

### INFORMASI ARTIKEL

Received: November, 16, 2023

Revised: January, 17, 2024

Available online: January, 18, 2024

at : <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/holistik>

## ***Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review***

Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia

Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: [ibnusofa8@gmail.com](mailto:ibnusofa8@gmail.com)

### Abstract

**Background:** Heart surgery is the act of repairing or replacing part of the heart anatomy to restore the heart's function as a circulation pump. There are two categories of surgery, open heart surgery and closed heart surgery. Closed heart surgery does not require a cardiopulmonary bypass (CPB) machine. Meanwhile, open heart surgery will require support using a CPB machine to maintain circulation.

**Purpose:** To provide an overview and ideas from the results of a literature review regarding the importance of blood gas monitoring in heart surgical procedures that use a cardiopulmonary bypass (CPB) machine or device.

**Method:** Literature review research to analyze literature that has been selected from various sources to come to a conclusion on a new idea. The topics used are continuous blood gass and cardiopulmonary bypass. Journal searches via online databases include Scopus (n=310), Proquest (n=267), Sage journals (n=87), and Spinger link (n=20) so that the collected articles were 684. Researchers used a study selection guide PRISMA flow diagram for assessing article quality.

**Results:** Based on a review of 10 selected journals, it was found that blood gas examinations and assessments carried out continuously can provide better and more accurate values. This is very useful in maintaining or maintaining the quality of blood in the body's circulation during surgery. Blood gas monitoring that is generally assessed is PH, PaO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, lactate, electrolyte values, arterial saturation and venous saturation. The obstacle experienced by the public is that continuous blood gas examination devices are expensive.

**Conclusion:** The use of blood gas monitoring and continuous blood gas measurements is very beneficial in improving the blood quality of patients undergoing heart surgery. Real time monitoring will be able to detect abnormal results and require immediate intervention.

**Keywords:** Cardiopulmonary Bypass; Cardiac Surgery; Continuous Blood Gass.

**Pendahuluan:** Tindakan pembedahan jantung adalah tindakan memperbaiki atau mengganti sebagian anatomi jantung untuk mengembalikan fungsi jantung sebagai pompa sirkulasi. Pelaksanaan pembedahan terdapat dua kategori, bedah jantung terbuka dan bedah jantung tertutup. Pada pembedahan jantung tertutup tidak memerlukan mesin *cardiopulmonary bypass* (CPB). Sementara bedah jantung terbuka akan memerlukan *support* penggunaan mesin CPB untuk mempertahankan sirkulasi tetap terjaga.

**Tujuan:** Untuk memberikan gambaran dan gagasan dari hasil *literature review* tentang pentingnya monitoring gas darah dalam prosedur pembedahan jantung yang menggunakan mesin atau alat *cardiopulmonary bypass* (CPB).

**Metode:** Penelitian *literature review* untuk menganalisis literatur-literatur yang telah dipilih dari berbagai sumber hingga menjadi sebuah satu kesimpulan ide baru. Topik yang digunakan yaitu *continuous blood gass* dan *cardiopulmonary bypass*. Penelusuran jurnal melalui *online database* antara lain, Scopus (n=310), Proquest

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

(n=267), Sage journals (n=87), dan Springer link (n=20) sehingga artikel yang terkumpul sebanyak 684. Peneliti menggunakan panduan penyeleksian studi PRISMA flow diagram untuk melakukan penilaian kualitas artikel.

**Hasil:** Berdasarkan review 10 jurnal pilihan, didapatkan bahwa pemeriksaan dan penilaian gas darah yang dilakukan secara *continuous* dapat memberikan nilai yang lebih baik dan akurat. Hal ini sangat bermanfaat dalam menjaga atau mempertahankan kualitas darah dalam sirkulasi tubuh selama pembedahan berlangsung. Monitoring gas darah yang umumnya dinilai adalah PH, PaO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, laktat, nilai elektrolit, saturasi arteri, dan saturasi vena. Kendala yang dialami oleh masyarakat adalah *device* pemeriksaan gas darah secara *continuous* memiliki harga yang mahal.

**Simpulan:** Penggunaan monitoring gas darah dan pengukuran gas darah secara *continuous* sangat memberikan manfaat terhadap peningkatan kualitas darah pasien yang menjalani pembedahan jantung. Monitoring yang *real time* akan mampu mendeteksi hasil yang abnormal dan memerlukan intervensi segera.

**Kata kunci:** Bedah Jantung; Continuous Blood Gass; Cardiopulmonary Bypass.

## PENDAHULUAN

Tindakan pembedahan jantung adalah tindakan memperbaiki atau mengganti sebagian anatomi jantung untuk mengembalikan fungsi jantung sebagai pompa sirkulasi. Pelaksanaan pembedahan terdapat dua kategori, bedah jantung terbuka dan bedah jantung tertutup. Bedah jantung terbuka adalah tindakan pembedahan yang memerlukan pembukaan ruang jantung seperti repair mitral, repair trikuspid, repair total koreksi pada kongenital. Bedah jantung tertutup adalah bedah jantung yang dilakukan tanpa membuka ruang jantung, seperti *coronary artery bypass grafting* (CABG), ligasi PDA, BT-shunt. Pada pembedahan jantung tertutup tidak memerlukan mesin *cardiopulmonary bypass* (CPB). Sementara bedah jantung terbuka akan memerlukan *support* penggunaan mesin CPB untuk mempertahankan sirkulasi tetap terjaga (Lamperti, Jain, & Byrappa, 2020; Holst, Said, Nelson, Cannon, & Dearani, 2017).

