

Manajemen Anestesi Perioperatif Operasi *Bypass* Jantung pada Pasien dengan Fraksi Ejeksi 26% dan Regurgitasi Aorta

Irvan Tanpomas, Cindy Elfira Boom

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif
Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita Jakarta, Indonesia

Abstrak

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan kondisi ketika suplai darah ke miokardium tidak optimal akibat pengerasan dan penyempitan arteri koroner, dan menjadi penyebab 26,4% kematian di Indonesia. Regurgitasi aorta adalah aliran balik darah pada fase diastole dari aorta ke ventrikel kiri yang terjadi akibat kegagalan koaptasi katup aorta, baik karena kelainan pada daun katup aorta maupun akar aorta. Kondisi ini menyebabkan beban volume berlebih pada atrium dan ventrikel kiri, meningkatkan tekanan ventrikel kiri, menimbulkan disfungsi ventrikel, serta mengurangi perfusi koroner. Laporan kasus ini membahas manajemen anestesi pada pasien laki-laki berusia 65 tahun dengan PJK dan regurgitasi aorta berat yang menjalani operasi bypass arteri koroner dan penggantian katup aorta di Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita pada Maret 2025. Pasien dengan fraksi ejeksi rendah dan regurgitasi aorta memerlukan strategi anestesi yang cermat karena berisiko mengalami penurunan curah jantung, berkurangnya perfusi sistemik, serta perburukan kondisi hemodinamik. Operasi berlangsung selama 5,5 jam, pasien dipindahkan ke unit perawatan intensif, dilakukan ekstubasi 24 jam pascaoperasi, dan dirawat selama 4 hari di ruang intensif.

Kata kunci: Anestesi bedah jantung; bypass arteri koroner; penggantian katup Aorta

Perioperative Anesthesia Management of Coronary Bypass Surgery in Patients with Ejection Fraction 26% and Severe Aortic Regurgitation

Abstract

Coronary heart disease (CHD) is a condition in which blood supply to the myocardium becomes suboptimal due to hardening and narrowing of the coronary arteries, accounting for 26.4% of deaths in Indonesia. Aortic regurgitation is the reversal of diastolic blood flow from the aorta into the left ventricle. It occurs due to failure of aortic valve leaflet coaptation, caused by pathology of the valve leaflets or the aortic root. Aortic regurgitation may lead to volume overload in the left atrium and ventricle, increasing left ventricular pressure, impairing ventricular function, and reducing coronary perfusion. This case report describes the anesthetic management of a 65-year-old male with CHD and severe aortic regurgitation who underwent coronary artery bypass grafting and aortic valve replacement at RSJPD Harapan Kita in March 2025. Patients undergoing coronary artery bypass surgery with concomitant aortic regurgitation require specific anesthetic planning and intraoperative considerations, as low ejection fraction and regurgitant lesions can decrease cardiac output, compromise systemic perfusion, and exacerbate clinical outcomes. The procedure lasted 5.5 hours, after which the patient was transferred to the intensive care unit. Extubation was performed 24 hours postoperatively, with a total intensive care stay of 4 days.

Keywords: Aortic valve replacement; cardiac surgery anesthesia; coronary artery bypass

Korespondensi: Irvan, dr., SpAn-TI., Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita Jakarta, Indonesia, E-mail: email.irvan2@gmail.com

Pendahuluan

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan kondisi ketika suplai darah ke miokardium tidak optimal akibat pengerasan dan penyempitan arteri koroner, dan menjadi penyebab 26,4% kematian di Indonesia. Kondisi ini dapat menimbulkan kematian miokardium serta komplikasi serius berupa sindrom koroner akut. Epidemiologi PJK menunjukkan prevalensi yang meningkat seiring bertambahnya usia, dengan insiden pada kelompok usia ≥ 60 tahun dua hingga tiga kali lebih tinggi dibandingkan usia yang lebih muda.¹

Apabila perbaikan klinis tidak tercapai melalui perubahan gaya hidup maupun terapi farmakologis, salah satu pilihan tata laksana adalah *coronary artery bypass graft* (CABG) atau operasi bypass jantung. CABG merupakan prosedur bedah jantung yang paling banyak dilakukan di Indonesia.¹ Secara global, operasi ini juga termasuk salah satu prosedur jantung terbanyak, dengan lebih dari 200.000 kasus per tahun di Amerika Serikat dan negara-negara Eropa Barat.²

