

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Syok setelah operasi jantung merupakan kondisi serius dengan morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Sebanyak 18,5% pasien yang menjalani prosedur jantung dan 15,1% pasien yang menjalani cangkok *bypass* arteri koroner mengalami komplikasi dan readmisi rumah sakit 30 hari setelah rawat inap awal.<sup>1</sup> Sebuah penelitian dari total 12.652 pasien *Coronary artery bypass grafting* (CABG), sebanyak 2,4% pasien memerlukan operasi ulang karena perdarahan pasca operasi.<sup>2</sup> Ada empat jenis syok yang terjadi: kardiogenik, hipovolemik, obstruktif dan distributif dan ini dapat terjadi sendiri atau dalam kombinasi. Identifikasi awal penyakit yang mendasari dan pemahaman tentang mekanisme yang berperan adalah kunci keberhasilan pengelolaan syok. Tindakan resusitasi segera diperlukan untuk membalikkan keadaan syok dan menghindari disfungsi organ permanen atau kematian.<sup>3</sup>

Kejadian syok hipovolemik akibat kehilangan cairan ekstraseluler tidak diketahui dengan jelas angka kejadiannya, diketahui bahwa syok hemoragik paling sering disebabkan oleh trauma. Suatu penelitian menunjukkan 62,2% transfusi masif di pusat trauma tingkat 1 disebabkan oleh cedera traumatis dimana 75% produk darah yang digunakan terkait dengan cedera traumatis. Pasien lanjut usia lebih mungkin mengalami syok hipovolemik karena kehilangan cairan karena mereka memiliki cadangan fisiologis yang lebih sedikit.<sup>4</sup> *Cardiopulmonary bypass* (CPB) juga dapat dipersulit oleh respon inflamasi sistemik yang ditandai dengan vasodilatasi mendalam. Sindrom syok vasodilatasi ini, yang terutama dicatat setelah CPB diperpanjang, dikaitkan dengan cedera endotel dan pelepasan sitokin dan mediator inflamasi lainnya.<sup>5</sup>

Asidosis metabolik adalah jenis gangguan asam basa yang ditandai dengan konsentrasi bikarbonat yang rendah. Pada pasien dengan sepsis atau syok septik, asidosis metabolik sering diamati. Asidosis metabolik pada pasien dengan sepsis dapat terjadi karena beberapa penyebab, termasuk hiperlaktatemia yang disebabkan oleh perfusi jaringan yang buruk dan disfungsi seluler yang menyertainya, ketidakseimbangan elektrolit seperti hiperkloremia, dan cedera ginjal akut yang

diinduksi sepsis. Selain itu, beberapa penelitian telah melaporkan bahwa derajat asidosis metabolik dikaitkan dengan tingkat keparahan penyakit dan prognosis sepsis pasien.<sup>6-9</sup> Asidosis metabolik dapat diukur dengan pH, pCO<sub>2</sub>, konsentrasi bikarbonat, dan defisit basa yang diperoleh dari analisis gas darah/ *blood gas analysis* arteri (Arterial BGA). Selain itu, konsentrasi laktat atau anion gap diukur untuk menilai penyebab dan faktor terkait asidosis metabolik.<sup>10</sup>

Asidosis laktat adalah penyebab paling umum dari asidosis metabolik pada pasien rawat inap. Meskipun asidosis biasanya berhubungan dengan anion gap yang meningkat, peningkatan kadar laktat yang cukup dapat diamati dengan anion gap yang normal (terutama jika ada hipoalbuminemia dan anion gap tidak dikoreksi dengan tepat). Ketika asidosis laktat terjadi sebagai gangguan asam-basa yang terisolasi, pH arteri berkurang. Namun, gangguan lain dapat meningkatkan pH ke kisaran normal atau bahkan menghasilkan peningkatan pH. Asidosis laktat terjadi ketika produksi asam laktat melebihi klirens asam laktat. Peningkatan produksi laktat biasanya disebabkan oleh gangguan oksigenasi jaringan, baik dari penurunan pengiriman oksigen atau cacat dalam pemanfaatan oksigen mitokondria.<sup>11</sup>

