

**PENGGUNAAN CONVENTIONAL ULTRAFILTRATION SELAMA  
CARDIOPULMONARY BYPASS UNTUK MENCEGAH TERJADINYA ACUTE  
KIDNEY INJURY PASKA OPERASI JANTUNG**

Yuniyas Ihsanidar<sup>1</sup>, Elly Nurachmah<sup>2</sup>  
Universitas Indonesia<sup>1,2</sup>  
yuniyasihsanidar@yahoo.com<sup>1</sup>

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara penggunaan *conventional ultrafiltration* dengan kejadian *acute kidney injury* paska operasi jantung terkait dengan penggunaan mesin pintas jantung paru. Metode yang digunakan yaitu *systematic review* dengan menggunakan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses (PRISMA) flowchart* sehingga diperoleh lima literatur terpilih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara perpindahan volume cairan *conventional ultrafiltration* dengan kejadian *acute kidney injury* paska operasi jantung. Simpulan, jumlah perpindahan volume cairan ultrafiltrasi > 32 mL/kg akan meningkatkan risiko terjadinya *acute kidney injury* paska operasi jantung.

Kata Kunci: *Acute Kidney Injury, Cardiopulmonary Bypass, Conventional Ultrafiltration, Operasi Jantung*

**ABSTRACT**

*This study aims to identify the relationship between the use of conventional ultrafiltration and the incidence of postoperative acute kidney injury associated with the help of a cardiopulmonary bypass machine. The method used is a systematic review using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) flowchart to obtain five selected literature. The results showed a relationship between conventional ultrafiltration fluid volume shifts and the incidence of post-cardiac surgery acute kidney injury. In conclusion, ultrafiltration fluid volume displacement > 32 mL/kg will increase the risk of acute kidney injury after cardiac surgery.*

Keywords: *Acute Kidney Injury, Cardiopulmonary Bypass, Conventional Ultrafiltration, Heart Surgery*

**PENDAHULUAN**

Penyakit kardiovaskular masih merupakan penyebab kematian tertinggi di dunia, dengan penyakit jantung koroner sebagai penyebab utama (43.8%) (Benjamin et al., 2018; Chandrababu et al., 2020). Berdasarkan data RISKESDAS tahun 2018, prevalensi penyakit jantung berdasarkan diagnosis dokter pada semua umur sebanyak 1.5% dari total penduduk Indonesia (Kemenkes RI, 2018). Penyakit jantung terdiri dari penyakit jantung yang tidak membutuhkan intervensi pembedahan dan penyakit jantung yang membutuhkan intervensi pembedahan seperti penyakit jantung koroner dan penyakit katup jantung.

Operasi jantung, baik operasi *coronary arterial bypass grafting (CABG)* maupun operasi katup jantung menjadi operasi jantung yang banyak dilakukan di dunia (Boitor et al., 2018). Selama tahun 2020—2021, operasi jantung di RS Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita berjumlah 2.501 kasus. Sebagian besar operasi jantung dilakukan dengan menggunakan mesin pintas jantung paru (*cardiopulmonary bypass machine*) yang berfungsi mengambil alih fungsi jantung paru selama proses pembedahan serta menyediakan lapang operasi yang bersih dari darah (Cribben et al., 2021; Liu et al., 2021). Komplikasi utama dari operasi jantung yang menggunakan mesin pintas jantung paru yaitu terjadinya *acute kidney injury* paska operasi, dimana kondisi ini dapat mempengaruhi lama hari rawat di ICU, kualitas hidup pasien paska operasi jantung, dan dikaitkan dengan peningkatan morbiditas dan mortalitas (Milne et al., 2022). Kualitas hidup pasien paska operasi jantung dipengaruhi oleh persepsi individu tentang dirinya secara subjektif terkait kondisi psikologis dan fisiknya (Awaludin et al., 2020). *Acute kidney injury* meningkatkan risiko kematian sebesar 3 hingga 8 kali lipat, dengan angka mortalitas tertinggi terjadi pada pasien yang membutuhkan terapi pengganti ginjal paska operasi yaitu sebesar 2% hingga 6% (Fisher et al., 2022).

*Acute kidney injury* merupakan komplikasi yang terjadi pada pasien yang menjalani operasi, baik operasi jantung maupun operasi umum. Angka kejadian *acute kidney injury* paska operasi diperkirakan mencapai 18% hingga 47% (Tam et al., 2023). Operasi jantung dengan menggunakan mesin pintas jantung paru menyumbang sebanyak 30% kejadian *acute kidney injury* paska operasi, sehingga manajemen *acute kidney injury* paska operasi jantung menjadi perhatian penting selama pasien menjalani operasi (Oh & Song, 2021). Hal ini berhubungan dengan durasi penggunaan *cardiopulmonary bypass* dan hemodilusi yang terjadi selama *cardiopulmonary bypass* (Manning et al., 2021). Hemodilusi yang terjadi karena penggunaan mesin pintas jantung paru mengakibatkan kurangnya pasokan oksigen ke target organ salah satunya ginjal, sehingga memicu terjadinya *acute kidney injury* (Phoon & Hwang, 2021).