Pasien yang menjalani CABG dapat menunjukkan gejala *aortic regurgitation* (AR) dengan derajat dan etiologinya yang bervariasi. AR merupakan pembalikan aliran darah diastolik dari aorta ke ventrikel kiri. Kondisi ini dapat disebabkan oleh penyakit primer katup aorta maupun kelainan aparatus dan struktur perivalvular, termasuk pangkal aorta dan aorta ascendens. Prevalensi AR diperkirakan mencapai 4,9% pada studi

Framingham, dengan AR sedang hingga berat ditemukan pada 0,5% populasi.³ Insiden dan keparahan AR meningkat seiring usia, dengan puncak pada kelompok usia 40–60 tahun. AR dapat bersifat akut maupun kronis, masing-masing dengan perbedaan etiologi, manifestasi klinis, strategi penanganan, serta perjalanan penyakit.³

Laporan Kasus

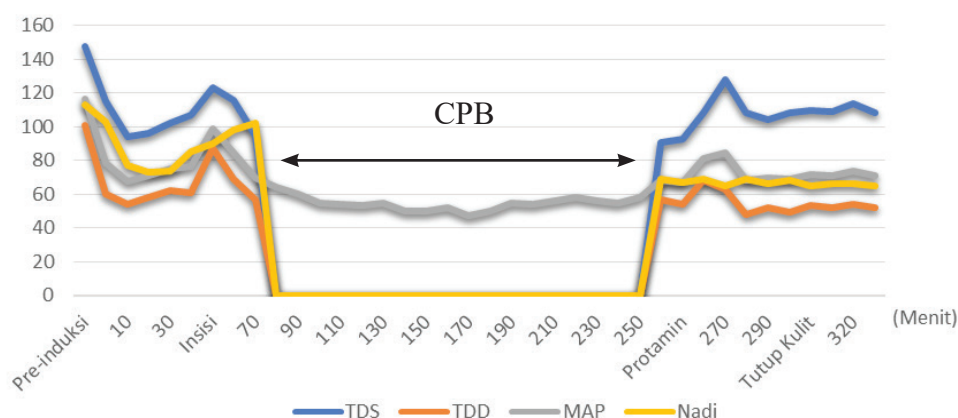
Seorang laki-laki berusia 65 tahun datang dengan keluhan utama nyeri dada dan sesak napas sejak 13 tahun sebelumnya. Nyeri dada bersifat hilang timbul dan disertai mudah lelah saat beraktivitas, berkurang dengan istirahat. Tidur menggunakan dua bantal, tanpa keluhan edema tungkai maupun abdomen. Pasien dirujuk ke RSJPD Harapan Kita, Jakarta pada Maret 2025.

Riwayat penyakit menunjukkan hipertensi selama 20 tahun dengan kepatuhan terapi. Terapi rutin meliputi bisoprolol 10 mg tiap 24 jam, atorvastatin 20 mg tiap 24 jam, nitrogliserin 2,5 mg tiap 12 jam, dan ramipril 5 mg tiap 24 jam. Riwayat operasi kolesistektomi pada tahun 2012.

Pemeriksaan fisik menunjukkan pasien sadar, kooperatif, berat badan 58 kg, tinggi badan 170 cm, *body surface area* (BSA) 1,67 m². Jalan napas bebas, pernapasan spontan dengan laju 18 kali/menit, SpO₂ 99% tanpa oksigen tambahan, suara napas vesikuler tanpa ronki maupun wheezing. Laju nadi 80–90 kali/menit reguler, kuat, tekanan darah 123/65 mmHg dengan dukungan *dobutamine*