Metode monitoring gas darah selama bedah jantung mengalami perubahan yang pesat. Parameter yang dinilai semakin bervariasi. Hal ini akan membantu dalam manajemen sirkulasi dan oksigenasi selama pembedahan. Perubahan-perubahan yang terjadi bertujuan untuk meningkatkan pelayanan dan kualitas hidup pasien (Ranucci, Carboni, Cotza, & De Somer, 2017).

CPB adalah bentuk sirkulasi ekstrakorporeal yang fungsinya mendukung sirkulasi dan pernapasan bersama dengan manajemen suhu untuk memfasilitasi operasi pada jantung dan pembuluh darah besar. Adanya CPB akan memungkinkan jantung untuk dihentikan sehingga dapat dipotong terbuka dan penyumbatan dapat diperbaiki. Selama dilakukannya prosedur

pembedahan jantung secara terbuka dengan mesin CPB, teknik hipotermia biasanya akan digunakan (Hessel, 2014; Govender, Jani, & Cabrales, 2022). CPB dianggap sebagai salah satu kemajuan terpenting dalam bidang kedokteran di abad ke-20. Pada tahun 2018, sekitar 70.85% operasi kardiovaskular di 693 rumah sakit di Tiongkok yang dilakukan dengan CPB untuk menjaga sirkulasi darah normal tanpa gangguan darah di bidang bedah. Jenis operasi jantung yang paling umum dilakukan dengan CPB adalah transplantasi jantung, gabungan cangkang bypass arteri koroner (CABG) dan operasi katup (Zhang, Zhang, Lou, Luo, Du, Meng, & Zhang, 2021).

Prosedur penggunaan mesin CPB memungkinkan darah tetap bersirkulasi keseluruhan tubuh meskipun jantung dan paru-paru berhenti berfungsi. Hal ini bertujuan agar sirkulasi tetap terjaga dan menghindari kerusakan dan kematian organ akibat prosedur pembedahan. Melalui penggunaan mesin CPB seorang dokter bedah juga sangat terbantu karena lapang pandang dan area operasi menjadi terbuka dan bebas dari sirkulasi darah. Sehingga prosedur pembedahan bisa dilakukan dengan optimal (Martinez, & Whitbread, 2012; Barry, Chaney, & London, 2015).

Darah yang dialirkan ke dalam tubuh ketika menggunakan CPB harus menyerupai kualitas darah arteri dengan komposisi darah, asam basa dan elektrolit yang normal. Seorang perfusionist yang mengendalikan penggunaan mesin CPB akan sangat berperan penting dan bertanggung jawab terhadap kualitas darah ini. Seorang perfusionist akan memastikan kualitas darah dengan mengukur dan menilai status asam basa, hemoglobin,

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

hematokrit, saturasi, kecukupan oksigen, elektrolit dan status metabolik penting lainnya. Pengukuran status kualitas darah ini dapat dilakukan secara *intermitten* setiap 30 menit atau setiap perubahan intervensi (Maruniak, Druzhyna, Loskutov, Todurov, & Swol, 2022).

Kendala yang dihadapi dengan pemeriksaan *continuous* adalah fasilitas atau alat yang cukup mahal. Selain itu seorang perfusionist juga harus terlatih dalam menggunakan alat monitoring *continuous*. Beberapa alat yang digunakan untuk *continuous* monitoring seperti CDI 500 dan B-CAPTA. Alat pengukuran ini juga bervariasi kemampuannya, sehingga bisa disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan (Reagor, Gao, & Tweddell, 2021).

Adanya kemajuan teknologi monitoring dan pengukuran status darah lebih baik dilakukan secara *continuous* sepanjang pembedahan berlangsung. Pengukuran dan monitoring secara *continuous* tentunya akan memberikan hasil yang lebih *real time* sehingga jika terdapat nilai yang tidak sesuai dapat dilakukan intervensi secara cepat.

## METODE

Penelitian ini menggunakan *literature review* yaitu suatu studi yang dilakukan untuk menganalisis literatur-literatur yang telah dipilih dari berbagai sumber hingga menjadi sebuah kesimpulan ide baru. Jurnal yang digunakan dalam studi ini adalah jurnal-jurnal yang membahas mengenai topik dengan 2 kategori kata kunci yaitu *continuous blood gas* dan *cardiopulmonary bypass*. Penelusuran jurnal akademik melalui *online database* antara lain, Scopus (n=310), Proquest (n=267), Sage journals (n=87), dan Spinger link (n=20) sehingga artikel yang terkumpul sebanyak 684.

Pada tinjauan literatur ini, peneliti menggunakan panduan penyeleksian studi PRISMA *flow diagram*

untuk melakukan penilaian kualitas artikel. Kriteria inklusi dalam penyeleksian artikel adalah tersedia *full text*, artikel dipublikasikan tahun 2010-2023, berbahasa inggris, dan desain penelitian kuantitatif, kualitatif, atau *mixed method*. Topik artikel berkaitan dengan manfaat *continuous* monitoring gas darah dalam mempertahankan kualitas darah pada tindakan bedah jantung yang menggunakan alat cardiopulmonary bypass.