Asidosis laktat menyebabkan penurunan konsentrasi bikarbonat serum yang besarnya sama dengan peningkatan konsentrasi laktat. Laktat adalah anion organik yang dapat dimetabolisme yang ketika dioksidasi, akan menghasilkan bikarbonat. Jika stimulus untuk produksi asam laktat dihilangkan dengan pengobatan penyakit yang mendasarinya (misalnya, pemulihan perfusi pada pasien dengan syok), proses oksidatif akan memetabolisme akumulasi laktat dan meregenerasi bikarbonat. Proses ini memperbaiki asidosis metabolik dan mengurangi anion gap.<sup>11</sup>

Ginjal dan paru-paru menjaga keseimbangan asam-basa setiap hari. Bikarbonat dan asam karbonat merupakan pasangan penyangga utama dalam cairan tubuh. Asam karbonat terdisosiasi menjadi ion hidrogen dan bikarbonat dengan konstanta disosiasi  $7,95 \times 10^{-7}$ . Asam karbonat juga menjaga keseimbangan dengan H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>.<sup>12</sup> Reabsorpsi bikarbonat terjadi terutama di tubulus proksimal. Karbonat anhidrase mengontrol penyerapan ini. Status volume pasien memiliki pengaruh besar pada penyerapan, karena natrium diserap kembali bersama dengan bikarbonat ini. Dengan demikian, kontraksi volume merangsang reabsorpsi natrium dan bikarbonat. Hal ini menyebabkan peningkatan total kandungan CO<sub>2</sub>. Demikian

juga, ekspansi volume dapat menyebabkan sedikit penurunan kandungan CO<sub>2</sub> total. Kadar CO<sub>2</sub> total yang rendah diakibatkan oleh asidosis metabolik atau sebagai kompensasi alkalosis respiratorik. Kadar bikarbonat di bawah 10 mEq/L sebenarnya mengidentifikasi asidosis metabolik sebagai penyebabnya, karena kompensasi untuk alkalosis respiratorik tidak akan mendorong bikarbonat serendah itu.<sup>12</sup>

Total karbon dioksida (TCO<sub>2</sub>) serum biasanya dimasukkan dalam analisis kimia serum rutin, sehingga dapat lebih mudah tersedia daripada indikator asidosis metabolik lainnya. Pemeriksaan ini adalah ukuran dari jumlah total karbon dioksida dalam darah, dan sekitar 95% dari karbon dioksida dalam darah hadir dalam bentuk bikarbonat. Karena konsentrasi TCO<sub>2</sub> serum hampir secara langsung mencerminkan konsentrasi bikarbonat dalam darah, nilai TCO<sub>2</sub> serum yang rendah dapat digunakan sebagai indikator asidosis metabolik. Ada beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan serum TCO<sub>2</sub> untuk memperkirakan jumlah asidosis metabolik dan untuk memprediksi prognosis pasien.<sup>13,14</sup> Konsentrasi TCO<sub>2</sub> serum 20 mmol/l atau kurang biasanya berhubungan dengan mortalitas 28 hari pada pasien dengan sepsis.<sup>10</sup>

Bikarbonat serum (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dan defisit basa dapat menjadi penanda pada kondisi syok. Namun, kegunaannya sebagai target potensial resusitasi lainnya masih belum pasti.<sup>15</sup> Akan tetapi penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kadar HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dari kalkulasi seringkali tidak sejalan dengan HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> hasil pengukuran dan dipengaruhi terutama dengan adanya anion gap yang ditimbulkan laktat dan keton, pengukuran nilai TCO<sub>2</sub> serum lebih berguna secara klinis dalam menentukan anion-gap, namun belum diterapkan sebagai pemeriksaan rutin pada pasien dengan kondisi syok dan gangguan hemodinamik lain pascaoperasi. hubungan nilai TCO<sub>2</sub> serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik masih belum seacara jelas diketahui. Perbedaan signifikan pada pasien dengan asidosis metabolik dan pasien yang sesuai interval referensi menunjukkan adanya penurunan dalam respon sistem buffer ion hydrogen-bikarbonat-asam karbonat dalam kasus asidosis metabolik.<sup>16</sup>

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti ingin mengetahui hubungan nilai total CO<sub>2</sub> serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik pada pasien pascaoperasi *Coronary Artery Bypass (CABG)*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Apakah terdapat hubungan nilai Total CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>) serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft* di RSUP Kariadi Semarang?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Utama Penelitian**

1. Menganalisis hubungan nilai Total CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>) serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft*.