Seiring dengan kemajuan teknik penggunaan mesin pintas jantung paru saat ini, kondisi hemodilusi selama penggunaan mesin tersebut dapat dicegah dengan menggunakan *conventional ultrafiltration*. *Conventional ultrafiltration* digunakan selama penggunaan mesin pintas jantung paru pada operasi jantung untuk mengurangi efek dari hemodilusi dan mencegah terjadinya anemia (Manning et al., 2021). Selain kegunaannya sebagai hemokonsentrator, *conventional ultrafiltration* juga memiliki dampak negatif bagi ginjal yang terdeteksi saat pasien menjalani perawatan paska operasi, yaitu terjadinya *acute kidney injury* (Manning et al., 2021). Studi terkait dampak negatif yang terjadi akibat penggunaan *conventional ultrafiltration* belum pernah dilakukan di Indonesia. Hal ini memicu penulis untuk melakukan *systematic review* terhadap beberapa literatur penelitian luar negeri untuk mengkonfirmasi bahwa terdapat keterkaitan antara perpindahan air dari darah selama penggunaan *conventional ultrafiltration* pada operasi jantung dengan kejadian *acute kidney injury* paska operasi.

## **METODE PENELITIAN**

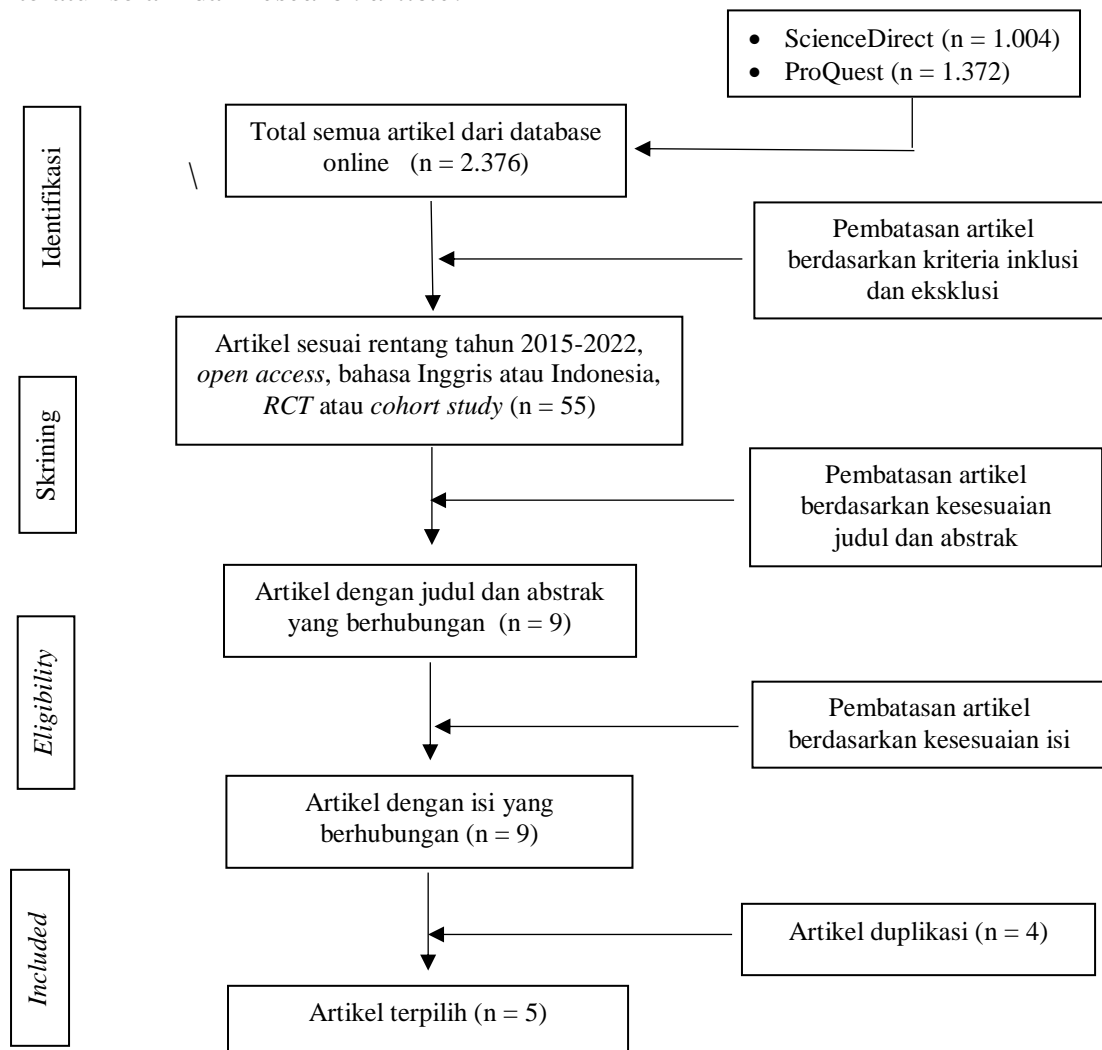
### **Desain Penelitian**

Desain penelitian yang digunakan yaitu *systematic review* untuk menjawab pertanyaan tentang “Berapa jumlah perpindahan air dari darah selama penggunaan *conventional ultrafiltration* yang dapat berisiko menimbulkan *acute kidney injury* paska

operasi jantung?”. Pencarian literatur untuk menjawab pertanyaan penelitian tersebut menggunakan acuan *PICO* (*population, intervention, comparison, and outcome*). Dalam penelitian ini ditetapkan komponen P: pasien yang akan menjalani operasi jantung, I: penggunaan *conventional ultrafiltration*, C: kelompok kontrol, O: tidak terjadi *acute kidney injury* paska operasi jantung.

### Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur dilakukan pada bulan Oktober 2022 secara sistematis di beberapa *database online* yaitu *ScienceDirect* dan *ProQuest* dengan menggunakan kata kunci *Cardiac Surgery AND Conventional Ultra Filtration OR Conventional Ultra Filtration during Cardiopulmonary Bypass AND Acute Kidney Injury*. Kriteria inklusi meliputi tahun publikasi 2015—2022, merupakan *research article* dengan desain *Randomized Controlled Trial (RCT)* atau *cohort study*, literatur berbahasa Inggris atau Indonesia, dan dapat diakses (*open access*). Kriteria eksklusi dari tinjauan ini yaitu literatur selain dari *research article*.



Gambar 1  
*PRISMA flowchart*

