

LAPORAN PENELITIAN

MENGANALISA PERUBAHAN KESEIMBANGAN ASAM-BASA

PEMERIKSAAN GAS DARAH PADA PENGGUNAAN RINGER LAKTAT

SEBAGAI CAIRAN *PRIMING CARDIOPULMONARY BYPASS* DI

RUMAH SAKIT DR. SOETOMO



Oleh :

dr. Beatrik Vetronella Palangda

Pembimbing :

dr. Puger Rahardjo, Sp. An. KIC. KAKV.

dr. Bambang Pujo Semedi, Sp. An. KIC.

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS ANESTESIOLOGI DAN

REANIMASI

FAKULTAS KEDOKTERAN UNAIR / RSUD Dr. SOETOMO

SURABAYA

2017

**LEMBAR PENGESAHAN
PENELITIAN**

**MENGANALISA PERUBAHAN KESEIMBANGAN ASAM BASA
Pemeriksaan GAS DARAH PADA PENGGUNAAN RINGER LAKTAT
SEBAGAI CAIRAN PRIMING CARDIOPULMONARY BYPASS DI RUMAH
SAKIT DR. SOETOMO**

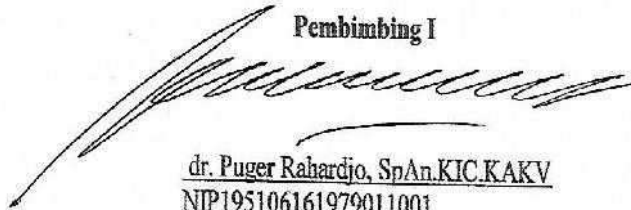
Oleh :

dr. Beatrik Vetronella Palangda

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Spesialis Anestesiologi
Telah diujikan pada tanggal 28 Agustus 2017

Menyetujui:

Pembimbing I



dr. Puger Rahardjo, SpAn.KIC.KAKV
NIP195106161979011001

Pembimbing II



dr. Bambang Pujo S, SpAn.KIC
NIP197302082008011013

Penguji



Dr. dr. Arie Utariani, SpAn.,KAP
NIP. 19550929 198403 2005

Penguji



Dr. dr. Elizeus Hanindito, SpAn.,KIC.,KAP.
NIP. 19511007 197903 1001

Penguji



Dr. dr. Hardiono, Sp.An.,KIC.,KAKV
NIP. 19510616197901 1001

Mengetahui:
Ketua Program Studi PPDS1 Anestesiologi & Reanimasi
FK Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo Surabaya



Dr. dr. Arie Utami, SpAn., KAP
NIP. 19550929 198403 2005

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : dr. Beatrik Vetronella Palangda
NIM : 011180616
Tempat/ Tanggal Lahir : Nunukan, 14 Maret 1981
Fakultas/ Universitas : Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis-1
Anestesiologi dan Reanimasi, Fakultas Kedokteran,
Universitas Airlangga
Alamat Rumah : Jl. Dharmahusada No. 12 Surabaya

Dengan ini menyatakan bahwa karya dengan judul “Menganalisa Perubahan Keseimbangan Asam-Basa Pemeriksaan Gas Darah Pada Penggunaan Ringer Laktat Sebagai Cairan *Priming Cardiopulmonary Bypass* di Rumah Sakit Dr. Soetomo” belum pernah dipublikasikan pada jurnal ilmiah di tingkat Nasional/ Internasional sebelumnya serta tidak mengandung unsur plagiat di dalamnya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa ada unsur paksaan dari siapapun.