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Laboratorium Preoperatif

Pemeriksaan	Hasil	Pemeriksaan	Hasil	Pemeriksaan	Hasil	Pemeriksaan	Hasil
Hb (g/dL)	9,6	PT (detik)	10,4	Na (mmol/L)	132	pH	7,45
Ht (%)	29,1	aPTT (detik)	25,7	K (mmol/L)	3,7	pCO ₂ (mmHg)	29,1
Leukosit (μL)	4.440	SGOT (U/L)	45	Cl (mmol/L)	97	pO ₂ (mmHg)	85,3
Trombosit (μL)	187.000	SGPT (U/L)	166	Ca (mmol/L)	1,28	BE (mmol/L)	-2,4
Ureum (mg/dL)	58	GDS (mg/dL)	126	Mg (mmol/L)	0,6	HCO ₃ (mmol/L)	20,1
Kreatinin (mg/dL)	1,91	Laktat (mmol/L)	1,9	Albumin (g/dL)	3,3	SaO ₂ (%)	97,3



Gambar 1 Hemodinamik Saat Operasi

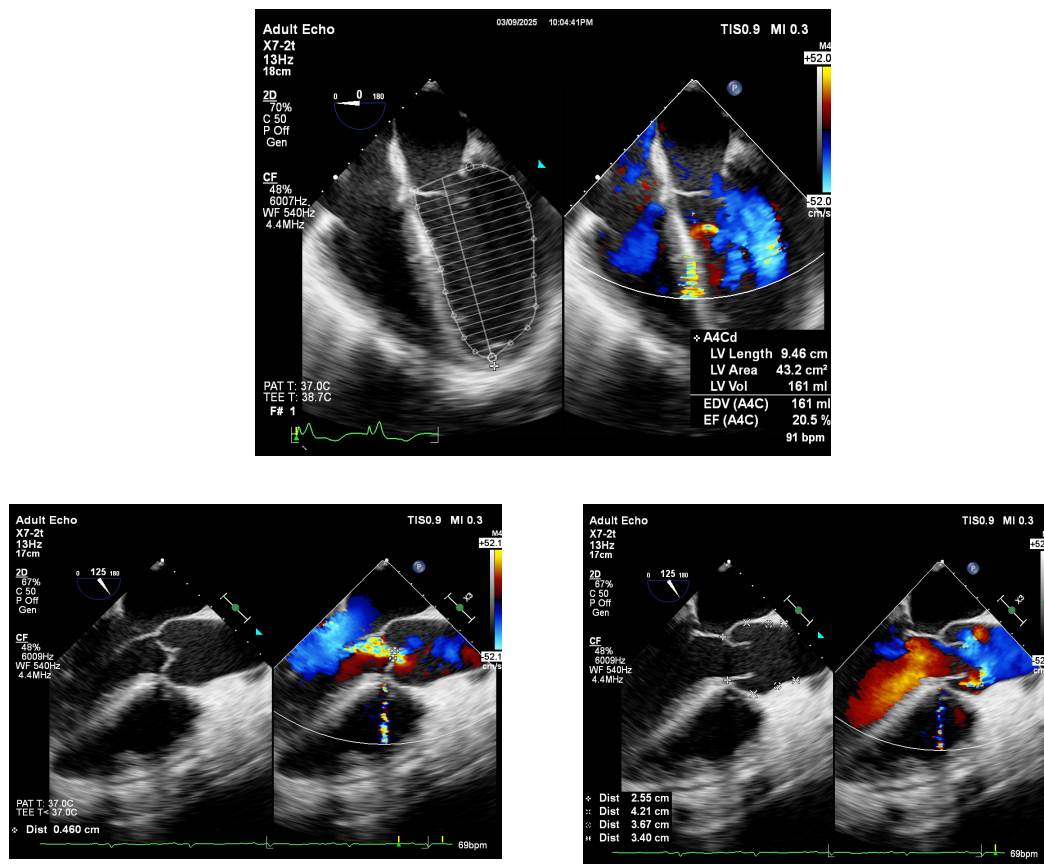
3 mcg/kg/menit. Suara jantung reguler, akral hangat tanpa edema maupun sianosis.

