



**HUBUNGAN *TOTAL CARBONDIOXIDE* (TCO₂) DAN KADAR
LAKTAT TERHADAP KONDISI SYOK HIPOVOLEMİK
PASKAOPERASI JANTUNG CABG (*CORONARY ARTERY BYPASS
GRAFT*) DI RUANG RAWAT INTENSIF RSUP DR. KARIADI
SEMARANG**

**LAPORAN HASIL
KARYA TULIS ILMIAH**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan Program Pendidikan Dokter
Spesialis-1 (PPDS-1) Anestesiologi dan Terapi Intensif**

**Adhitya Putra Widyantoro
22041019310002**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
ANESTESIOLOGI DAN TERAPI INTENSIF
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

KARYA TULIS ILMIAH

**HUBUNGAN TOTAL CARBONDIOXYDE (TCO₂) DAN KADAR LAKTAT TERHADAP
KONDISI SYOK HIPOVOLEMIAK PASKAOPERASI JANTUNG CABG (*CORONARY
ARTERY BYPASS GRAFT*) DI RUANG RAWAT INTENSIF RSUP DR. KARIADI
SEMARANG**

Disusun oleh

Adhitya Putra Widyantoro

22041019310002

Telah disetujui

Semarang, Maret 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. dr. Heru Dwi Jatmiko, Sp. An - TI, Subsp. An. KV (K),
An. Ped (K)
NIP. 196207181989111002

dr. Himawan Sasongko, M. Si, Med., Sp. An - TI,
Subsp. N. An (K), MKM
NIP. 197312212008011010

**Ketua Program Studi Anestesiologi dan
Terapi Intensif FK UNDIP/ RSUP Dr. Kariadi**

**Ketua Bagian Anestesiologi dan Terapi Intensif
FK UNDIP / RSUP Dr. Kariadi**

dr. Taufik Eko Nugroho, Sp.An - TI, Msi. Med
NIP. 198306092010121008

dr. Satrio Adi Wicaksono, Sp.An - TI, Subsp. An. O (K)
NIP. 197912282014041001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama peserta PPDS : Adhitya Putra Widyantoro

NIM : 22041019310002

Program studi : Program Pendidikan Dokter Spesialis-1 Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

Judul : Hubungan *Total Carbondioxyde* (TCO₂) dan Kadar Laktat Terhadap Kondisi Syok Hipovolemik Paskaoperasi Jantung CABG (*Coronary Artery Bypass Graft*) di Ruang Rawat Intensif RSUP Dr. Kariadi Semarang.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. KTI ini ditulis sendiri tulisan asli saya tanpa bantuan orang lain selain pembimbing dan narasumber yang diketahui oleh pembimbing.
2. KTI ini sebagian atau seluruhnya belum pernah dipublikasi dalam bentuk artikel ataupun tugas ilmiah lain di Universitas Diponegoro maupun di perguruan tinggi lain.
3. Dalam KTI ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis orang lain kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai rujukan dalam naskah dan tercantum pada daftar kepustakaan.

Semarang, Maret 2023

Yang membuat pernyataan



Adhitya Putra Widyantoro

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh,

Puji Syukur kepada Allah Azza wa Jalla, atas pertolongan-Nya sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini sebagai syarat dalam menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis 1 (PPDS-1) di bidang Anestesiologi. Penulis menyadari bahwa tulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu.
2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberikan saran dan prasarana, sehingga dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik dan benar.
3. Direktur RSUP Dr. Kariadi Semarang yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan pendidikan di RSUP Dr. Kariadi Semarang.
4. Dr. dr. Heru Dwi Jatmiko, Sp. An - TI, Subsp. An. KV (K), An. Ped (K), selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan waktu, tenaga, pikiran, serta dorongan semangat dalam penulisan karya ilmiah ini.
5. dr. Himawan Sasongko, M. Si, Med., Sp. An - TI, Subsp. N. An (K), MKM, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktu, tenaga, pikiran, serta dorongan semangat dalam penulisan karya ilmiah ini.
6. dr. Taufik Eko Nugroho, Sp.An - TI, Msi, Med., selaku Ketua Program Studi Anestesiologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang atas petunjuk, bimbingan serta kesempatan untuk menempuh PPDS I Anestesiologi.
7. dr. Satrio Adi Wicaksono, Sp.An - TI, Subsp. An. O (K), selaku Kepala Bagian Anestesiologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang atas petunjuk, bimbingan serta kesempatan untuk menempuh PPDS I Anestesiologi.