Strategi pencarian literatur menggunakan model *PRISMA*. Model *The Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* dirancang untuk membantu penulis melakukan telaah secara sistematis dan melaporkan mengapa telaah dilakukan, langkah- langkah apa yang dilakukan dalam melakukan telaah, serta hasil yang ditemukan dalam penelaahan yang dilakukan berhubungan dengan efek dari suatu intervensi kesehatan. Model *PRISMA 2020* yang merupakan pembaharuan dari model *PRISMA 2009* berisikan panduan pelaporan terbaru tentang penelaahan secara sistematis yang mendeskripsikan metode dalam mengidentifikasi, memilih, menilai, dan mensintesis suatu literatur penelitian (Page et al., 2021). Gambaran model *PRISMA* pada pencarian literatur penelitian dalam *systematic review* ini dijabarkan pada gambar 1.

## HASIL PENELITIAN

Tabel. 1  
Hasil Tinjauan Literatur

No	Identitas Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Phothikun, A., Nawarawong, W., Tantraworasin, A., & Tepsuwan, T. (2022), <i>The outcomes of ultrafiltration in on-pump versus of-pump coronary artery bypass grafting in patients with renal impairment</i>	<i>Cohort study</i>	Prosedur <i>CABG</i> dengan penggunaan ultrafiltrasi pada pasien <i>CKD</i> memberikan perlindungan yang rendah pada fungsi ginjal serta meningkatkan kejadian <i>acute kidney injury</i> paska operasi jika dibandingkan dengan teknik <i>off-pump CABG</i> .
2	Manning, M. W., Li, Y. J., Linder, D., Haney, J. C., Wu, Y. H., Podgoreanu, M. V., Swaminathan, M., Schroder, J. N., Milano, C. A., Welsby, I. J., Stafford-Smith, M., & Ghadimi, K. (2021), <i>Conventional Ultrafiltration During Elective Cardiac Surgery and Postoperative Acute Kidney Injury</i>	<i>Cohort study</i>	Perpindahan volume cairan <i>conventional ultrafiltration</i> > 32 mL/kg meningkatkan risiko kejadian <i>acute kidney injury</i> paska operasi jantung.
3	Manning, M. W., Li, Y. J., Linder, D., Haney, J. C., Wu, Y. H., Podgoreanu, M. V., Swaminathan, M., Schroder, J. N., Milano, C. A., Welsby, I. J., Stafford-Smith, M., & Ghadimi, K. (2017), <i>Conventional Ultrafiltrate Volume during Cardiopulmonary Bypass for Elective Cardiac Surgery is a Predictor of Acute Kidney Injury and Blood Transfusion</i>	<i>Cohort study</i>	Perpindahan volume cairan <i>conventional ultrafiltration</i> selama <i>cardiopulmonary bypass</i> menjadi penentu kejadian <i>acute kidney injury</i> paska operasi jantung.
4	Matata, B. M., Scawn, N., morgan, M., Shirley, S., Kemp, I., Richards, S., Lane, S., Wilson, K., Stables, R., Jackson, M., Haycox, A., & Mediratta, N.	<i>RCT</i>	<i>Zero balance ultrafiltration (Z-BUF)</i> berhubungan dengan penurunan yang signifikan pada kejadian <i>acute kidney injury</i> terkait <i>cardiopulmonary bypass</i> .