Surabaya, 5 September 2017

Peneliti,



dr. Beatrik Vetronella Palangda

NIM 011180616

ABSTRAK

Latar belakang: Cairan *priming* adalah cairan yang dipakai untuk mengisi sirkuit CPB sebelum dihubungkan dengan pasien, dan pada setiap institusi terdapat perbedaan komposisi. Komposisi *priming* ini dapat mempengaruhi keseimbangan asam basa durante CPB. Penelitian ini bertujuan menganalisa perubahan asam basa pada penggunaan cairan *priming* Ringer Laktat pada operasi bedah jantung. Metode: penelitian ini melibatkan 24 subyek berusia lebih dari 18 tahun yang menjalani operasi bedah jantung elektif. Pada semua subyek dilakukan pemberian cairan *priming* RL 1500ml dan dilakukan pengambilan sampel darah setelah 5 menit, tiap 1 jam dan saat *rewarming* CPB untuk melihat analisa gas darah, Hb, HCT, Elektrolit, albumin dan laktat. Hasil: Terdapat penurunan yang signifikan nilai Hb, HCT, elektrolit dan albumin setelah pemberian *priming*, walaupun nilai pH dalam batas normal. Durasi CPB dan durasi cross clamp mempengaruhi secara signifikan keseimbangan asam basa, dan didapatkan hiperlaktatemia terjadi pada 4,2% pasien setelah *rewarming*. Kesimpulan: Cairan *priming* RL tidak mempengaruhi perubahan keseimbangan asam basa durante CPB.

Kata kunci: *cross clamp*, durasi CPB, keseimbangan asam basa, laktat, *priming*

ABSTRACT

Background: Priming solution is a solution used to fill the Cardiopulmonary bypass (CPB) circuit before connected to the patient. In which the composition of this solution could be difference in each institution. This priming composition may affect the acid-base balance during CPB. The aim of this study is to analyze the changes of acid-base in the use of priming solution Lactate Ringer (LR) during open heart surgery. Methods: This study involved 24 subjects aged over 18 who underwent elective cardiac surgery. All subjects administered LR 1500ml as a priming and blood sample was taken after 5 minutes, every 1 hour and during rewarming of CPB to evaluate the blood gas, Hb, HCT, electrolytes, albumin and lactate. Results: There was a significant decrease in values of Hb, HCT, electrolytes and albumin after administration of priming, although the pH values were within normal limits. The duration of CPB and duration of cross clamp significantly affected the acid-base balance, and hyperlactataemia was found in 4.2% of patients after rewarming. Conclusions: Priming fluid LR does not affect the acid-base balance during CPB.

Keywords: Acid-base balance, cardiopulmonary bypass, cross clamp, CPB duration, priming Lactate Ringer.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala rahmat dan pimpinanNya, penulis diberi kesempatan mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis 1 Anestesiologi dan Reanimasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya, serta dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Menganalisa Perubahan Keseimbangan Asam Basa Pemeriksaan Gas Darah Pada Penggunaan Ringer Laktat Sebagai Cairan *Priming Cardiopulmonary Bypass* Di Rumah Sakit Dr. Soetomo”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan keahlian di bidang Anestesiologi dan reanimasi.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran untuk perbaikan akan penulis terima dengan senang hati. Semoga karya akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada seluruh guru-guru penulis yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan penelitian ini. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada yang terhormat :

- **Prof. Dr. dr. Soetojo, SpU(K)** selaku Dekan Fakultas Kedokteran universitas Airlangga.
- **dr. Harsono** selaku Direktur RSUD Dr Soetomo Surabaya
- **dr. Hamzah, SpAn KNA** selaku Kepala departemen Anestesiologi dan Reanimasi FK UNAIR/RSUD Dr Soetomo Surabaya.
- **Dr.dr Arie Utariani, SpAn KAP** selaku Ketua Program Studi PPDS-1 Anestesiologi dan Reanimasi FK UNAIR/RSUD Dr.Soetomo Surabaya.
- **Dr. Puger Rahardjo, Sp.An KIC KAKV** sebagai Guru dan Dosen Pembimbing penelitian ini yang telah berkenan meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing, memberikan nasehat dan masukan selama pendidikan dan penyusunan penelitian ini.