### **1.3.2 Tujuan Khusus Penelitian**

1. Menganalisis hubungan serum Total CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>) dan kadar laktat terhadap kondisi hemodinamika (tekanan darah, laju nadi) pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft*.
2. Menganalisis penggunaan serum Total CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>) dan kadar laktat sebagai penanda kejadian syok hipovolemik pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat untuk Bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan ilmu anestesi mengenai hubungan nilai Total CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>) serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok, terutama syok hipovolemik pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft (CABG)*.

### **1.4.2 Manfaat untuk Pelayanan Kesehatan**

Hasil penelitian ini apabila terdapat hubungan nilai Total CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>) serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft (CABG)*.

### **1.4.3 Manfaat untuk Masyarakat**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai hubungan nilai Total CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>) serum dan kadar laktat terhadap kondisi syok hipovolemik pascaoperasi *Coronary Artery Bypass Graft* (CABG).

## 1.5 Orisinalitas Penelitian

Tabel 1. Orisinalitas Penelitian

No.	Judul dan Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	<i>Serum total carbon dioxide as a prognostic factor for 28-day mortality in patients with sepsis</i>  Jin Hee Kim dkk <sup>10</sup>	Penelitian ini merupakan penelitian kohort retrospektif multisenter pada pasien dengan sepsis atau syok septik. Hubungan antara TCO <sub>2</sub> serum dan mortalitas 28 hari, bikarbonat, pH, laktat, dan anion gap ditentukan dengan kurva spline kubik. Pasien dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan konsentrasi TCO <sub>2</sub> serumnya: Kelompok I (TCO <sub>2</sub> > 20 mmol/l), Kelompok II (15 < TCO <sub>2</sub> 20 mg/dl), Kelompok III (10 < TCO <sub>2</sub> 15 mmol/l), dan Kelompok IV (TCO <sub>2</sub> 10 mmol/l).	Konsentrasi TCO <sub>2</sub> serum 20 mmol/l atau kurang berhubungan dengan mortalitas 28 hari pada pasien dengan sepsis.
2	<i>Venoarterial CO<sub>2</sub> gradient after cardiac surgery: relation to systemic and regional perfusion and oxygen transport</i>  Ruokonen E dkk <sup>17</sup>	Penelitian ini mengukur tekanan CO <sub>2</sub> pada darah arteri, vena campuran, vena hepatic, dan vena femoralis pada 42 pasien pasca operasi jantung. Aliran darah splanknik dan tungkai diukur dengan pengenceran pewarna. Empat puluh tiga pasien operasi perut pra operasi menempati sebagai kontrol.	Setelah operasi jantung, delta PCO <sub>2</sub> sistemik yang tinggi dikaitkan dengan perfusi sistemik dan regional marginal. Kecukupan aliran darah regional tidak dapat dinilai berdasarkan delta PCO <sub>2</sub> sistemik.

<p>3</p> <p><i>The use of end-tidal carbon dioxide monitoring in patients with hypotension in the emergency department</i></p> <p>Cheah K dkk<sup>18</sup></p>	<p>Penelitian observasional prospektif di UGD tersier. Seratus tiga pasien dewasa shock dengan hipotensi yang datang ke UGD direkrut ke dalam penelitian. Mereka dikelompokkan menurut berbagai jenis syok, hipovolemik, kardiogenik, septik dan lain-lain. Tanda-tanda vital dan ETCO<sub>2</sub> diukur pada presentasi dan pada interval 30 menit hingga 120 menit. Gas darah dan kadar laktat serum diperoleh pada saat kedatangan. Semua pasien dikelola sesuai dengan protokol standar dan rejimen pengobatan. Kelangsungan hidup pasien masuk rumah sakit dan pada 30 hari dicatat.</p>	<p>Penggunaan ETCO<sub>2</sub> di IGD memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai metode pemantauan non-invasif pada pasien syok.</p>
<p>4</p> <p><i>The influence of carbon dioxide field flooding in mitral valve operations with cardiopulmonary bypass on S100β level in blood plasma in the aging brain</i></p> <p>Listewnik M dkk<sup>19</sup></p>	<p>Sekelompok 100 pasien yang menjalani operasi katup mitral yang direncanakan melalui sternotomi median menggunakan CPB standar direkrut untuk penelitian ini. Ekokardiografi dilakukan sebelum dan sesudah CPB. Insufiasi CO<sub>2</sub> dengan kecepatan 6 L/menit dilakukan pada kelompok penelitian. Sampel darah untuk analisis protein S100β dikumpulkan setelah induksi anestesi, 2 jam setelah de-clamping aorta, dan 24 jam setelah operasi.</p>	<p>Peningkatan konsentrasi S100β lebih rendah pada kelompok dengan perlindungan CO<sub>2</sub> dibandingkan pada kelompok kontrol. Usia dan penambahan TVA secara signifikan mempengaruhi tingkat konsentrasi S100β pada tes yang dilakukan 2 jam setelah pelepasan klem aorta.</p>