	(2015). <i>A Single-Center Randomized Trial of Intraoperative Zero-Balanced Ultrafiltration During Cardiopulmonary Bypass for Patients With Impaired Kidney Function Undergoing Cardiac Surgery</i>		
5	Paugh, T. A., Dickinson, T. A., Martin, J. R., Hanson, E. C., Fuller, J., Heung, M., Zhang, M., Shann, K. G., Prager, R. L., & Likosky, D. S., (2015). <i>Impact of Ultrafiltration on Kidney Injury After Cardiac Surgery: The Michigan Experience</i>	<i>Cohort study</i>	Penggunaan <i>conventional ultrafiltration</i> meningkatkan risiko kejadian <i>acute kidney injury</i> paska operasi. Jumlah perpindahan volume cairan yang minimal dapat menjadi pertimbangan untuk meminimalkan risiko kejadian <i>acute kidney injury</i> .

Berdasarkan hasil pencarian literatur secara sistematis dengan menggunakan kata kunci yang telah ditentukan, didapatkan hasil akhir literatur yang akan ditelaah sejumlah lima literatur berbahasa Inggris yang membahas tentang penggunaan *conventional ultrafiltration* selama operasi jantung sebagai upaya untuk mencegah terjadinya *acute kidney injury* paska operasi. Penilaian literatur terpilih menggunakan *Critical Appraisal Skills Programme (CASP) checklist for Randomized Controlled Trial* dan *Critical Appraisal Skills Programme (CASP) checklist for cohort study* untuk mengetahui kualitas dari literatur tersebut. Literatur yang didapatkan terdiri dari satu literatur penelitian menggunakan metode *Randomized Controlled Trial (RCT)* dan empat literatur penelitian menggunakan metode *cohort study*.

Penggunaan *conventional ultrafiltration* selama *cardiopulmonary bypass* pada operasi jantung dapat mengurangi terjadinya hemodilusi yang mengakibatkan anemia intra dan paska operasi. *Conventional ultrafiltrasi* juga dapat mengurangi faktor-faktor inflamasi yang beredar di dalam darah sebagai akibat dari penggunaan *cardiopulmonary bypass* selama dilakukan operasi jantung. Namun penggunaan *conventional ultrafiltration* juga dapat menyebabkan terjadinya *acute kidney injury* paska operasi jantung. Kondisi ini dipengaruhi oleh jumlah perpindahan volume cairan *conventional ultrafiltration* selama *cardiopulmonary bypass*, dimana jumlah perpindahan volume cairan yang melebihi 32 mL/kg dapat meningkatkan risiko terjadinya *acute kidney injury* paska operasi jantung.

## PEMBAHASAN

Prosedur penggantian atau perbaikan katup jantung dan beberapa prosedur *coronary arterial bypass grafting* menggunakan mesin pintas jantung paru selama prosesnya. Penggunaan *cardiopulmonary bypass* dalam operasi jantung menimbulkan berbagai dampak bagi pasien, selain fungsinya dalam mengambil alih fungsi jantung dan paru-paru selama operasi agar operasi berjalan lancar. Darah kontak dengan permukaan artifisial yaitu sirkuit mesin pintas jantung paru selama operasi jantung. Kondisi ini akan mengaktifkan sistem inflamasi, salah satunya yaitu pelepasan sitokin dan ekstrasvasi leukosit ke dalam darah sehingga akan menyebabkan terjadinya *SIRS (Systemic Inflammatory Response Syndrome)* (Bierer et al., 2021). Hemodilusi juga merupakan dampak dari penggunaan mesin pintas jantung paru yang terjadi akibat

adanya penambahan cairan priming di awal dan penambahan-penambahan cairan kristaloid selama penggunaan *cardiopulmonary bypass* (Kandil et al., 2021).