- **dr. Bambang Pujo Semedi, Sp.An KIC** selaku Sekretaris Program Studi PPDS-1 Anestesiologi dan reanimasi FK UNAIR/RSUD Dr Soetomo Surabaya dan sebagai dosen pembimbing penyusunan penelitian ini serta selama pendidikan atas segala ilmu, petuah dan teladan selama penulis menjalani proses pendidikan ini.
- **dr.Pesta Edwar PM, SpAn** sebagai Dosen Pembimbing penulis selama pendidikan ini.
- **dr. Kun Arifi Abbas, Sp.An** sebagai Guru yang memberikan banyak masukan dan saran selama proses pendidikan dan penyusunan penelitian ini.
- **dr.Buyung, Sp.An, dr. Mirza Koeshardiandi, Sp.An , dr Muhammad Fariz SpBS, dr. Nursetiawan Suroto, SpBS** yang telah memotivasi penulis untuk melanjutkan ke pendidikan dokter spesialis.
- Seluruh staf pengajar di Departemen Anestesiologi dan Reanimasi FK Unair/RSUD dr Soetomo Surabaya yang dengan kesabaran dan kasih membimbing penulis selama menjalani proses pendidikan.
- Seluruh Perawat Anestesi, Perawat Bedah, Farmasi dan karyawan di lingkungan Departemen Anestesiologi dan Reanimasi FK Unair/RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang telah membantu dan menjadi keluarga selama penulis menjalani proses pendidikan. Terkhusus terima kasih kepada Perawat dan Karyawan GBPT Lantai 6 : **Pak Gatut, Mba Ana, Mas Febri, Bu Mei, Bu Riwayati, Pak Hadi, Mba Lili, Prof Sugi, Pak Rokin, Pak Demi** yang telah membantu, menyemangati dan menghibur selama penyusunan penelitian ini.
- Kepada pasien-pasien yang besar peranannya sebagai guru selama penulis menjalani pendidikan.
- Angkatan Anestesi Januari 2012: **IRW (Alm), ALB, BUD, DIT, AJO, EDU, TAM, AYU, MAS** yang telah menjadi teman dalam suka dan duka selama proses pendidikan ini. Semoga kita tetap menjadi saudara.
- Seluruh rekan-rekan PPDS 1 Anestesiologi dan Reanimasi FK Unair/RSUD Dr.Soetomo.

- Seluruh rekan-rekan PPDS 1 FK Unair/RSUD Dr Soetomo Surabaya.
- Seluruh rekan-rekan di RSUD Taman Husada Bontang dan RSUD Sengatta yang mendoakan dan menyemangati selama pendidikan ini.

Dan Puji Syukur untuk keluarga besar yang sangat mendukung dan selalu mendoakan dalam kondisi apapun. Rasa hormat dan terimakasih penulis tujukan kepada :

- Suami penulis tercinta **drg Sethmarvidaus**. Sahabat yang setia menemani dalam keadaan susah dan senang. Terima kasih untuk segala doa, kasih sayang, kesabaran dan dukungannya dalam menghadapi segala rintangan yang ada. Kepada putra penulis yang sangat kami sayangi, **Kaizen**, terima kasih untuk ketangguhan dan pengorbanan, serta semangat yang telah diberikan, walaupun sering hanya mendengar suara namun membawa semangat dan sukacita yang luar biasa dalam kehidupan mama.
- Kepada orang tua penulis yang tercinta **Mariana Kudan** dan **Benyamin Doto** terimakasih atas ketabahan, kasih sayang, doa dan pengertian selama ini, juga pengorbanan menjaga anak kami selama pendidikan ini.
- Kepada orang tua penulis yang tercinta **Pdt. Johannes Palangda (Alm)**. Walaupun Papa tidak pernah hadir dalam menjalani pendidikan ini, namun mengingat kasih sayang Papa menjadi semangat dan kekuatan sendiri bagi Nella.
- Kepada Mertua penulis **Damaris** dan **Marthen Takke**. terimakasih untuk pengertian, kesabaran dan doa selama ini.
- Kepada saudara penulis, **Kakak Unning** dan **Kakak Ito**, terima kasih untuk kasih sayang dan doa selama ini.
- Kepada sahabat terkasih **Afdol, Mba Sri, Rose, Waty, Ria, Athy, Zony, Kak Deli**, terima kasih senantiasa menhibur dan mendoakan selama ini.
- Kepada sahabat sepanjang jalan pendidikan ini **Maryani, Kak Odhe, Yuke, Kak Alam** , terimakasih mengenal kalian sebagai keluarga, semoga persahabatan kita terus berlanjut.

Penulis tidak akan pernah bisa membalas kebaikan yang selama ini penulis dapatkan. Semoga Tuhan Yesus membalas dengan berlimpah-limpah segala kebaikan saudara sekalian.