Proses seleksi artikel dilakukan pengecualian dengan tahun terbit dan bahasa yang tidak memenuhi syarat (n=582) menjadi 102, dilanjutkan dengan mengecualikan kembali karena abstrak tidak memenuhi syarat (n=83) menjadi (n=19). Tidak ada grup pembanding atau duplikat (n=9) sehingga *full text* yang sesuai dengan topik (n=10).

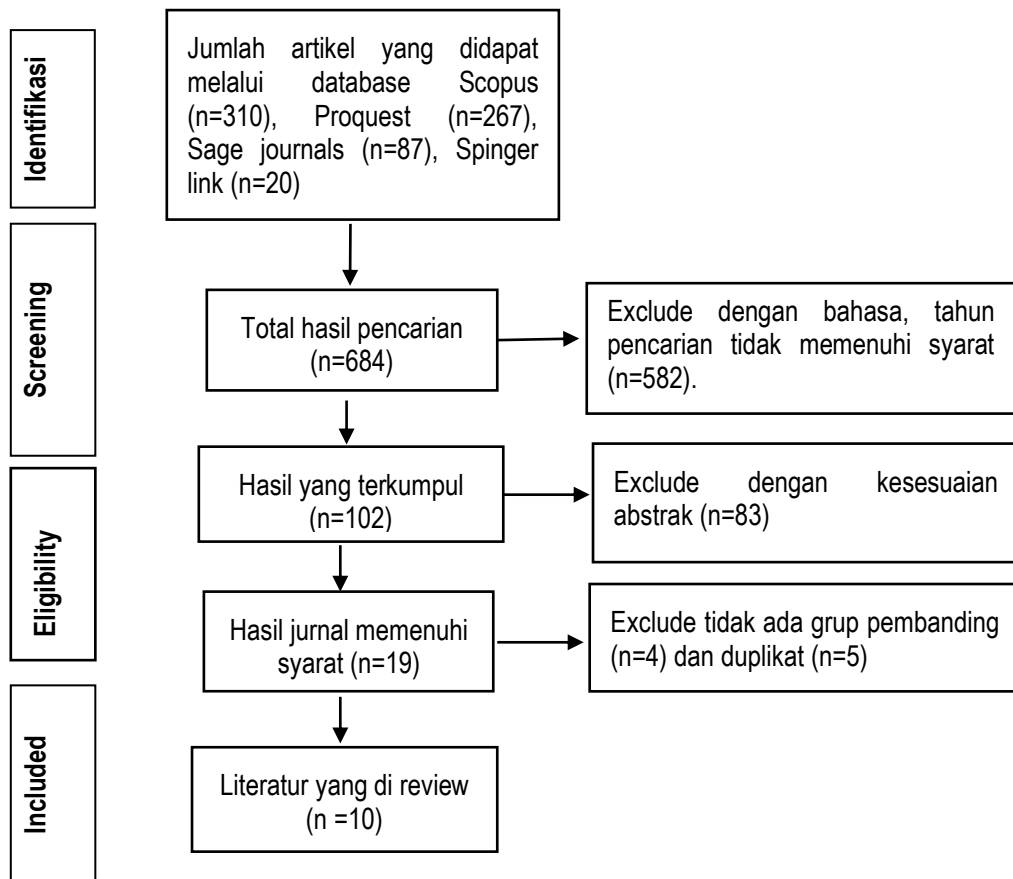
Tahapan dalam pemilihan artikel yaitu berdasarkan judul dan kata kunci, diikuti dengan telaah abstrak artikel. Selanjutnya peninjauan artikel secara teks penuh (*full text*) berdasarkan hasil penelitian yang kemudian akan dijadikan sebagai pembahasan. Kriteria inklusi pada kajian ini adalah jurnal atau artikel nasional dan internasional yang berhubungan dengan manfaat *continuous* monitoring gas darah dalam mempertahankan kualitas darah pada tindakan bedah jantung yang menggunakan alat cardiopulmonary bypass. Sedangkan kriteria eksklusi pada kajian ini adalah artikel penelitian hanya berupa abstrak, duplikat dan hanya berisi topik tentang tindakan bedah jantung.

Ekstraksi dan pemetaan literatur yang digunakan pada tahap ini, artikel yang terpilih kemudian dianalisis dan artikel yang terpilih dipetakan dalam bentuk tabel yang terdiri atas referensi, negara, tujuan, metode, dan hasil. Analisis kemudian juga dilakukan dengan cara membandingkan persamaan dan perbedaan pada masing-masing artikel yang dilaporkan di dalam literatur.