Hasil laboratorium preoperatif menunjukkan anemia dan hiponatremia (Tabel 1). Foto toraks menunjukkan kardiomegali dengan *cardiothoracic ratio* (CTR) 55%, corakan bronkovaskular normal. *Electrocardiography* (EKG) menunjukkan irama sinus dengan denyut 88 kali/menit. *Transthoracic echocardiography* (TTE) memperlihatkan *reduced left ventricular systolic function* dengan *ejection fraction* (EF) 26% (Biplane), *eccentric left ventricular hypertrophy* dengan *abnormal diastolic dysfunction*, *severe aortic regurgitation* (AR) dengan *eccentric jet* ke arah anterior aortic leaflet, *mild mitral regurgitation* (MR), *trace tricuspid regurgitation* (TR) dengan probabilitas rendah *pulmonary hypertension* (PH), serta hipokinetik pada beberapa segmen. Kateterisasi jantung menunjukkan *native triple vessel disease* dengan stent *left circumflex* dan *right coronary artery* masih paten, serta *mid left anterior descending* kronik oklusi total. Status fisik pasien dinilai sebagai *American Society of Anesthesiologist* (ASA) 3. Persiapan meliputi edukasi puasa, persiapan transfusi, penjelasan anestesi, serta tata laksana nyeri pascaoperasi di *intensive care unit* (ICU).

Pada hari operasi dilakukan kanulasi vena perifer (18G, vena radialis kanan), arteri line

pada (arteri brakialis kanan), induksi anestesi sufentanil 25 ug, midazolam 5 mg, propofol 50 mg, Rokuronium 50 mg, dan pemasangan endotrakeal tube ukuran 8,0 kedalaman 22 cm. Selanjutnya dilakukan kanulasi vena subklavia kiri, *side port* pada vena jugularis interna kanan, serta pemasangan probe *transesophageal echocardiography* (TEE) kedalaman 30–40 cm. Evaluasi TEE pascainduksi menunjukkan AR berat dengan vena kontrakta 0,4 cm, anulus aorta 2,5 cm, sinus Valsava 4,21 cm, *sinotubular junction* 0 (3,67 cm), dan *sinotubular junction* 1 (3,4 cm).

Sternotomi mediana dilakukan, pleura kanan dibuka dengan evakuasi efusi 1600 mL serous, pleura kiri 500 mL. *Left internal mammary artery* (LIMA) diambil dengan aliran baik. Heparin 300 mg diberikan hingga *activated clotting time* (ACT) adekuat. Dilakukan kanulasi aorta dan atrium kanan, lalu *cardiopulmonary bypass* (CPB) dijalankan. Tiga graft dipasang: *saphenous vein graft* (SVG)–RCA distal, SVG–OM, dan LIMA–LAD. Dilakukan aortotomi, evaluasi katup aorta, dan penggantian katup aorta dengan Hancock II bioprosthesis ukuran 25 mm. Dua *temporary pacemaker* (TPM) dipasang pada ventrikel kanan dengan frekuensi 90 kali/menit. CPB dihentikan dengan dukungan adrenalin 0,05 mcg/kg/menit dan nitroglicerine 0,5 mcg/kg/menit. Evaluasi TEE pascaoperasi



Gambar 2 *Transesophageal Echocardiography* Pascainduksi

menunjukkan tidak ada AR residual, *paravalvular leakage*, dan kontraktilitas baik.

Operasi berlangsung 5,5 jam, perdarahan 600 mL, produksi urin 370 mL. Cairan intraoperatif meliputi 800 mL kristaloid, 240 mL *packed red cell* (1 labu), 610 mL *fresh frozen plasma* (3 labu), 162 mL konsentrat trombosit (3 labu), dan 101 mL *cryoprecipitate* (3 labu). *Maintenance anesthesia* menggunakan oksigen, sevofluran, ventilasi terkontrol (VC, RR 12, VT 450, PEEP 5). Selama prosedur, pasien menunjukkan respons yang baik terhadap terapi cairan dan anestesi sehingga hemodinamik intraoperatif tetap stabil (Gambar 1).

Di ICU pasien diberikan analgesik opioid morfin 20 µg/kgBB/jam. Pasien diekstubasi 24 jam pascaoperasi dan dipindahkan ke ruang *intermediate* pada hari perawatan keempat.