Surabaya,

Penulis

DAFTAR ISI

Judul Penelitian	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iv
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Grafik	xiv
Daftar Singkatan	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Keilmuan.....	5
1.4.2 Manfaat Terapan	5
BAB II TINAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sejarah <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	6
2.2 Fungsi <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	6
2.3 Perubahan Fisiologi Selama <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	8
2.3.1 Perubahan Hemodinamik Selama <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	8

2.3.2 Perubahan Endokrin Selama <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	9
2.3.3 Perubahan Cairan dan Elektrolit Selama <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	10
2.4 Efek Samping <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	10
2.5 Cairan Priming <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	12
2.5.1 Cairan <i>Priming</i> Kristaloid.....	13
2.5.2 Cairan <i>Priming</i> Koloid	15
2.6 Hemodilusi Selama <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	16
2.7 Hipotermi Selama <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	17
2.8 Cardioplegi	18
2.9 Keseimbangan Asam Basa Pasien Operasi Bedah Jantung.....	19
2.9.1 Fase Sebelum <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	19
2.9.2 Fase Selama <i>Cardiopulmonary Bypass</i>	20
2.9.3 Fase Setelah <i>Cardiopulmonary Bypass</i> dan Pembedahan ...	21
2.10 Keseimbangan Asam Basa	22
2.11 Kurva Disosiasi Oksihemoglobin	24
2.12 Akurasi Alat.....	25
2.12.1 pH Meter 2011 ATC.....	25
2.12.2 I Stat.....	25
BAB III KERANGKA KONSEP	27
3.1 Penjelasan Kerangka Konsep.....	25
3.2 Hipotesa.....	29
BAB IV METODE PENELITIAN	30
4.1 Jenis Penelitian.....	30
4.2 Tempat Penelitian.....	30
4.3 Waktu Penelitian	30
4.4 Populasi dan Sampel	30
4.4.1 Populasi Penelitian	30
4.4.2 Sampel Penelitian	30

4.4.2.1 Pemilihan Sampel	30
4.4.2.2 Kriteria Inklusi.....	31
4.4.2.3 Kriteria Eksklusi	31
4.4.2.4 Besar Sampel	31
4.5 Variabel Penelitian	32
4.5.1 Defenisi Operasional	32
4.6 Kerangka Operasional	34
4.7 Pengumpulan Data, Penyajian Data dan Analisa Statistik	35
4.8 Kelaikan Etik	35
4.9 Rincian Biaya Penelitian	36
 BAB V HASIL PENELITIAN	 37
 BAB VI PEMBAHASAN.....	 49
 BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	 57
 DAFTAR PUSTAKA	 58
 LAMPIRAN	 xvi

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Demografi berdasarkan jenis kelamin	37
Tabel 5.3	Demografi berdasarkan Kelompok Usia	38
Tabel 5.5	Demografi berdasarkan Jenis Operasi	38
Tabel 5.7	Data Baseline Preoperatif	39
Tabel 5.14	Perbedaan data Hb, HCT, Albumin, SID (Na+K – Cl), pH, dan PCO ₂ Preoperatif dan 5 menit <i>on</i> CPB	43
Tabel 5.15	Hubungan antara <i>Flow Rates</i> dan perubahan nilai BGA setelah dihubungkan dengan sirkuit.....	43
Tabel 5.16	pH <i>priming</i> dan pH Cardioplegi.....	44
Tabel 5.17	Hubungan pH <i>priming</i> dengan BGA durante CPB	44
Tabel 5.18	Hubungan pH cardioplegi dengan BGA durante CPB	44
Tabel 5.19	Hubungan pH cardioplegi dengan BGA durante CPB (1 jam <i>on</i> CPB – rewarming).....	45
Tabel 5.20	Durasi CPB dan Durasi Cross Clamp.....	45
Tabel 5.21	Hubungan durasi CPB dengan BGA durante CPB	45
Tabel 5.22	Hubungan durasi CPB dengan BGA durante CPB (1 jam <i>on</i> CPB – rewarming).....	46
Tabel 5.23	Hubungan durasi <i>cross clamp</i> dengan BGA durante CPB	46
Tabel 5.24	Hubungan durasi <i>cross clamp</i> dengan BGA durante CPB(1 jam <i>on</i> CPB – rewarming)	46
Tabel 5.26	Nilai laktat pada 5 menit <i>on</i> CPB dan <i>Rewarming</i>	47
Tabel 5.27	Perubahan nilai laktat 5 menit <i>on</i> CPB dan <i>rewarming</i>	47
Tabel 5.28	Hubungan pH <i>priming</i> , pH cardioplegi, waktu CPB, <i>cross clamp</i> dan suhu dengan Laktat 5 menit <i>on</i> CPB – rewarming	48