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

## HASIL



Gambar PRISMA Flow Diagram

Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

**Tabel Hasil Pemetaan Data Artikel**

Referensi	Negara	Tujuan	Metode	Hasil
Matteucci, M., Ferrarese, S., Cantore, C., Cappabianca, G., Massimi, G., Mantovani, V., & Beghi, C. (2020). Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: risk factors and impact on surgical results with a focus on the long-term outcome.	Italy	Mengevaluasi peningkatan laktat lebih dari >2.0 mmol/L selama prosedur pembedahan yang menggunakan mesin CPB berfokus pada hasil jangka panjang.	Consecutive study. Kami meninjau 1.099 pasien dewasa berturut-turut yang menjalani operasi jantung dengan pompa. Para pasien dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan ada tidaknya hiperlaktatemia. Faktor risiko hiperlaktatemia sebelum dan intraoperatif diidentifikasi, dan hasil pasca operasi pasien dengan atau tanpa hiperlaktatemia dibandingkan.	Hiperlaktat selama CPB memiliki hubungan yang signifikan terhadap angka morbiditas dan mortalitas. Koreksi terhadap faktor risiko hiperlaktat, deteksi dini dan koreksi terhadap penemuan deteksi akan mengurangi angka komplikasi dan meningkatkan hasil kualitas pasien.
Patel, R., Solanki, A., Patel, H., Patel, J., Pandya, H., & Sharma, J. (2017). Monitoring Microcirculatory Blood Flow During Cardiopulmonary Bypass In Paediatric Cardiac Surgery Patients As A Predictor For Anaerobic Metabolism.	India	Untuk mempelajari penggunaan P(v-a) CO <sub>2</sub> /C(-v) O <sub>2</sub> rasio sebagai penanda <i>low cardiac output</i> selama CPB pada pasien bedah jantung pediatrik	Penelitian ini merupakan penelitian observasional prospektif yang dilakukan selama sembilan bulan dari 1 Agustus 2015 hingga 30 April 2016. Sebanyak 110 anak dilibatkan, yang menjalani CPB selama operasi jantung. Waktu CPB, Mean Arterial Pressure (MAP), laju aliran, waktu penjepit silang, dicatat untuk semua pasien serta Gas Darah Arteri (ABG) dan Gas Darah Vena (VBG) diperiksa pada empat titik waktu yang berbeda: 1) Sebelum CPB, 2) 10 menit setelah inisiasi CPB, 3) 30 menit saat CPB, dan 4) di luar CPB.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kurva Karakteristik Operasi Penerima (kurva ROC) pada waktu CPB 30 menit P(v-a) CO <sub>2</sub> /C(a-v) O <sub>2</sub> lebih spesifik dan sensitif dibandingkan laktat untuk mendeteksi metabolisme anaerobik. Penurunan jumlah trombosit signifikan pada hari kedua pasca operasi.
Dunham, A. M., Grega, M. A., Brown IV, C. H., McKhann, G. M., Baumgartner, W. A., & Gottesman, R. F. (2017). Perioperative low arterial	Amerika Serikat	Membandingkan hubungan antara oksigenasi sistemik rendah pada pasien yang dilakukan cardiopulmonary bypass terhadap kejadian stroke	Restrospective study. Dalam penelitian terhadap 251 pasien dewasa yang menjalani prosedur bypass kardiopulmoner di satu pusat dari tahun 2003 hingga 2006, kasus (pasien dengan stroke pasca operasi setidaknya 24 jam setelah operasi) dibandingkan dengan kontrol 1:2 dengan kontrol tanpa stroke. Nilai	Nilai nadir Pao <sub>2</sub> yang lebih rendah dikaitkan dengan stroke pasca operasi, dengan perkiraan kemungkinan terjadinya stroke meningkat lebih dari 20% (rasio odds yang disesuaikan [OR], 1.23; interval kepercayaan 95% [CI],