8. Kepada para guru, Staf pengajar Anestesiologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro : Alm. Prof. dr. H. Marwoto Sp. An - TI., Subsp. TI (K), An. O (K), An. R (K); dr. Hariyo Satoto, Sp. An – TI (K); dr. Uripno Budiono, Sp. An – TI (K); dr. Ery Leksana, Sp. An - TI, Subsp. TI (K), An. O (K); Dr. dr. Heru Dwi Jatmiko, Sp. An - TI, Subsp. An. KV (K), An. Ped (K); Dr. dr. M. Sofyan Harahap, Sp. An - TI, Subsp. N. An (K); Dr. dr. Widya Istanto Nurcahyo, Sp. An - TI, Subsp. An. KV (K), An. R (K); Alm. dr. Jati Listiyanto Pudjo, Sp. An - TI, Subsp. TI (K); Dr. dr. Johan Arifin, Sp. An - TI, Subsp. TI (K), An. Ped (K); dr. Doso Sutiyono, Sp. An - TI, Subsp. An. R (K), M.N. (K), MARS; Dr. dr. Yulia Wahyu Villyastuti, Sp. An - TI; dr. Himawan Sasongko, M.Si. Med., Sp. An - TI, Subsp. N. An (K), MKM.; dr. Aria Dian Primatika, M.Si. Med., Sp. An - TI, Subsp. TI (K); Dr. dr. Danu Soesilowati, Sp. An - TI, Subsp. TI (K); dr. Hari Hendriarto Satoto, M.Si. Med, Sp. An - TI, Subsp. An. KV (K); dr. Mochamat, M.Si. Med., Sp. An - TI, FIP; dr. Taufik Eko Nugroho, Sp. An - TI, M.Si. Med.; dr. Satrio Adi Wicaksono, Sp. An – TI, Subsp. An. O (K); dr. Tatag Istanto, Sp. An - TI; dr. Bondan Irtani, Sp. An - TI; dr. Dina Paramita, Sp. An - TI, Subsp. An. O (K); dr. Pradana Bayu, Sp. An - TI; dr. Ibnu Siena Samdani, Sp. An - TI; dr. Ika Jati Setya Andriani, Sp. An - TI; dr. Adhi Gunawan Baskoro, Sp. An - TI; dr. Andriani Widya Ayu Kartika, Sp. An - TI, yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan ilmu di bidang anestesiologi dan terapi intensif selama pendidikan ini
9. Ibu Maryani, Mas Asef, Mbak Agustin, dan Mas Firin tim admin Anestesi
10. Orang tua tercinta, Edy Widyantoro dan Sudi Ariyanti; Adik – adik dan keponakan saya tersayang, Dita Putri Widyantoro, Angga Rendra Saputra, Anita Yandi Putri Widyantoro, Lazuardi Rifki Muslim, Lita Ardita Putri Widyantoro, Andrew Deny Putranto, Raffasya, Rayn, dan Juna, untuk semua dukungan selama saya menjalani pendidikan sehingga saya dapat menyelesaikan karya tulis ini.
11. Sahabat terbaik saya, Gunung Arifan, untuk semua dukungan dan semangat tiada henti selama saya menjalani pendidikan.
12. Mendiang sahabat saya, Ganea Pangastoko, untuk dorongannya sehingga saya dapat melanjutkan studi, saya persembahkan karya tulis ini untukmu.

13. Rezky Dwiputra Felany, rekan residen yang sudah membantu saya dalam pembuatan karya tulis ilmiah ini.
14. Rekan sejawat Residen Bagian Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, terimakasih atas bantuannya selama ini.
15. Seluruh pasien yang telah turut serta dalam penelitian ini.
16. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang turut membantu dan mendukung dalam penelitian dan pendidikan selama ini.