Hemodilusi akan menyebabkan terjadinya anemia selama penggunaan *cardiopulmonary bypass*, selain karena faktor rusaknya sel darah merah akibat kontak dengan permukaan artifisial mesin pintas jantung paru. Anemia dan kebutuhan transfusi menjadi perhatian utama selama operasi jantung. Anemia selama penggunaan *cardiopulmonary bypass* dimana hematokrit  $< 20\text{-}25\%$  dihubungkan dengan peningkatan risiko terjadinya gagal ginjal, stroke, bahkan kematian terkait dengan berkurangnya pasokan oksigen ke organ-organ vital (Hessel, 2019). Namun, penambahan transfusi darah untuk mengatasi anemia yang terjadi juga dapat meningkatkan morbiditas dan mortalitas (Hessel, 2019). Seiring dengan kemajuan teknik penggunaan mesin pintas jantung paru saat ini, kondisi hemodilusi selama penggunaan mesin tersebut dapat dicegah dengan menggunakan *Conventional Ultrafiltration*.

Ultrafiltrasi merupakan suatu teknik yang digunakan untuk manajemen volume dan filtrasi darah dalam upaya mencegah terjadinya kerusakan komponen-komponen darah. Teknik ini memiliki tujuan utama yaitu untuk meningkatkan konsentrasi darah, proses filtrasi, dan mengatur keseimbangan konsentrasi elektrolit dalam plasma khususnya kalium, serta melindungi fungsi ginjal dan mencegah pemberian transfusi (Kandil et al., 2021). *Conventional ultrafiltration* merupakan prosedur rutin yang diterapkan pada pasien yang menjalani operasi jantung dengan penggunaan mesin pintas jantung paru atau *cardiopulmonary bypass circuit*. *Conventional ultrafiltration* dengan fungsinya sebagai hemokonsentrator memfasilitasi terjadinya perpindahan sejumlah besar cairan (plasma isotonis) dan elektrolit seperti kalium dari darah (Friedrich et al., 2019). *Conventional ultrafiltration* merupakan membran semipermeabel yang memiliki serat berongga yang menyerupai filter dialisis. Darah akan melewati bagian dalam membran semipermeabel tersebut. Partikel-partikel yang memiliki ukuran lebih kecil dari pori-pori membran semipermeabel seperti air, kalium, zat-zat proinflamasi, dan obat-obatan akan diekskresikan (Manning et al., 2021).

Kelima literatur yang dibahas dalam *systematic review* ini mengidentifikasi keterkaitan antara penggunaan *conventional ultrafiltration* selama operasi jantung dengan kejadian *acute kidney injury* paska operasi jantung. Dua literatur mengidentifikasi penggunaan *conventional ultrafiltration* pada prosedur *coronary arterial bypass grafting* dan tiga literatur mengidentifikasi penggunaan *conventional ultrafiltration* pada prosedur *coronary arterial bypass grafting* maupun prosedur penggantian atau perbaikan katup. Dua literatur yang mengidentifikasi penggunaan *conventional ultrafiltration* pada prosedur *coronary arterial bypass grafting* membandingkan antara prosedur *CABG on pump* disertai penggunaan *conventional ultrafiltration* dengan *CABG off pump (OPCAB)* yang tidak menggunakan ultrafiltrasi.

Penggunaan *cardiopulmonary bypass* pada operasi jantung dihubungkan dengan kejadian *acute kidney injury* paska operasi yang memiliki angka kejadian hampir 30% dari kasus operasi jantung dewasa (Liu et al., 2021; Oh & Song, 2021). *Acute kidney injury* paska operasi jantung terjadi karena disebabkan oleh faktor kondisi pasien dan faktor terkait prosedur operasi (Kandil et al., 2021). Faktor kondisi pasien salah satunya yaitu fungsi ginjal pre operasi, dimana menyebabkan  $> 20\%$  kejadian *acute kidney injury* paska operasi jantung (Xu et al., 2022). Dua literatur yang dibahas dalam *systematic review* ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara

penggunaan *conventional ultrafiltration* dengan kejadian *acute kidney injury* paska operasi jantung pada pasien yang telah mengalami gangguan fungsi ginjal pre operasi. Satu literatur dalam *systematic review* ini memiliki kriteria inklusi yaitu pasien yang mengalami gagal ginjal stadium IIIa-b, IV, dan V (10), sementara satu literatur lagi menetapkan kriteria inklusi yaitu pasien dengan  $eGFR < 60$  mL/menit.

Literatur yang dibahas dalam *systematic review* ini mengidentifikasi hubungan antara penggunaan *conventional ultrafiltration* dengan kejadian *acute kidney injury* pada pasien yang tidak mengalami gangguan fungsi ginjal pre operasi (Manning et al., 2021). *Acute kidney injury* terkait prosedur operasi disebabkan oleh faktor-faktor seperti terjadinya *systemic inflammatory response syndroms (SIRS)*, anemia, berkurangnya suplai oksigen, koagulopati akibat kontak darah dengan permukaan artifisial, dan hemodilusi (Kandil et al., 2021), serta penggunaan *cardiopulmonary bypass* yang memanjang dan durasi *aortic clamping*.