5	<p><i>Effect of CO2 Insufflation on the Number and Behavior of Air Microemboli in Open-Heart Surgery: A Randomized Clinical Trial</i></p> <p>Svenarud P dkk<sup>20</sup></p>	<p>Dua puluh pasien operasi katup tunggal secara acak dibagi menjadi 2 kelompok. Sepuluh pasien diinsuflasi dengan CO<sub>2</sub>, dan 10 tidak. Mikroemboli dipastikan dengan ekokardiografi transesofageal intraoperatif (TEE) dan direkam pada kaset video dari saat klem silang aorta dilepaskan hingga 20 menit setelah akhir bypass kardiopulmoner (CPB). Ahli bedah melakukan manuver de-airing standar tanpa menyadari temuan TEE. Pasca operasi, penilai menentukan jumlah maksimal emboli gas setiap menit di atrium kiri, ventrikel kiri, dan aorta ascendens.</p>	<p>Insuflasi CO<sub>2</sub> ke dalam luka toraks secara nyata menurunkan insidensi mikroemboli.</p>
6	<p><i>Correlation of End Tidal CO2 (ETCO2) Level with Hyperlactatemia in Patient with Hemodynamic Disturbance</i></p> <p>Made Wiryana dkk<sup>21</sup></p>	<p>Penelitian observasional, studi potong lintang bulan Januari sampai Februari 2017 di Rumah Sakit Umum Sanglah, Bali, Indonesia. Subjek penelitian adalah pasien hemodinamik tidak stabil 13-90 tahun tanpa penyakit paru primer yang diambil secara consecutive sampling. Pengukuran ETCO<sub>2</sub> dengan kapnografi, pengukuran kadar laktat, dan analisis darah baik dilakukan pada semua pasien. Kami melakukan tes asosiasi untuk menentukan hubungan lain antara tingkat ETCO<sub>2</sub> dan tingkat laktat pada pasien.</p>	<p>ETCO<sub>2</sub> berhubungan dengan kadar laktat serum pada pasien dengan gangguan hemodinamik. Pengukuran ETCO<sub>2</sub> dengan kapnografi merupakan metode non-invasif dan cepat untuk mendeteksi hiperlaktatemia.</p>



---

7	<p><i>Approximation of bicarbonate concentration using serum total carbon dioxide concentration in patients with non-dialysis chronic kidney disease</i></p> <p>Hirai K dkk<sup>13</sup></p>	<p>Penelitian ini menyelidiki hubungan antara konsentrasi total karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan ion bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) serum pada pasien penyakit ginjal kronis (CKD) pra-dialisis dan merancang formula untuk memprediksi bikarbonat rendah (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> &lt;24 mmol/L) dan bikarbonat tinggi (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ≥24 mmol/L) menggunakan parameter klinis. Secara total, 305 sampel darah vena yang dikumpulkan dari 207 pasien pra-dialisis yang dinilai dengan tahap CKD diselidiki. Hubungan antara konsentrasi total CO<sub>2</sub> dan HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> serum dianalisis menggunakan koefisien korelasi Pearson. Akurasi diagnostik total CO<sub>2</sub> serum dan formula aproksimasi dievaluasi dengan analisis kurva karakteristik operasi penerima dan tabel 2 × 2.</p>	<p>Total CO<sub>2</sub> serum berkorelasi kuat dengan konsentrasi HCO<sub>3</sub> pada pasien CKD pra-dialisis. Formula perkiraan termasuk total CO<sub>2</sub> serum menunjukkan akurasi diagnostik yang unggul untuk bikarbonat rendah dan tinggi dibandingkan dengan total CO<sub>2</sub> serum.</p>
---	--	---	---

---