Akhir kata, penulis memohon maaf atas segala kesalahan, baik yang disengaja ataupun tidak disengaja selama menempuh pendidikan dan menyelesaikan penelitian ini. Kiranya Allah Azza wa Jalla senantiasa melimpahkan berkat dan rahmat-Nya kepada kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Semarang, Maret 2023

Penulis



dr. Adhitya Putra Widyantoro

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
16.1 Latar Belakang	1
16.2 Rumusan Masalah.....	4
16.3 Tujuan Penelitian	4
16.3.1 Tujuan Utama Penelitian	4
16.3.2 Tujuan Khusus Penelitian	4
16.4 Manfaat Penelitian	4
16.4.1 Manfaat untuk Bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi	4
16.4.2 Manfaat untuk Pelayanan Kesehatan.....	5
16.4.3 Manfaat untuk Masyarakat	5
16.5 Orisinalitas Penelitian	6
BAB II.....	10
TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 <i>Coronary Artery Bypass Graft</i>	10
2.2 Syok Hipovolemik	13
2.2.1 Etiologi dan Patofisiologi Syok Hipovolemik	13
2.2.2 Gejala Klinis Syok Hipovolemik	14
2.2.3 Efek Terhadap Sirkulasi Regional	15

2.2.4	Penilaian Syok Hipovolemik	16
2.2.5	Managemen Syok Hipovolemik	18
2.3	Syok Hipovolemik pascaoperasi CABG.....	18
2.4	Penanda Syok.....	20
2.4.1	Laktat.....	20
2.4.2	Gas Darah Arteri dan Defisit Basa	21
2.4.3	Pengiriman dan Konsumsi Oksigen.....	22
2.4.4	Tonometri Lambung.....	23
2.4.5	<i>Central Venous Pressure</i>	24
2.4.6	Ekokardiografi.....	24
2.4.7	Saturasi Oksigen Vena.....	25
2.5	Laktat.....	25
2.6	Metabolisme CO ₂	28
2.7	Total Carbondioxide (TCO ₂).....	31
2.7.1	Rentang Normal Serum TCO ₂	31
2.7.2	Teknik Pengukuran.....	32
2.7.3	Dasar Ilmiah Pengukuran TCO ₂	35
2.7.4	Signifikansi Klinis TCO ₂	37
BAB III.....		39
KERANGKA PENELITIAN DAN HIPOTESIS.....		39
3.1	Kerangka Teori	39
3.2	Kerangka Konsep.....	40
3.3	Hipotesis Penelitian.....	40
3.3.1	Hipotesis Mayor Penelitian.....	40
3.3.2	Hipotesis Minor Penelitian	40
BAB IV.....		41
METODE PENELITIAN		41
4.1	Ruang Lingkup Penelitian.....	41
4.2	Rancangan Penelitian.....	41
4.3	Populasi Penelitian.....	41
4.3.1	Populasi Target.....	41
4.3.2	Populasi Terjangkau	41

