yaitu kadar kolesterol dan trigliserida dalam darah. Karena pentingnya sifat-sifat substansi ini dalam mendorong timbulnya plak di arteri koroner, maka disebut faktor risiko utama atau fundamental

- 2) Faktor risiko non-lipida, yang terdiri dari hipertensi, diabetes melitus, merokok, stres, kegemukan atau kurang aktivitas.
- 3) Faktor risiko alami, terdiri dari keturunan, jenis kelamin dan usia.¹⁰

2.1.5 Gejala Klinis

Gejala umum dari penyakit jantung koroner adalah angina. Angina itu sendiri adalah nyeri atau ketidaknyamanan di dada jika pada daerah otot jantung tidak mendapatkan cukup darah yang kaya oksigen. Angina terasa seperti tertekan atau seperti diremas di daerah dada, tetapi dapat juga dirasakan di bahu, lengan leher, rahang atau punggung. Nyeri juga cenderung memburuk saat aktivitas dan hilang saat istirahat. Stress emosional juga dapat memicu rasa sakit.

Gejala umum lainnya adalah sesak napas. Gejala ini terjadi jika penyakit jantung koroner menyebabkan gagal jantung. Apabila memiliki gagal jantung, jantung tidak dapat memompa cukup darah untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Sehingga terbentuk cairan didalam paru-paru yang dapat menyebabkan sulit bernafas.

Gejala lain dari penyakit jantung koroner yang dapat membantu diagnosis pada penyakit ini, antara lain seseorang yang memiliki serangan jantung, gagal jantung atau aritmia (detak jantung yang tidak teratur).¹⁸ Tetapi beberapa orang yang memiliki penyakit jantung koroner ini mereka biasanya tidak memiliki tanda-tanda atau gejala, kondisi ini disebut "*Silent Coronary Heart Disease*".

2.1.6 Diagnosis

Banyak jenis penyakit jantung dan pembuluh darah sekarang ini, diantaranya yang

sering dijumpai adalah penyakit jantung koroner, gagal jantung, penyakit jantung bawaan, penyakit jantung rematik, hipertensi dan lain-lain. Untuk mengetahui penyakit tersebut maka dilakukan pengumpulan keterangan dan pemeriksaan.¹⁰

Pengumpulan keterangan dilakukan melalui anamnesa (wawancara), pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan penunjang. Awal mula anamnesis mulai dari keluhan sampai semua hal yang berkaitan dengan Penyakit jantung koroner ini. Keluhan yang terpenting adalah nyeri dada. Seperti apakah nyerinya, kapan dirasakan, berapa lama, di dada sebelah mana, dan apakah menjalar atau tidak.¹⁰ Setelah itu mengumpulkan keterangan semua penyakit jantung koroner, seperti merokok, menderita penyakit darah tinggi atau penyakit gula (diabetes), kadar kolesterol dalam darah, riwayat keluarga yang menderita penyakit ini dan faktor-faktor resiko lainnya. Lalu melakukan pemeriksaan fisik untuk mengetahui kelainan jantung lain yang mungkin ada. Hal ini dilakukan dengan menggunakan stetoskop.⁷

Pemeriksaan penunjang pada penyakit jantung koroner dibagi menjadi tes *non-invasive* dan *invasive*. Tes *non-invasive* yaitu melakukan tes tanpa memasukkan alat ke dalam tubuh atau melukai tubuh, seperti tes tekanan darah, mendengarkan laju, irama jantung dan suara nafas, pemeriksaan dan tes darah, EKG, dan lain-lain. Sedangkan tes *invasive* yaitu dengan cara penetrasi kedalam tubuh, contohnya kateterisasi jantung.⁷

2.2 Coronary Artery Bypass Graft Surgery (CABG)

2.2.1 Definisi Coronary Artery Bypass Graft

Coronary Artery Bypass Surgery atau *Coronary Arteri Bypass Graft Surgery* atau *Coronary Artery Bypass Grafting (CABG)* merupakan suatu prosedur pembedahan yang bertujuan untuk menghilangkan suatu angina dan menurunkan risiko kematian akibat penyakit jantung koroner atau *Coronary Artery Disease*. CABG pertama kali dilakukan pada tanggal 2 Mei 1960 di Albert Einstein College of Medicine-Bronx Municipal Hospital Center oleh tim medis yang dipimpin oleh dr. Robert Goetz. Pada operasi ini pembuluh darah arteri atau vena dari bagian tubuh lainnya di cangkokkan ke arteri koronaria pada daerah penyumbatan yang terjadi sehingga meningkatkan sirkulasi darah di arteria koronari yang menuju ke otot jantung (*myocardium*). Pembedahan ini biasanya dilakukan dengan cara menghentikan jantung, oleh karena itu perlu menggunakan alat *Cardiopulmonary Bypass (CPB)*. Namun terdapat juga teknik lain dalam melakukan operasi CABG pada jantung yang masih berdenyut yang dinamakan pembedahan “*off-pump*”.¹¹