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i9.13025>

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

oxygenation is associated with increased stroke risk in cardiac surgery.			tekanan parsial oksigen minimum dan rata-rata dalam darah arteri (Pao <sub>2</sub> ), dari nilai gas darah arteri selama dan hingga 24 jam setelah operasi, dievaluasi sebagai prediktor berkelanjutan dan kategoris. Model regresi logistik bersyarat yang disesuaikan dengan potensi perancu (demografi, penyakit penyerta, dan variabel intraoperatif) digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel Pao <sub>2</sub> dan status stroke.	(1.07–1.41) per 10 mm Hg nadir Pao <sub>2</sub> yang lebih rendah, dan hal serupa juga meningkatkan peluang terjadinya stroke per kuartil bawah nadir Pao <sub>2</sub> (OR, 1.60; 95% CI, 1.19–2.16). Ketika rata-rata Pao <sub>2</sub> dipertimbangkan, kemungkinan terjadinya stroke juga meningkat (OR yang disesuaikan, 1.39 per kuartil bawah rata-rata Pao <sub>2</sub> ; 95% CI, 1.05-1.83).
Al-Ghali, B. A., Alzubeidy, H. H., & Al-Dahan, Z. T. (2022). Non-Invasive Measurement of Arterial pH During Cardiopulmonary Bypass.	Iraq	Untuk mengetahui efek hiperglikemia terhadap nilai PH.	Untuk mendapatkan model matematika yang menghubungkan PaCO <sub>2</sub> dan pH, kami menggunakan metode pendekatan linier berdasarkan kriteria kuadrat terkecil biasa (OLS). Dataset dibagi menjadi 70% dan 30% untuk set pelatihan dan pengujian. Koefisien determinasi (R <sup>2</sup> ), root mean square error (RMSE) antara nilai prediksi dan nilai terukur, dan koefisien varians (CV) digunakan untuk menilai akurasi model.	Kadar glukosa darah hampir tidak berpengaruh terhadap variabilitas pH darah ( $\pm 0.067$ unit). PH darah menunjukkan hubungan linier dengan PaCO <sub>2</sub> dimana koefisien korelasi Pearson menunjukkan korelasi negatif yang tinggi (-0.81, -0.79, dan -0.86 untuk kelompok; A, B, dan C, masing-masing).
Garrison, L., Riley, J. B., Wysocki, S., Souai, J., & Julick, H. (2022). Validation of transcutaneous carbon dioxide monitoring using an artificial lung during adult pulsatile cardiopulmonary bypass.	Amerika Serikat	Untuk memvalidasi penggunaan tcCO <sub>2</sub> menggunakan paru-paru buatan selama CPB dan mengidentifikasi lokasi sensor yang akan mengoptimalkan estimasi PaCO <sub>2</sub> bila dibandingkan dengan standar emas analisis gas darah.	<i>Prospective study</i> . Pengukuran tcCO <sub>2</sub> (N = 185) dikumpulkan setiap 30 menit selama 54 prosedur CPB pulsatil. Kesesuaian/perbedaan antara tcCO <sub>2</sub> dan PaCO <sub>2</sub> dibandingkan pada tiga lokasi sensor. Dibandingkan dengan daun telinga atau dahi, nilai PtcCO <sub>2</sub> submandibular paling sesuai dengan PaCO <sub>2</sub> dan dengan perbedaan median -0.03 mmHg (IQR = 5.4, p < 0.001). Perbedaan median yang kecil dan IQR yang dapat diterima mendukung validitas pengukuran tcCO <sub>2</sub> .	Penggunaan transcutaneous PCO <sub>2</sub> selama CPB menunjukan akurasi nilai prediksi PCO <sub>2</sub> yang lebih baik dibanding dengan pemeriksaan standar analisa gas darah
Gerritse, M., van Hoeven, M., & Overvest, E.	Belanda	Untuk membuktikan jika monitoring vena CO <sub>2</sub> (PvCO <sub>2</sub> )	<i>Prospective study</i> . Pengukuran PvCO <sub>2</sub> dan ExCO <sub>2</sub> dipantau terus menerus selama 40 prosedur	Perbedaan nilai antara pengukuran VO <sub>2</sub> i menggunakan PCO <sub>2</sub> monitoring dan

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i9.13025>

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

(2023). Comparison of venous pCO <sub>2</sub> and exhaust pCO <sub>2</sub> for calculating CO <sub>2</sub> production during cardiopulmonary bypass.		dapat digunakan sebagai alternatif pengganti ExCO <sub>2</sub> (capnograph) untuk mengukur VO <sub>2i</sub> .	pencangkakan bypass arteri koroner (CABG) elektif. VCO <sub>2i</sub> dihitung dengan ExCO <sub>2</sub> dan PvCO <sub>2</sub> .	ExCO <sub>2</sub> tidak memiliki perbedaan signifikan secara statistik dengan suhu normothremi, sehingga dapat disimpulkan bahwa PCO <sub>2</sub> monitoring dapat digunakan untuk menggantikan ExCO <sub>2</sub> .
Svenmarker, S., Hannuksela, M., & Haney, M. (2018). A retrospective analysis of the mixed venous oxygen saturation as the target for systemic blood flow control during cardiopulmonary bypass.	Swedia	Untuk membuktikan bahwa saturasi vena lebih dari 75 lebih baik dalam fungsi preservasi organ ginjal,	Studi observasional retrospektif. Selama 10 tahun ini menganalisis 6.945 kasus bedah jantung berturut-turut yang memerlukan CPB. Titik akhir mencakup tingkat cedera ginjal akut (AKI) dan kelangsungan hidup jangka pendek, juga perkiraan laju filtrasi glomerulus (eGFR), kadar laktat, dan transfusi darah.	Target saturasi 75 menunjukkan penurunan resiko AKI postoperasi. Saturasi 75 juga menunjukkan perbaikan secara klinis pada pengukuran laktat dan GFR.
Musat, A., Ouardirhi, Y., Marty, J. C., Benkhadran, S., David, M., & Girard, C. (2004). Significance of continuous blood gas monitoring in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass.	Prancis	Untuk membandingkan antara pemeriksaan gas darah secara konvensional dengan continuous monitoring selama operasi.	Prospective observasional study yaitu Sepuluh pasien berturut-turut (usia 70 ± 5 tahun) dimasukkan dengan persetujuan tertulis. Anestesi diinduksi dengan etomidate, midazolam dan sufentanil dengan cisatracurium atau rocuronium untuk relaksasi otot. Anestesi dipertahankan dengan isofluran. Fraksi oksigen inspirasi selama anestesi adalah 50% dan ini meningkat jika diperlukan untuk menjaga SPO <sub>2</sub> ≥97%. Pemantauan termasuk tekanan darah invasif (BP), EKG delapan lead, tekanan vena sentral (CVP), SPO <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> end-tidal. Gas darah dinilai secara intermiten di laboratorium dan terus menerus dengan sistem Paratrend 7.	Pemeriksaan gas darah secara <i>intermitten</i> menunjukkan hasil yang lebih lama dan nilai yang kurang akurat karena pengiriman sampel.
Mohammadhoseini, E., Safavi, E., Seifi, S., Seifirad, S., Firoozbakhsh,	Iran	Menginvestigasi efek nilai gas darah dan PH akibat faktor penyimpanan, suhu dan delay	Multistep experimental study, 2.5 mL sampel darah arteri diambil dari 45 pasien melalui kateter Intraarterial. Setiap sampel dibagi menjadi lima	Nilai PaO <sub>2</sub> sample darah yang disimpan selama 30-60 menit pada suhu 0°C memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i9.13025>