Literatur penelitian dalam *systematic review* ini yang menerapkan penggunaan ultrafiltrasi pada pasien dengan fungsi ginjal normal menyatakan bahwa penggunaan *conventional ultrafiltration* juga memiliki dampak negatif yaitu meningkatkan risiko terjadinya *acute kidney injury* paska operasi (Manning et al., 2021). *Acute kidney injury* paska operasi terjadi akibat penggunaan ultrafiltrasi selama *cardiopulmonary bypass* yang tanpa perhitungan, dimana perpindahan air dari darah terlalu banyak sehingga mengakibatkan kondisi hipovolemia dan hipoperfusi ke ginjal. Satu literatur penelitian dalam *systematic review* ini membuktikan sebanyak 54% dari responden penelitian yang dilakukan mengalami *acute kidney injury* paska operasi jantung, dimana jumlah perpindahan volume cairan ultrafiltrasi  $> 32$  mL/kg (Manning et al., 2021).

Diagnosa *acute kidney injury* ditegakkan dengan mengevaluasi penurunan fungsi ginjal selama periode jam hingga hari paska operasi jantung, ditandai dengan kenaikan serum kreatinin, penurunan produksi urine, dan gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit (Abbas, 2020; Silva et al., 2021). Berdasarkan kriteria *KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes)*, diagnosa *acute kidney injury* paska operasi jantung ditegakkan dengan menggunakan nilai serum kreatinin pra operasi sebagai dasar pembandingan untuk nilai serum kreatinin setiap harinya selama tujuh hari paska operasi jantung. Dinyatakan pasien mengalami *acute kidney injury* jika terjadi peningkatan nilai serum kreatinin  $\geq 0.3$  mg/dL dalam 48 jam setelah operasi, terjadi peningkatan konsentrasi serum kreatinin 1.5x dari nilai dasar (serum kreatinin pra operasi), dan volume urine  $< 0.5$  mL/kgBB/jam selama 6 jam berturut-turut (Manning et al., 2021).

*Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)* menetapkan stadium *acute kidney injury* dengan menghitung perbandingan serum kreatinin maksimal selama seminggu paska operasi dengan serum kreatinin pre operasi (Manning et al., 2021). Stadium *acute kidney injury* dibagi atas empat stadium yaitu stadium 0 jika rasio  $< 1.5$ , stadium 1 jika rasio 1.5-2.0, stadium 2 jika rasio 2.0-3.0, dan stadium 3 jika rasio  $> 3.0$ . Rasio maksimal yang mengindikasikan bahwa pasien harus menggunakan *renal replacement therapy (RRT)* yaitu jika  $> 4$  (Manning et al., 2021).

Tiga literatur penelitian yang dibahas dalam *systematic review* ini mengidentifikasi bahwa jumlah perpindahan volume cairan *conventional ultrafiltration* menentukan terjadinya *acute kidney injury* paska operasi. Semakin banyak jumlah perpindahan volume cairan *conventional ultrafiltration* maka semakin besar risiko terjadinya *acute kidney injury* paska operasi. Manning (2021)

mengidentifikasi jumlah perpindahan volume cairan ultrafiltrasi yang dapat meningkatkan risiko terjadinya *acute kidney injury* paska operasi yaitu sebesar  $> 32$  mL/kg (Manning et al., 2021).

*Acute kidney injury* merupakan komplikasi yang terjadi pada pasien yang menjalani operasi, baik operasi jantung maupun operasi umum. Angka kejadian *acute kidney injury* paska operasi diperkirakan mencapai 18% hingga 47% (Tam et al., 2023). Operasi jantung dengan menggunakan mesin pintas jantung paru menyumbang sebanyak 30% kejadian *acute kidney injury* paska operasi, sehingga manajemen *acute kidney injury* paska operasi jantung menjadi perhatian penting selama pasien menjalani operasi (Oh & Song, 2021).

Satu literatur penelitian dalam *systematic review* ini menjelaskan tentang penggunaan ultrafiltrasi dengan menerapkan teknik *zero balance ultrafiltration (Z-BUF)*. Satu literatur penelitian tersebut membuktikan bahwa kebutuhan untuk terapi yang mendukung fungsi ginjal paska operasi lebih rendah pada pasien yang diterapkan *zero balance ultrafiltration*. Matata mengidentifikasi bahwa teknik *zero balance ultrafiltration* tepat dilakukan pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal yang menjalani operasi jantung karena dapat menurunkan konsentrasi mediator inflamasi dan memodifikasi kejadian klinis yang dapat merugikan sehingga kerusakan ginjal tidak semakin parah. Teknik *zero balance ultrafiltration* menyaring darah pada saat operasi jantung berlangsung dan menggantinya dengan cairan koloid atau kristaloid dalam jumlah yang sama.