2.2.2 Komplikasi Coronary Artery Bypass Graft

Komplikasi yang didapat pada pasien tergantung dari kondisi pasien itu sendiri, komplikasi itu diantaranya :

- 1) *Infeksi* atau *sepsis*
- 2) *Syndrom postperfusion (pumphed)*
- 3) Gagal ginjal akut
- 4) Emboli
- 5) Stenosis atau oklusi graft vena
- 6) Stroke^{12,13}

2.3 Cardiopulmonary Bypass (CPB)

2.3.1 Definisi *Cardiopulmonary Bypass (CPB)*

Cardiopulmonary Bypass (CPB) merupakan suatu teknik penggantian fungsi jantung dan paru-paru secara sementara selama pembedahan, teknik ini menjaga sirkulasi darah dan oksigen dalam tubuh. Nama lain untuk CPB ini adalah *Heart-Lung Machine* atau *The Pump*. Pelaksana yang menjalankan CPB ini dinamakan perfusionists.^{14,21}

2.3.2 Jenis Pembedahan yang Memerlukan *Cardiopulmonary Bypass*

Penggunaan mesin CPB ini biasanya sering digunakan pada operasi jantung karena sulitnya melakukan operasi dalam keadaan jantung yang masih berdenyut. Operasi jantung terbuka memerlukan mesin CPB karena membutuhkan membuka ruang-ruang yang ada di jantung, dan CPB ini diperlukan untuk menjaga sirkulasi tetap terjadi pada saat operasi berlangsung.

Beberapa operasi yang memerlukan CPB antara lain:

- 1) Bedah *coronary artery bypass*
- 2) Perbaikan atau penggantian katup jantung
- 3) Perbaikan atau terapi paliatif pada penyakit jantung congenital
- 4) Transplantasi jantung, paru atau keduanya
- 5) Perbaikan aneurisma pembuluh darah besar
- 6) *Pulmonary thromboendarterectomy*
- 7) *Pulmonary thromboectomy*^{15,16}

2.3.3 Komponen *Cardiopulmonary Bypass*

Komponen dari mesin CPB adalah selang(*tubing*), *roller pump*, *centrifugal pump*, *oxygenator* dan *filter*. Jenis pompa yang digunakan CPB dibagi menjadi tiga, yaitu: *roller*, sentrifugal dan ventrikular. Yang sering digunakan yaitu *roller* dan sentrifugal. Fungsi

utama pompa ini adalah mengalirkan darah dari sirkulasi ke mesin CPB. ¹¹

Oxygenator adalah komponen dari mesin CPB yang mempunyai tugas mengambil alih fungsi paru-paru sebagai penyuplai oksigen. Pada *oxygentaor* terjadi proses transport karbondioksida, gas anestesi dan kemungkinan gas lain keluar dan masuk sirkulasi. Pada mesin *oxygenator* modern memiliki penukar panas dan *bubble oxygenator* yang berfungsi sebagai cadangan utama dan filter darah yang kembali dari penyedot kardiotori. Sehingga *oxygenator* bisa menyerupai fungsi paru-paru sebenarnya. Sebelum tahun 1980an operasi jantung CPB menggunakan membrane *oxygenator* tetapi sejak tahun 1980an *membrane oxygenator* tersebut digantikan oleh *bubble oxygenator*. Penggunaan *oxygenators* terjadi kontak antara darah dengan permukaan *oxygenator* itu sendiri. Setelah kontak tersebut terjadi proses penumpukan protein. Protein yang berperan antara lain albumin, fibrinogen, dan globulin. Penumpukan protein ini diikuti dengan penumpukan platelet dan kemotaksis sel darah putih pada lapisan protein. Penumpukan platelet terjadi juga tanpa lapisan protein menggunakan protein pada permukaan platelet.

11,17,18

2.3.4 Persiapan Sebelum Operasi *Cardiopulmonary Bypass*

Tujuan penting dari tahap ini adalah mempersiapkan pasien untuk operasi CPB. Fase ini selalu melibatkan dua langkah kunci: antikoagulasi dan kanulasi vaskuler. Persiapan sebelum operasi CPB tersebut antara lain :

- 1) Antikoagulasi (Heparin)
- 2) Kanulasi arteri
- 3) Kanulasi vena
- 4) Kateter arteri pulmonalis jika digunakan ditarik kembali

- 5) Memastikan kateter pemantau berfungsi dengan baik
- 6) Pasang *Transesophageal echocardiograph* jika diperlukan
- 7) Pemberian obat-obat tambahan
- 8) Inspeksi kepala dan leher¹²