Pembahasan

Dua arteri koroner berasal dari *aorta ascenden*, yaitu arteri koroner utama kiri dan arteri koroner kanan. Arteri koroner utama kiri sepanjang ±10 mm bercabang menjadi *left anterior descending* (LAD) dan *left circumflex* (LCX). LAD berjalan di sulkus interventrikular anterior melewati apeks ventrikel menuju sulkus interventrikular posterior, bercabang menjadi arteri diagonal dan septal, serta menyuplai ventrikel kiri dinding anterior, apeks, dan sisi anterior septum interventrikular. LCX berjalan di sulkus atrioventrikular kiri, bercabang menjadi marginal dan posterolateral, memberikan vaskularisasi pada dinding lateral jantung. Arteri koroner kanan berjalan sepanjang sulkus atrioventrikular kanan, bercabang

menjadi marginal kanan, arteri *posterior descending*, dan cabang posterolateral kanan. Arteri ini menyuplai dinding bebas ventrikel kanan, sistem konduksi (nodus sinus dan nodus atrioventrikular), dinding inferolateral ventrikel kanan, septum interventrikular inferior, dan dinding inferior ventrikel kiri.⁴⁻⁷

Fungsi jantung bergantung pada keseimbangan suplai dan kebutuhan oksigen. Manajemen anestesi pada pasien *coronary artery bypass graft* (CABG) dengan *aortic regurgitation* (AR) memerlukan strategi khusus yang sesuai pedoman terkini, baik terkait penyakit jantung koroner (PJK) maupun AR. Tujuan utama adalah optimalisasi *forward stroke volume* (FSV) dan *cardiac output*, menurunkan fraksi regurgitasi, menghindari peningkatan resistensi sistemik, serta mempertahankan fungsi ventrikel kiri.^{5,8}

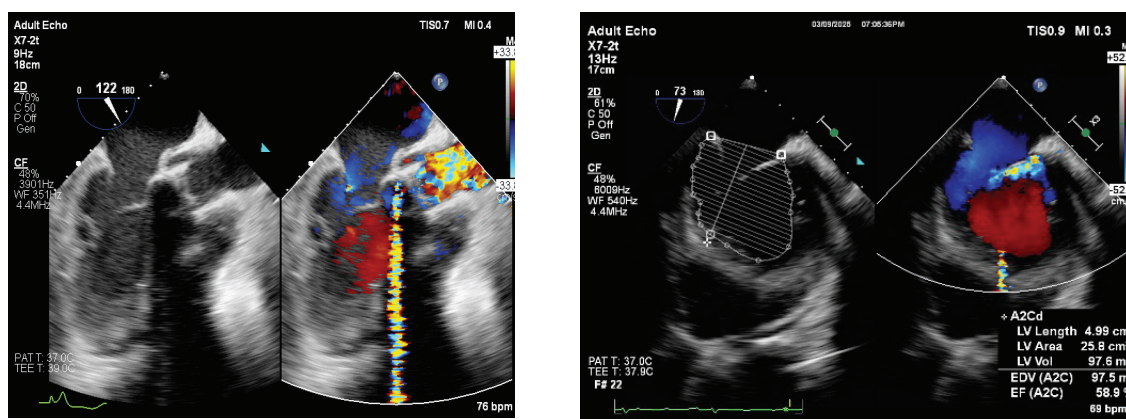
Pasien ini memiliki riwayat hipertensi lama dengan keluhan sesak napas, tanpa angina tidak stabil, gagal jantung, aritmia, atau komorbid lain yang meningkatkan risiko hemodinamik intraoperatif. Terapi beta-blocker, calcium channel blocker, dan statin dilanjutkan hingga hari operasi, sedangkan *angiotensin-converting enzyme inhibitor* (ACEI) dihentikan 24–36 jam sebelum operasi. Antiplatelet dihentikan 7 hari sebelum operasi. Antikoagulan disesuaikan dengan jenis yang digunakan: *low-molecular-weight heparin* diberikan terakhir 12 jam sebelum operasi,

sedangkan *unfractionated heparin* terakhir 6 jam sebelum operasi.^{7,9}

Persiapan praoperatif mengikuti rekomendasi *Enhanced Recovery After Surgery* (ERAS) meliputi edukasi, optimalisasi nutrisi, latihan fisik, serta dukungan psikososial. Pasien dipuaskan 6–8 jam untuk makanan padat, namun cairan jernih diperbolehkan hingga 2–4 jam sebelum induksi, termasuk cairan mengandung karbohidrat. Profilaksis antibiotik diberikan 30–60 menit sebelum insisi dan dilanjutkan hingga 48 jam pascaoperasi.⁹