4.3.3 Sampel Penelitian	41
4.4 Cara Pengambilan Sampel	42
4.5 Besar Sampel	42
4.6 Variabel Penelitian	44
4.6.1 Variabel Bebas.....	44
4.6.2 Variabel Tergantung	44
4.7 Definisi Operasional	44
4.8 Instrumen dan Bahan Penelitian	46
4.9 Cara Kerja Penelitian	46
4.10 Analisis Data.....	47
4.11 Skema Alur Penelitian	48
4.12 Etika Penelitian	49
BAB V.....	50
HASIL PENELITIAN	50
5.1 Analisisi Deskriptif	50
5.2 Analisis Bivariat Korelasi Kadar Serum TCO ₂ , Kadar Laktat	51
5.3 Analisis Bivariat Korelasi Kadar Serum TCO ₂ dengan Kadar Laktat.....	52
5.4 Uji <i>Area Under the Curve</i>	52
5.4.1 Uji AUC Kadar Laktat terhadap Syok Hipovolemik	54
5.4.2 Uji AUC TCO ₂ Arteri dan Vena terhadap Syok Hipovolemik.....	55
BAB VI.....	58
PEMBAHASAN	58
BAB VII	62
KESIMPULAN	62
7.1 Kesimpulan	62
7.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Coronary-Artery Bypass Grafting</i>	12
Gambar 2. Mekanisme Syok.....	20
Gambar 3. Model buffering asam laktat oleh bikarbonat	29
Gambar 4. Kerangka teori penelitian.	39
Gambar 5. Kerangka konsep penelitian	40
Gambar 6. Alur Penelitian	48
Gambar 7. Grafik cut off Laktat berdasarkan syok hipovolemik	54
Gambar 8. Kurva ROC delta kadar laktat untuk diagnosis syok hipovolemik.....	55
Gambar 9. Grafik cut off TCO ₂ Arteri berdasarkan syok hipovolemik.....	55
Gambar 10. Grafik cut off TCO ₂ Vena berdasarkan syok hipovolemik.....	56
Gambar 11. Kurva ROC delta TCO ₂ arteri & vena diagnosis syok hipovolemik	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Orisinalitas Penelitian	6
Tabel 2. Rentang rujukan <i>Total Carbon Dioxide</i>	35
Tabel 3. Penyebab peningkatan <i>Anion Gap</i> asidosis metabolik.....	37
Tabel 4. Penyebab <i>Anion Gap</i> Normal Asidosis Metabolik	37
Tabel 5. Penyebab Alkalosis Metabolik	38
Tabel 6. Definisi operasional	44
Tabel 7. Karakteristik Data Penelitian	50
Tabel 8. Hubungan Laktat dan TCO ₂ berdasarkan syok hipovolemik	51
Tabel 9. Hubungan Laktat terhadap TCO ₂ arteri	52
Tabel 10. Hubungan Laktat terhadap TCO ₂ vena	52
Tabel 11. AUC Laktat dan TCO ₂ berdasarkan syok hipovolemik	52
Tabel 12. Diagnostik Laktat dan TCO ₂ berdasarkan syok hipovolemik.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Layak Etik	69
Lampiran 2. Surat Izin Melaksanakan Penelitian	70
Lampiran 3. Surat Keterangan Izin Penelitian	71
Lampiran 4. Surat Persetujuan Mengikuti Penelitian	72
Lampiran 5. Data SPSS	74

HUBUNGAN *TOTAL CARBONDIOXIDE* (TCO₂) DAN KADAR LAKTAT TERHADAP KONDISI SYOK HIPOVOLEMİK PASKAOPERASI JANTUNG CABG (*CORONARY ARTERY BYPASS GRAFT*) DI RUANG RAWAT INTENSIF RSUP DR. KARIADI SEMARANG

Adhitya Putra Widyantoro* Heru Dwi Jatmiko** Himawan Sasongko **

*PPDS-1 Anestesiologi dan Terapi Intensif FK UNDIP

**Staff Bagian Anestesiologi dan Terapi Intensif FK UNDIP/ RSUP Dr.Kariadi

ABSTRAK

Latar belakang: Syok setelah operasi jantung merupakan kondisi serius dengan morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Sebanyak 2,4% pasien *Coronary artery bypass grafting* (CABG) memerlukan operasi ulang karena perdarahan pasca operasi yang menimbulkan kejadian sindrom syok vasodilatasi. Kondisi asidosis metabolik umum ditemukan pada pasien syok. Kadar bikarbonat berhubungan dengan kondisi ini. TCO₂ serum dapat mencerminkan konsentrasi bikarbonat dalam darah yang mana nilai TCO₂ serum yang rendah dapat digunakan sebagai indikator asidosis metabolik. Asidosis laktat adalah penyebab paling umum dari asidosis metabolik. pengukuran nilai TCO₂ serum lebih berguna secara klinis dalam menentukan anion-gap, namun belum diterapkan sebagai pemeriksaan rutin. hubungan nilai TCO₂ serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik masih belum seacara jelas diketahui.

Tujuan: Menganalisis hubungan nilai Total CO₂ (TCO₂) serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft*.

Metode: Penelitian ini adalah penelitian observasional dengan pendekatan kohort prospektif. Subjek merupakan pasien pasca operasi CABG yang menjalani perawatan di RSUP Dr. Kariadi per bulan Januari sampai Februari 2023. Data didapatkan dari data pengukuran hemodinamik, kadar serum TCO₂ dan laktat pada pasien yang diambil 1 jam pascaoperasi. Data kemudian diolah dengan SPSS menggunakan analisis uji bivariat (Uji *Fischer's Exact*).