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

<p>S., &amp; Peiman, S. (2015). Effect of sample storage temperature and time delay on blood gases, bicarbonate and pH in human arterial blood samples.</p>	<p>analisa.</p>	<p>sampel yang sama besar dan disimpan dalam jarum suntik plastik tuberkulin serbaguna. Analisis gas darah dilakukan pada salah satu dari lima sampel sesegera mungkin. Empat sampel lainnya dibagi menjadi dua kelompok yang disimpan pada suhu 22°C dan 0°C. Analisis gas darah diulangi pada 30 dan 60 menit setelah pengambilan sampel.</p>	<p>nilai PaO<sub>2</sub> sample yang diperiksa segera. PaO<sub>2</sub> sample darah yang disimpan selama 30-60 menit pada suhu 27° C memiliki nilai yang lebih rendah signifikan secara statistik. Tidak terdapat perbedaan signifikan nilai PCO<sub>2</sub> sampel yang disimpan pada suhu 0°C, 30 atau 60 menit. Tapi nilai PCO<sub>2</sub> sample pada suhu 22°C derajat memiliki hasil yang lebih tinggi. Tidak ada perbedaan signifikan nilai PH pada suhu 0°C. Pada sampel suhu 22°C derajat nilai PH turun secara signifikan setelah 30 menit dan 60 menit.</p>	
<p>Ottens, J., Tuble, S. C., Sanderson, A. J., Knight, J. L., &amp; Baker, R. A. (2010). Improving cardiopulmonary bypass: does continuous blood gas monitoring have a role to play.</p>	<p>Australia</p>	<p>Menginvestigasi peran <i>in-line monitoring</i> gas darah dalam meningkatkan manajemen gas darah selama <i>cardiopulmonary bypass</i></p>	<p>Prospective randomized trial, Informed consent diperoleh dari semua pasien yang menjalani operasi jantung menggunakan CPB, kecuali pasien yang memerlukan operasi darurat, tidak aktif. -prosedur pompa, atau yang bahasa pertamanya bukan bahasa Inggris. Setelah informed consent, pasien secara acak dimasukkan ke dalam salah satu dari dua kelompok: kelompok Kontrol atau kelompok CDI dengan generator nomor acak yang terkomputerisasi. sebelum memasuki ruang operasi. Tim bedah, perawatan intensif, dan manajemen pasca operasi tidak mengetahui adanya pengacakan.</p>	<p>continuous /in lined blood gas monitoring dengan CDI 500 memiliki hasil signifikan secara klinis, hasil ini secara signifikan meningkatkan manajemen gas darah selama CPB.</p>

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i9.13025>



**PEMBAHASAN**

Berbagai *evidence* menunjukkan banyaknya manfaat dan kelebihan penggunaan penilaian status darah secara *continuous*. Beberapa data statistik menunjukkan manfaat dan kelebihan-kelebihan metode. Metode ini dinilai sangat membantu terutama untuk prosedur kompleks dan panjang.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan penggunaan kurva rasio  $P(v-a)CO_2/C(a-v)O_2$  pada 30 menit CPB lebih sensitif dan spesifik daripada laktat untuk mendeteksi metabolisme anaerob (Patel et al., 2017). Lebih lanjut hasil lain juga menunjukkan bahwa pengukuran secara *continuous* selain menunjukkan status asam basa juga memberikan manfaat karena pengukuran *continuous* dapat digunakan untuk menilai  $etCO_2$ . Sehingga hal ini akan memudahkan untuk menilai dan mengukur  $etCO_2$  tanpa ventilator (Gerritse et al., 2023). Hasil penelitian menunjukkan perbedaan nilai antara pengukuran  $VO_2i$  menggunakan  $PvCO_2$  monitoring dan  $ExCO_2$  pada suhu normothermi tidak memiliki perbedaan signifikan secara statistik. Sehingga dapat diartikan bahwa  $PvCO_2$  monitoring dapat digunakan untuk menggantikan  $ExCO_2$ .