Pemeriksaan preoperatif pada pasien ini menunjukkan adanya CAD 3VD dan regurgitasi aorta berat, dilatasi atrium kiri dan hipertrofi ventrikel kiri sebagai kompensasi, disertai penurunan fungsi jantung kiri. Tidak terdapat gejala dan tanda hipertensi pulmonal maupun keterlibatan organ lainnya. Hasil pemeriksaan laboratorium dalam batas normal.

Pemeriksaan menunjukkan penyakit arteri koroner tiga pembuluh dengan AR berat, dilatasi atrium kiri, dan hipertrofi ventrikel kiri sebagai kompensasi. Penilaian hemodinamik praoperasi menggunakan *electrocardiography* (EKG), saturasi oksigen, *arterial blood pressure* (ABP), *central venous pressure* (CVP), *pulmonary arterial pressure* (PAP), *transesophageal echocardiography* (TEE), serta produksi urin. Monitoring invasif penting untuk evaluasi *beat-to-beat* terhadap



Gambar 3 Transesophageal Echocardiography Pascakoreksi

perubahan hemodinamik.⁵

Pemilihan teknik anestesi disesuaikan dengan fungsi ventrikel kiri dan patologi koroner bertujuan mempertahankan tekanan perfusi koroner, mencegah iskemia, dan menurunkan kebutuhan oksigen miokardium. Obat hipnotik, opioid, dan relaksan otot diberikan titrasi bertahap untuk menghindari hipotensi maupun takikardia. Kombinasi dengan obat inhalasi sevofluran serta menghindari penggunaan N₂O karena dapat menimbulkan emboli gas.^{5,7,8}

Induksi pada pasien ini menggunakan sufentanil 25 µg, propofol 50 mg, rocuronium 50 mg, dan sevofluran 1%. Propofol dapat menurunkan *systemic vascular resistance* (SVR) dan kontraktilitas. Sufentanil bermanfaat sebagai *opioid-based anesthesia* karena efek depresi miokard minimal. Rocuronium memiliki onset cepat tanpa fluktuasi hemodinamik signifikan. Intubasi dilakukan setelah efek obat tercapai penuh, karena intubasi pada anestesi tidak adekuat dapat meningkatkan tekanan darah dan memperburuk fraksi regurgitasi. Ventilasi mekanik dipandu analisis gas darah arteri dengan target pH normal, menghindari hipoksia, hiperkapnia, dan asidosis. Agen inhalasi konsentrasi rendah (0,5 MAC) menurunkan fraksi regurgitasi.⁵

Transesophageal echocardiography intraoperatif menjadi standar untuk evaluasi fungsi jantung, derajat AR, mekanisme regurgitasi, serta keputusan koreksi atau penggantian katup.¹⁰ Evaluasi TEE pascainduksi pada pasien ini menunjukkan dilatasi atrium kiri, *ejection fraction* 20,5%, dan AR dengan *vena contracta* 0,4 cm.

Setelah revaskularisasi, nitroglicerine diberikan untuk mengatasi iskemia residual, spasme arteri koroner, serta menurunkan preload dan afterload. Vasokonstriktor norepinefrin atau fenilefrin digunakan bila tekanan perfusi koroner perlu ditingkatkan. Suhu tubuh dijaga normotermia untuk mencegah komplikasi perdarahan, infeksi, dan perpanjangan lama rawat.⁵

Regurgitasi aorta terjadi akibat kegagalan koaptasi daun katup aorta yang disebabkan

oleh kelainan pada katup aorta maupun akar aorta. Penyebab umum kelainan katup meliputi endokarditis infeksi, demam rematik, dan penggunaan obat anoreksigenik. Kelainan pada akar aorta yang dapat memicu regurgitasi aorta antara lain dilatasi akar aorta idiopatik, ektasia aortoanular akibat hipertensi, diseksi aorta, aortitis sifilitika, sindrom Marfan, sindrom Ehlers-Danlos, artritis reumatoid, spondilitis ankilosa, dan artritis psoriatik. Kasus akut umumnya disebabkan oleh endokarditis atau diseksi aorta.⁸