Satu literatur dalam *systematic review* ini mengidentifikasi kegunaan dari *conventional ultrafiltration* selama cardiopulmonary bypass pada pasien gagal ginjal stadium IIIa-b, IV, dan V yang menjalani operasi *coronary arterial bypass grafting*. Penelitian yang dilakukan oleh Phothikun (2022) menemukan bahwa penggunaan *conventional ultrafiltration* selama *cardiopulmonary bypass* pada operasi *coronary arterial bypass grafting* memberikan perlindungan yang rendah terhadap fungsi ginjal pasien yang sudah mengalami gagal ginjal dibandingkan dengan operasi *coronary arterial bypass grafting* tanpa penggunaan *cardiopulmonary bypass* dan *conventional ultrafiltration (OPCAB)*. Operasi *coronary arterial bypass grafting (CABG) on pump* disertai penggunaan *conventional ultrafiltration* pada pasien dengan gagal ginjal juga meningkatkan risiko terjadinya *acute kidney injury* paska operasi (Phothikun et al., 2022).

Literatur penelitian tersebut membuktikan bahwa pada hari ke 30 paska operasi jantung level serum kreatinin pada pasien yang menjalani operasi *coronary arterial bypass grafting on pump* disertai penggunaan *conventional ultrafiltration* tetap bertahan di nilai awal sementara pasien yang menjalani operasi *coronary arterial bypass grafting off pump (OPCAB)* mengalami penurunan. Pada pasien dengan fungsi ginjal yang normal, kejadian *acute kidney injury* paska operasi jantung juga lebih banyak ditemukan pada pasien yang menjalani operasi *coronary arterial bypass grafting (CABG) on pump* dengan penggunaan *conventional ultrafiltration* selama *cardiopulmonary bypass* yaitu sebesar 2.9% dibandingkan dengan pasien yang menjalani operasi *coronary arterial bypass grafting off pump (OPCAB)* yaitu sebesar 1.4% (Yuan, 2019).



## SIMPULAN

Penggunaan *conventional ultrafiltration* yang tidak tepat, dimana jumlah perpindahan volume cairan ultrafiltrasi > 32 mL/kg akan meningkatkan risiko terjadinya *acute kidney injury* paska operasi jantung.

Hasil *systematic review* kelima jurnal terpilih ini dapat diterapkan oleh perawat perfusi sebagai penanggungjawab penggunaan mesin pintas jantung paru dan *conventional ultrafiltration* selama operasi jantung untuk mencegah terjadinya *acute kidney injury* paska operasi. Intervensi keperawatan yang dapat diterapkan oleh perawat perfusi dalam pencegahan terjadinya *acute kidney injury* paska operasi jantung salah satunya adalah memonitor jumlah perpindahan volume cairan *conventional ultrafiltration* selama penggunaan *cardiopulmonary bypass*.

## SARAN

Salah satu yang mempengaruhi luaran dari operasi jantung adalah keterlibatan perawat perfusi dalam tatalaksana mesin pintas jantung paru, salah satunya meliputi penggunaan *conventional ultrafiltration*. Seorang perawat perfusi berkewajiban untuk terus memonitor perpindahan volume cairan *conventional ultrafiltration* selama *cardiopulmonary bypass* pada operasi jantung sebagai upaya mencegah terjadinya *acute kidney injury* paska operasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, K. A. (2020). Acute Kidney Injury Pasca Operasi Coronary Artery Bypass Graft dengan Cardiopulmonary Bypass di Rsud Dr. Soetomo Surabaya. 1–6. <https://repository.unair.ac.id>
- Awaludin, S., Nurachmah, E., & Novitasari, D. (2020). Quality of Life in Cardiac Surgery: A Concept Analysis. 12(2), 137–140. <https://doi.org/10.37506/ijone.v12i2.4284>
- Benjamin, E. J., Virani, S. S., Callaway, C. W., Chamberlain, A. M., Chang, A. R., Cheng, S., Chiuve, S. E., Cushman, M., Dellinger, F. N., Deo, R., De Ferranti, S. D., Ferguson, J. F., Fornage, M., Gillespie, C., Isasi, C. R., Jiménez, M. C., Jordan, L. C., Judd, S. E., Lackland, D., Muntner, P. (2018). Heart Disease and Stroke Statistics - 2018 Update: A Report from The American Heart Association. In *Circulation*, 137(12). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000558>
- Bierer, J., Horne, D., Stanzel, R., Henderson, M., Boulos, L., & Hayden, J. (2021). Do Continuous Forms of Intra-Operative Ultrafiltration Enhance Recovery after Adult Cardiac Surgery with Cardiopulmonary Bypass? A Protocol for Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Systematic Reviews*, 10(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01826-y>
- Boitor, M., Martorella, G., Maheu, C., Laizner, A. M., & Gélinas, C. (2018). Effects of Massage in Reducing The Pain and Anxiety of The Cardiac Surgery Critically Ill—A Randomized Controlled Trial. *Pain Medicine (United States)*, 19(12), 2556–2569. <https://doi.org/10.1093/pm/pny055>
- Chandrababu, R., Nayak, B. S., Pai, V. B., N, R., George, L. S., Devi, E. S., & George, A. (2020). Effects of Foot Massage and Patient Education in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 40(November 2019), 101215. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101215>