Hasil penelitian lain juga menunjukkan kelebihan pengukuran transcutaneous  $etCO_2$  dibandingkan dengan metode pengukuran analisa gas darah standar. Hal tersebut berarti penggunaan transcutaneous  $PCO_2$  selama CPB menunjukkan akurasi nilai prediksi  $PCO_2$  yang lebih baik dibanding dengan pemeriksaan standar analisa gas darah. Nilai yang akurat akan menghindari kesalahan interpretasi dan intervensi (Garrison et al., 2022)

Odds stroke pasca bedah jantung mengalami peningkatan pada pasien dengan nilai  $PaO_2$  rendah selama 24 jam pasca operasi dengan peningkatan lebih dari 20%, CI 95%. Penelitian ini menunjukkan hubungan antara  $PaO_2$  rendah dengan angka kejadian stroke.  $PaO_2$  menggambarkan tekanan parsial oksigen di dalam darah arteri. Nilai ini akan mempengaruhi difusi oksigen ke dalam jaringan tubuh. Nilai yang rendah akan sangat mungkin mengganggu dan mengurangi proses difusi. Hal ini akan membuat sel jaringan menjadi iskemia. Apabila hal ini terjadi pada jaringan otak, akan menimbulkan resiko stroke. Efek ini juga dapat terjadi pada organ lain baik organ vital maupun perifer. Penggunaan *continuous* monitoring mampu mendeteksi kadar  $PaO_2$  yang dengan cepat, sehingga nilai  $PaO_2$  yang

rendah ini dapat diintervensi segera (Dunham et al., 2017).

Lebih lanjut tentang iskemia organ yang menginvestigasi besar nilai saturasi vena dan hubungannya dengan angka kejadian gagal ginjal akut menunjukkan hasil yang didapatkan nilai target saturasi 75 menunjukkan penurunan resiko AKI pasca operasi. Selain itu juga menunjukkan perbaikan secara klinis juga pada pengukuran laktat dan glomerulus filtration rate (GFR). Nilai saturasi vena berhubungan dengan oksigen *consumption* dan oksigen *delivery*. Dengan mengasumsikan bahwa konsumsi oksigen adalah normal maka nilai saturasi vena 75 atau lebih akan didapatkan jika *delivery* oksigen juga normal. Pengukuran *delivery* Oksigen ( $DO_2$ ) dan *consumption* oksigen ( $VO_2$ ) akan mudah dilakukan dengan pemeriksaan gas darah. Pemeriksaan gas darah dilakukan dengan menggunakan dua sampel yaitu arteri dan vena. Penelitian ini menunjukkan pentingnya pengukuran dan penilaian saturasi vena sebagai nilai konsumsi oksigen untuk menilai kecukupan oksigen *delivery* (Svenmarker et al., 2018)

Pemeriksaan gas darah secara *intermittent* menunjukkan hasil yang lebih lama dan nilai yang kurang akurat karena pengiriman sampel dan penyimpanan sampel. Hal tersebut menunjukkan bahwa ada pengaruh pengiriman sampel dan penyimpanan sampel sebelum sampel tersebut dianalisa (Musat et al., 2004). Didukung juga oleh penelitian lain yang melakukan investigasi efek faktor penyimpanan, suhu dan *delay* analisa nilai gas darah terhadap nilai PH dan  $PaCO_2$ . Dari hasil penelitian tersebut terdapat pengaruh suhu terhadap nilai PH dan  $PaCO_2$ . Semakin rendah suhunya nilai perbedaannya nilai antara analisa menit 30 dan 60 akan semakin kecil (Mohammadhoseini et al., 2015). Hal ini menunjukkan efek suhu akan mempengaruhi nilai gas darah. Selain suhu penyimpanan sampel juga akan mempengaruhi nilai gas darah. Penyimpanan ini akan membuat *delay* analisa sehingga menurunkan akurasi nilai status darah.

Penelitian terdahulu yang melakukan investigasi peran *in-line monitoring* gas darah dalam meningkatkan manajemen gas darah selama CPB di Australia, didapatkan hasil bahwa monitoring *continuous* terhadap gas darah memiliki hasil signifikan secara klinis, hasil ini secara signifikan

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i9.13025>

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

meningkatkan manajemen gas darah selama CPB. Hasil pengukuran yang *real time* akan meningkatkan kualitas darah yang diberikan. Pengukuran yang *real time* juga akan menurunkan kesalahan intervensi akibat *delay* analisa. Nilai-nilai abnormal dapat dilakukan intervensi segera sehingga mengurangi komplikasi seperti iskemia organ dan *imbalance* elektrolit (Ottens et al., 2015).

Angka morbiditas dan mortalitas memiliki hubungan yang signifikan dengan hiperlaktat selama pembedahan jantung yang menggunakan CPB. Hal ini disampaikan pada penelitian lain yang bertujuan mengevaluasi peningkatan laktat lebih dari  $\geq 2.0$  mmol/L selama prosedur pembedahan yang menggunakan CPB. Deteksi dini hiperlaktat dapat dilakukan dengan pengukuran gas darah. Intervensi yang segera akan mampu menghindarkan pasien dari kondisi hiperlaktat dalam waktu yang lama. Hal ini tentu akan sangat bermanfaat untuk peningkatan kualitas hidup pasien (Matteucci et al., 2020).

#### SIMPULAN

Penggunaan monitoring gas darah dan pengukuran gas darah secara *continuous* sangat memberikan manfaat terhadap peningkatan kualitas darah pasien yang menjalani pembedahan jantung. Monitoring yang *real time* akan mampu mendeteksi hasil yang abnormal dan memerlukan intervensi segera. Penggunaan *continuous* monitoring akan menurunkan efek kesalahan akibat efek salah sampel, efek suhu, dan efek *delay* analisa.