2.3.5 Mekanisme Kerja *Cardiopulmonary Bypass*

CPB mensirkulasi dan memberi oksigen darah saat mengambil alih paru-paru serta jantung. Penggunaan mesin ini adalah untuk mempertahankan perfusi ke organ dan jaringan lainnya. Ahli bedah memasang selang di atrium kanan, vena cava atau vena femoral untuk mengambil darah dari tubuh. Selang tersebut terhubung dengan suatu tabung yang berisi cairan kristaloid isotonis. Darah dari vena tersebut akan disaring, oksigenasi, didinginkan dan dihangatkan dan dikembalikan ke tubuh. Selang tersebut yang kembali dari mesin dimasukkan kembali melalui aorta asenden atau arteri femoralis. Selama pembedahan berlangsung, untuk menurunkan metabolisme basal tubuh keadaan hipotermi dipertahankan 28⁰C – 32⁰C sehingga dapat menurunkan kebutuhan oksigen. Darah yang didinginkan biasanya memiliki viskositas yang lebih tinggi sehingga pemberian larutan kristaloid dapat mengencerkannya.^{12,11,19}

Selama operasi dengan menggunakan CPB dibutuhkan proteksi agar tidak terjadi kerusakan pada otot jantung. Kardioproteksi selama operasi dapat menggunakan teknik hipotermi, atau menggunakan kardioplegi. Kardioplegi merupakan suatu cairan yang berisi beberapa macam larutan yang berfungsi untuk menghentikan denyut jantung. Kardioplegi dan hipotermi sering digunakan bersama-sama untuk mengurangi konsumsi oksigen otot jantung sehingga dapat mengurangi iskemia otot jantung selama penggunaan CPB. Kardioplegi itu sendiri terdiri dari dua macam yaitu kristaloid kardioplegi dan darah

kardioplegi. Penggunaan kardioplegi darah lebih sering digunakan pada pasien dewasa karena dapat meningkatkan kemampuan sistolik, mengurangi cedera iskemik dan mengurangi metabolisme anaerob otot jantung dibanding kristaloid kardioplegi. Ini disebabkan karena darah mengandung Hb yang dapat meningkatkan kemampuan membawa oksigen, memiliki buffer, koloid ini akan meningkatkan viskositas dibanding kristaloid.^{11,13,20}

2.3.6 Persiapan Penghentian *Cardiopulmonary Bypass*

Memutus CPB adalah bagian yang penting dari setiap operasi yang berhubungan dengan sirkulasi *ekstracorporeal*. Melalui proses ini fungsi pompa *bypass* dan oksigenator dikembalikan ke jantung dan paru pasien. Kunci sukses dalam menghentikan CPB adalah persiapan yang matang. Persiapan akhir sebelum memutus CPB adalah mengembalikan tekanan *transducers*, memastikan fungsi alat-alat pemantau, memastikan bahwa pasien hanya menerima infus obat yang dimaksudkan, memastikan ketersediaan obat, resusitasi dan volume cairan yang tepat dan memastikan paru-paru diventilasi dengan oksigen 100%.¹²

Ahli bedah harus memastikan bahwa dia telah menyelesaikan persiapan yang diperlukan dalam pembedahan sebelum menghentikan CPB. Kumpulan udara makroskopis di jantung harus dikeluarkan sebelum menghentikan CPB hal ini paling mudah dideteksi dgn *Transesophageal echocardiography* (TEE), yang juga berguna dalam memantau dan mengarahkan proses pengeluaran udara. Area perdarahan besar harus dikontrol, pengambilan cairan jantung dengan ventilator harus dihentikan, semua klem pada jantung dan arteri besar harus dilepaskan, CPB harus dicek dari perdarahan dan kekusutan, *torniquets* disekeliling kanul harus dilonggarkan atau dilepaskan sebelum

memutuskan CPB.¹²

2.3.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi lama waktu penggunaan *Cardiopulmonary*

Bypass

Faktor-faktor yang mempengaruhi lama waktu penggunaan mesin CPB, adalah:

- 1) Kerusakan fungsi ventrikel
- 2) Risiko iskemi intraoperatif atau revaskularisasi yang sulit
- 3) Komorbiditas
- 4) Bergantung dari tingkat kesulitan operasi
- 5) Jumlah arteri yang di bypass
- 6) Keadaan gawat darurat¹²

2.3.8 Komplikasi pemakaian *Cardiopulmonary Bypass*

Penggunaan CPB dapat menimbulkan berbagai komplikasi, diantaranya :

- 1) *Postperfusion syndrome (Pumphead)*
- 2) Hemolisis
- 3) *Capillary leak syndrome*
- 4) Pembekuan darah pada sirkuit CPB
- 5) Emboli udara. ^{11,16}