Gangguan hemodinamik utama pada regurgitasi aorta adalah penurunan curah jantung akibat kembalinya sebagian *stroke volume* dari aorta ke ventrikel kiri selama diastol. Kondisi ini menimbulkan kelebihan tekanan dan volume pada ventrikel kiri. Besarnya regurgitasi ditentukan oleh dua faktor, yaitu waktu terjadinya aliran balik yang dipengaruhi oleh frekuensi jantung, serta gradien tekanan melintasi katup aorta yang bergantung pada resistensi vaskular sistemik. Takikardia dan vasodilatasi perifer dapat menurunkan derajat regurgitasi.^{5,8}

Kelebihan volume progresif meningkatkan *end-diastolic volume* (EDV) ventrikel kiri hingga titik ketika hipertrofi kompensasi tidak lagi mencukupi, menyebabkan penurunan fungsi sistolik. Peningkatan dimensi akhir sistolik disertai kenaikan tekanan dinding ventrikel kiri, sehingga memperburuk fungsi ventrikel. Pada tahap ini, penurunan fungsi ventrikel bersifat progresif dan dapat terjadi cepat. Walaupun kebutuhan oksigen miokard (M $\dot{V}$ O₂) relatif normal, angina dapat muncul pada sepertiga kasus regurgitasi aorta berat meskipun tanpa ada PJK. Iskemia miokard pada kondisi kronis dapat timbul akibat kelainan sirkulasi koroner sekunder terhadap hipertrofi ventrikel. Peningkatan massa miokard menambah kebutuhan oksigen dasar, sementara peningkatan aliran darah koroner tidak selalu sebanding dengan kebutuhan tersebut.⁵

Pada kasus ini, ditemukan penurunan fungsi ventrikel kiri dengan fraksi ejeksi sebesar 26%. Modalitas *intra-aortic balloon pump* (IABP) secara umum dapat meningkatkan fungsi

jantung, tetapi kontraindikasi pada regurgitasi aorta karena justru memperberat aliran balik. Evaluasi *transesophageal echocardiography* (TEE) pascakoreksi meliputi pemeriksaan *deairing* pada ruang jantung, identifikasi aliran darah dari *left circumflex artery* (LCx), serta evaluasi adanya *regional wall motion abnormality* (RWMA) baru terutama pada dinding inferolateral dan anterolateral. Penilaian lain mencakup keberadaan residu regurgitasi, lokasi dan derajatnya, adanya *paravalvular leakage*, serta fungsi ventrikel kiri dan kanan.¹⁰ Pada pasien ini, evaluasi TEE setelah penyapihan menunjukkan tidak terdapat *residual regurgitation* dengan kontraktilitas baik.

Perawatan di ruang intensif difokuskan pada pemeliharaan normotermia dengan selimut hangat dan pengaturan suhu ruangan. Hipotermia harus dihindari karena dapat menimbulkan menggigil, peningkatan kebutuhan oksigen, perdarahan, infeksi, perpanjangan lama rawat, serta peningkatan mortalitas. Komplikasi berupa spasme arteri koroner pascabedah dipantau melalui elevasi segmen ST pada elektrokardiografi, hipotensi, abnormalitas gerakan dinding, serta disfungsi ventrikel pada evaluasi ekokardiografi transthorakal.

Ekstubasi dilakukan setelah seluruh kriteria terpenuhi, meliputi kesadaran penuh, suhu tubuh $>36^{\circ}\text{C}$, pernapasan spontan adekuat (laju >12 kali/menit), pH $>7,3$, hematokrit $>24\%$, hemoglobin >8 g/dL, serta tidak terdapat komplikasi perdarahan, aritmia, atau ketidakstabilan hemodinamik maupun ventilasi.⁵ Pada hari perawatan berikutnya, kondisi hemodinamik stabil dengan jumlah drain minimal, fungsi neurologis dan ginjal baik, sehingga pasien diekstubasi dan dipindahkan ke ruang perawatan pada hari keempat.