- Cribben, N., Gonoud, D., & Kevin, L. G. (2021). Cardiopulmonary Bypass. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine*, 22(4). <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2021.02.006>
- Fisher, L. A., Stephenson, S., Reid, M. T., & Anderson, S. G. (2022). Acute Kidney Injury following Cardiopulmonary Bypass in Jamaica. *JTCVS Open*, 11(C), 161–175. <https://doi.org/10.1016/j.xjon.2022.05.012>
- Friedrich, M., Andradi, T. B., Kolle, J., Awad, G., Al-Sabri, S. M., & Tirilomis, T. (2019). Kidney Protection by Continuous Hemodiafiltration during and Post Cardiopulmonary Bypass. *Clinics in Surgery*. <https://www.clinicsinsurgery.com>
- Hessel, E. A. (2019). What's New in Cardiopulmonary Bypass. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 33(8), 2296–2326. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.01.039>
- Kandil, O. A., Motawea, K. R., Darling, E., Riley, J. B., Shah, J., Elashhat, M. A. M., Searles, B., & Aiash, H. (2021). Ultrafiltration and Cardiopulmonary Bypass Associated Acute Kidney Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Cardiology*, 44(12), 1700–1708. <https://doi.org/10.1002/clc.23750>
- Kemkes RI. (2018). Laporan Nasional RISKESDAS 2018. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan* (p. 198). <http://repository.bkpk.kemkes.go.id>
- Liu, D., Liu, B., Liang, Z., Yang, Z., Ma, F., Yang, Y., & Hu, W. (2021). Acute Kidney Injury Following Cardiopulmonary Bypass: A Challenging Picture. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8873581>
- Manning, M. W., Li, Y. J., Linder, D., Haney, J. C., Wu, Y. H., Podgoreanu, M. V., Swaminathan, M., Schroder, J. N., Milano, C. A., Welsby, I. J., Stafford-Smith, M., & Ghadimi, K. (2021). Conventional Ultrafiltration during Elective Cardiac Surgery and Postoperative Acute Kidney Injury. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 35(5), 1310–1318. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.11.036>
- Milne, B., Gilbey, T., & Kunst, G. (2022). Perioperative Management of the Patient at High-Risk of Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2022.08.016>
- Oh, T. K., & Song, I. A. (2021). Postoperative Acute Kidney Injury Requiring Continuous Renal Replacement Therapy and Outcomes after Coronary Artery Bypass Grafting: A Nationwide Cohort Study. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13019-021-01704-7>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *The BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Phoon, P. H. Y., & Hwang, N. C. (2021). Conventional Ultrafiltration—No More Role in Elective Adult Cardiac Surgery? *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 35(5), 1319–1320. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.01.013>

- Phothikun, A., Nawarawong, W., Tantraworasin, A., & Tepsuwan, T. (2022). The Outcomes of Ultrafiltration in On-Pump Versus Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in Patients with Renal Impairment. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13019-022-01976-7>
- Silva, T. F. da, Silva, K. R. da C., Nepomuceno, C. M., Corrêa, C. S. M., Godoy, J. P. M., Santos, A. T. L. dos, & Gheller, A. S. (2021). Incidence of Acute Kidney Injury post Cardiac Surgery: A Comparison of The AKIN and KDIGO Criteria. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*, 71(5), 511–516. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.016>
- Tam, C. W., Kumar, S. R., & Chow, J. (2023). Acute Kidney Injury and Renal Replacement Therapy: A Review and Update for the Perioperative Physician. *Anesthesiology Clinics*, 41(1), 211–230. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2022.10.004>
- Xu, J., Chen, X., Xie, Y., Lin, J., Jiang, W., Yu, J., Wang, Y., Luo, Z., Wang, C., Ding, X., Teng, J., & Shen, B. (2022). Improvement of Cardiac Function after Coronary Artery Bypass Grafting Surgery Reduces the Risk of Postoperative Acute Kidney Injury. *Clinical Cardiology*, 45(2), 173–179. <https://doi.org/10.1002/clc.23785>
- Yuan, S. (2019). Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery : Risk Factors and Novel Biomarkers. 34(3), 352–360. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2018-0212>