Hasil: Dari 23 subyek penelitian dengan median umur 57 tahun, didapatkan hasil 6 (26.1%) subyek mengalami syok hipovolemik pascaoperasi CABG, dan 17 (73.9%) subyek tidak mengalami syok hipovolemik. Hasil uji korelasi *Fischer's Exact* kadar laktat, TCO₂ Arteri maupun vena terhadap kondisi syok hipovolemik pascaoperasi memiliki hubungan yang bermakna secara statistic. (OR=23.33, p=0.009; OR=37.50, p=0.003; OR=37.50, p=0.003). Kadar laktat memiliki hubungan bermakna secara statistic terhadap nilai TCO₂ arteri maupun vena (OR=10.83, p=0.026). Nilai cut-off delta kadar laktat adalah 5,8 (AUC=0,868; sensitivitas 83,3%; dan spesifisitas 82,35%); Nilai cut-off delta kadar TCO₂ Arteri adalah 20,5 (AUC=0,946; sensitivitas 83,3%; dan spesifisitas 88,24%); Nilai cut-off delta kadar TCO₂ vena adalah 21,55 (AUC=0,936; sensitivitas 83,3%; dan spesifisitas 88,24%) yang seluruhnya diukur menggunakan kurva ROC.

Kesimpulan: Total CO₂ (TCO₂) serum dan kadar laktat memiliki hubungan bermakna pada kondisi syok hipovolemik pascaoperasi CABG.

Kata kunci: *Coronary Artery Bypass Graft*, syok hipovolemik, TCO₂ serum, kadar laktat

THE CORRELATION OF TOTAL CARBONDIOXIDE (TCO₂) AND LACTATE LEVELS TO THE CONDITION OF HYPOVOLEMIC SHOCK POST CORONARY ARTERY BYPASS GRAFT IN THE INTENSIVE CARE UNIT OF RSUP DR. KARIADI SEMARANG

Adhitya Putra Widyantoro* Heru Dwi Jatmiko** Himawan Sasongko **

*Student at PPDS-1 Anesthesiology UNDIP Medical Faculty

**Lecturer at Anesthesiology UNDIP Medical Faculty / RSUP Dr.Kariadi

ABSTRACT

Background: Post-cardiac surgery shock was a serious condition with high morbidity and mortality. A total of 2.4% of patients after Coronary artery bypass grafting (CABG) required reoperation due to postoperative bleeding leading to vasodilatory shock syndrome. The condition of metabolic acidosis was common in shock patients. Bicarbonate levels were associated with this condition. Serum TCO₂ could reflect the concentration of bicarbonate in the blood where a low serum TCO₂ value could be used as an indicator of metabolic acidosis. Lactic acidosis was the most common cause of metabolic acidosis in hospitalized patients. TCO₂ measurement was more useful to determine anion gap, but still rarely utilized. The correlation of TCO₂ and lactate levels were not known well in hypovolemic shock.

Objective: Analyzing the correlation of serum Total CO₂ (TCO₂) values and lactate levels to the condition of hypovolemic shock post Coronary Artery Bypass Graft.

Method: This study was an observational prospective cohort study. Subjects were post-operative CABG patients undergoing treatment at Dr. Kariadi as of January to February 2023. Data were obtained from hemodynamics status, measuring serum TCO₂ and lactate levels in blood samples from patients taken 1 hour after surgery. The data were then processed with SPSS using bivariate tests (Fischer's Exact test).

Results: There were 23 subjects analyzed with median age 57 years old, 6 (26.1%) subjects were experiencing hypovolemic shock post CABG, and 17 (73.9%) were not. Correlation analysis using Fischer's Exact test between lactate, TCO₂ artery, and TCO₂ vein to the condition hypovolemic shock post CABG showed strong correlation (OR=23.33, p=0.009; OR=37.50, p=0.003; OR=37.50, p=0.003 respectively). The correlation of lactate levels and TCO₂ values both artery and vein resulted strong correlation (OR=10.83, p=0.026). Cut-off lactate level delta was 5.8 (AUC=0.868; sensitivity 83.3%; and specificity 82.35%); cut-off TCO₂ Artery delta was 20.5 (AUC=0.946; sensitivity 83.3%; and specificity 88.24%); cut-off TCO₂ vein delta was 21.55 (AUC=0.936; sensitivity 83.3%; and specificity 88.24%) which were all measured using the ROC curve.

Conclusion: Total CO₂ (TCO₂) serum and lactate levels have strong correlation to the condition hypovolemic shock post-CABG patients.

Keyword: Coronary Artery Bypass Graft, hypovolemic shock, TCO₂ serum, lactate level