#### DAFTAR PUSTAKA

Al-Ghali, B. A., Alzubeidy, H. H., & Al-Dahan, Z. T. (2022). Non-Invasive Measurement of Arterial pH During Cardiopulmonary Bypass. *International Journal of Online & Biomedical Engineering*, 18(10).

Barry, A. E., Chaney, M. A., & London, M. J. (2015). Anesthetic management during cardiopulmonary bypass: a systematic review. *Anesthesia & Analgesia*, 120(4), 749-769.

Dunham, A. M., Grega, M. A., Brown IV, C. H., McKhann, G. M., Baumgartner, W. A., & Gottesman, R. F. (2017). Perioperative low

arterial oxygenation is associated with increased stroke risk in cardiac surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 125(1), 38-43.

Garrison, L., Riley, J. B., Wysocki, S., Souai, J., & Julick, H. (2022). Validation of transcutaneous carbon dioxide monitoring using an artificial lung during adult pulsatile cardiopulmonary bypass. *The International Journal of Artificial Organs*, 45(2), 155-161.

Gerritse, M., van Hoeven, M., & Overdeest, E. (2023). Comparison of venous pCO<sub>2</sub> and exhaust pCO<sub>2</sub> for calculating CO<sub>2</sub> production during cardiopulmonary bypass. *Perfusion*, 38(4), 801-806.

Govender, K., Jani, V. P., & Cabrales, P. (2022). The disconnect between extracorporeal circulation and the microcirculation: A review. *ASAIO journal*, 68(7), 881-889.

Hessel, E. A. (2014, June). A brief history of cardiopulmonary bypass. In *Seminars in cardiothoracic and vascular anesthesia* (Vol. 18, No. 2, pp. 87-100). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Holst, K. A., Said, S. M., Nelson, T. J., Cannon, B. C., & Dearani, J. A. (2017). Current interventional and surgical management of congenital heart disease: specific focus on valvular disease and cardiac arrhythmias. *Circulation research*, 120(6), 1027-1044.

Lamperti, M., Jain, A., & Byrappa, V. (2020). Cardiac Surgery. In *Echography and Doppler of the Brain* (pp. 269-281). Cham: Springer International Publishing.

Martinez, G., & Whitbread, J. (2012). Cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 13(10), 482-487.

Maruniak, S., Druzhyna, O., Loskutov, O., Todurov, B., & Swol, J. (2023). Being perfusionist during the war-cardiac surgery under missile strikes. *Perfusion*, 38(7), 1536-1538.

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i9.13025>

*Continuous intra-arterial blood gas monitoring for maintaining tissue perfusion during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac surgery: A literature review*

- Matteucci, M., Ferrarese, S., Cantore, C., Cappabianca, G., Massimi, G., Mantovani, V., & Beghi, C. (2020). Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: risk factors and impact on surgical results with a focus on the long-term outcome. *Perfusion*, 35(8), 756-762.
- Mohammadhoseini, E., Safavi, E., Seifi, S., Seifirad, S., Firoozbakhsh, S., & Peiman, S. (2015). Effect of sample storage temperature and time delay on blood gases, bicarbonate and pH in human arterial blood samples. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 17(3).
- Musat, A., Ouardirhi, Y., Marty, J. C., Benkhadran, S., David, M., & Girard, C. (2004). Significance of continuous blood gas monitoring in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *European journal of anaesthesiology*, 21(12), 980-981.
- Ottens, J., Tube, S. C., Sanderson, A. J., Knight, J. L., & Baker, R. A. (2010). Improving cardiopulmonary bypass: does continuous blood gas monitoring have a role to play?. *The Journal of extra-corporeal technology*, 42(3), 191.
- Patel, R., Solanki, A., Patel, H., Patel, J., Pandya, H., & Sharma, J. (2017). Monitoring microcirculatory blood flow during cardiopulmonary bypass in paediatric cardiac surgery patients as a predictor for anaerobic metabolism. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(4), UC22–UC25.
- Ranucci, M., Carboni, G., Cotza, M., & De Somer, F. (2017). Carbon dioxide production during cardiopulmonary bypass: pathophysiology, measure and clinical relevance. *Perfusion*, 32(1), 4-12.
- Reagor, J. A., Gao, Z., & Tweddell, J. S. (2021). Spectrum Medical Quantum or Terumo CDI 500: Which Device Measures Hemoglobin and Oxygen Saturation Most Accurately When Compared to a Benchtop Blood Analyzer?. *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 53(3), 181.
- Svenmarker, S., Hannuksela, M., & Haney, M. (2018). A retrospective analysis of the mixed venous oxygen saturation as the target for systemic blood flow control during cardiopulmonary bypass. *Perfusion*, 33(6), 453-462.
- Zhang, X., Zhang, W., Lou, H., Luo, C., Du, Q., Meng, Y., & Zhang, M. (2021). Risk factors for prolonged intensive care unit stays in patients after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: A retrospective observational study. *International journal of nursing sciences*, 8(4), 388-393.

**Ibnu Sofa\*, La Ode Abdul Rahman**

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia  
Korespondensi penulis: Ibnu Sofa. \*Email: ibnusofa8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i9.13025>