Simpulan

Insidensi regurgitasi aorta pada pasien dengan penyakit jantung koroner cukup sering ditemukan dan dapat berdampak terhadap luaran klinis apabila tidak ditangani secara

optimal. Kondisi ini menimbulkan kelebihan volume pada atrium dan ventrikel kiri, meningkatkan tekanan ventrikel, menurunkan fungsi ventrikel kiri, serta mengurangi perfusi koroner.

Pada pasien yang menjalani operasi *coronary artery bypass grafting* (CABG) dengan regurgitasi aorta, pemilihan teknik anestesi dan strategi manajemen perioperatif harus direncanakan secara khusus. Penggunaan *intra-aortic balloon pump* (IABP) merupakan kontraindikasi karena dapat memperberat regurgitasi. Pemberian obat inotropik perlu disesuaikan dengan kondisi hemodinamik, mengingat fraksi ejeksi yang rendah, namun harus dihindari takikardia karena dapat meningkatkan volume regurgitan.

Pemeliharaan *preload* yang adekuat diperlukan untuk memastikan *forward output* yang optimal, sedangkan peningkatan *afterload* harus dihindari karena akan memperburuk derajat regurgitasi. Perawatan pascaoperasi di ruang intensif sangat penting untuk mencegah instabilitas hemodinamik, terutama hipotensi yang berpotensi menurunkan perfusi koroner.

Daftar Pustaka

1. Tombokan AM, Sembiring YE, Dharmadjati BB, Pribadi ORS. Success rate of coronary artery bypass grafting on elderly patients in dr. soetomo general academic hospital, surabaya. *JUXTA J Ilm Mhs Kedokt Univ Airlangga*. 2024;15(1):1–7. doi: 10.20473/juxta.V15I12024.1-7
2. Melly L, Torregrossa G, Lee T, Jansens JL, Puskas JD. Fifty years of coronary artery bypass grafting. *J Thorac Dis*. 2018;10(3):1960–7. doi: 10.21037/jtd.2018.02.43
3. Akinseye OA, Pathak A, Ibebuogu UN. Aortic valve regurgitation: a comprehensive review. *Curr Probl Cardiol*. 2018;43(8):315–34. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2017.10.004
4. Thiene G, Frescura C, Padalino M, Basso C, Rizzo S. Coronary arteries: normal anatomy with historical notes

- and embryology of main stems. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8(2):1–12. doi: 10.3389/fcvm.2021.649855
5. Kaplan JA. *Kaplan's Essentials of Cardiac Anesthesia for Cardiac Surgery*. Edisi ke-2. Philadelphia: Elsevier; 2017.
 6. Bagaswoto HP, Maharani E, Setianto BY. Coronary circulation and hemodynamics. *Acta Cardiologia Indonesiana.* 2016;2(1):18-22. doi: 10.22146/aci.17819
 7. Supradnyawati NM, Hadinata Y. Penatalaksanaan anestesi pada bedah pintas arteri koroner off-pump. *Jurnal Anestesiol Indones.* 2020;12(2):47–59. doi: 10.14710/jai.v12i2.30041
 8. Hines RL, Marschall KE. *Stoelting's aneesthesia and coexisting diseases*. Edisi ke-8. Philadelphia: Elsevier; 2021.
 9. Engelman DT, Ben Ali W, Williams JB, Perrault LP, Reddy VS, Arora RC, dkk. Guidelines for perioperative care in cardiac surgery: enhanced recovery after surgery society recommendations. *JAMA Surg.* 2019;154(8):755–66. doi: 10.1001/jamasurg.2019.1153
 10. Gurzun MM, Popescu BA. Transesophageal echocardiography in the assessment of aortic valve and aortic root disease. new approaches to aortic diseases from valve to abdominal bifurcation. Țintoiu IC, Ursulescu A, Elefteriades JA, Underwood MJ, Droc I, penyunting. *New approaches to aortic diseases from valve to abdominal bifurcation*. London: Academic Press; 2018. hlm. 169–80.