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.2 Berdasarkan Jenis Kelamin	37
Grafik 5.4 Berdasarkan kelompok usia	38
Grafik 5.6 Berdasarkan Jenis Operasi	39
Grafik 5.8 Perubahan Hb (5 menit on CPB).....	40
Grafik 5.9 Perubahan HCT (5 menit on CPB).....	40
Grafik 5.10 Perubahan nilai albumin (5 menit on CPB).....	41
Grafik 5.11 Perubahan nilai SID (5 menit on CPB)	41
Grafik 5.12 Perubahan pH (5 menit on CPB).....	42
Grafik 5.13 Perubahan PCO ₂ (5 menit on CPB).....	42
Grafik 5.25 Nilai laktat 24 sampel pada 5 menit on CPB dan <i>rewarming</i>	47

DAFTAR SINGKATAN

ALB	: Albumin
ACTH	: <i>Adrenocorticotropic hormone</i>
ATP	: <i>Adenosine triphosphate</i>
ATC	: <i>Automatic Temperature Compensation</i>
AVR	: <i>Aortic valve replacement</i>
ASD	: <i>Atrial septal defect</i>
BB	: Berat Badan
BSA	: <i>Body surface area</i>
BGA	: <i>Blood gas analysis</i>
CPB	: <i>Cardiopulmonary bypass</i>
CABG	: Coronary artery bypass graft
DO ₂	: <i>Delivery oxygen</i>
DVR	: <i>Double valve replacement</i>
EF	: <i>Ejection fraction</i>
Hb	: Hemoglobin
HCT	: Hematokrit
MVR	: <i>Mitral valve replacement</i>
RL	: Ringer Laktat
SID	: <i>Strong Ion Difference</i>
TB	: Tinggi Badan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak operasi jantung yang pertama kali dilakukan dengan *cardiopulmonary bypass* (CPB) pada tahun 1950, sampai saat ini terdapat banyak perbedaan komposisi cairan *priming* pada setiap intitusi tergantung protokol rumah sakit, preferensi ahli bedah, anestesi, dan perfusionis.^{1,2,3}

Pada penggunaan Ringer Raktat sebagai cairan *priming* diberikan penambahan natrium bikarbonat 25 mEq/L³⁴ untuk mencegah terjadinya asidosis metabolik, sedangkan di RS. DR. Soetomo, cairan *priming* CPB menggunakan Ringer Laktat tanpa penambahan natrium bikarbonat.

Naville *et al* (1964) menggunakan Ringer laktat (RL) sebagai cairan *priming*, dimana RL memiliki pH berkisar 6,5 dengan komposisi Na^+ 130 mEq/L, K^+ 4 mEq/L, Ca^{++} 2,7 mEq/L, Laktat 27,5 mEq/L, Cl^- 109,5 mEq/L. Penggunaan RL menyebabkan perubahan elektrolit dan asam basa. Dalam studi ini dilakukan pemeriksaan gas darah 30 menit setelah pemberian cairan *priming* RL, didapatkan *base deficit* -5,5 sampai -2 mEq/L, karena itu diberikan penambahan natrium bikarbonat 20mEq/L cairan *priming*.⁴

Alston *et al* (2007) Dengan metode Stewart membandingkan ringer laktat dan normal saline sebagai cairan *priming*. Sebagaimana diketahui pada Metode Stewart, pH dipengaruhi oleh carbon dioksida (PCO_2), *Strong Ion Difference* dan konsentrasi asam lemah total. Dari studi ini pada pemeriksaan gas darah kedua

grup didapatkan asidosis metabolik, dimana pada grup normal saline lebih asidosis metabolik dibandingkan grup ringer laktat.⁵

Liskaser *et al* (2009), membandingkan antara grup cairan *priming* Polygeline dan larutan Ringer (komposisi: Na^+ 146 mEq/L, K^+ 4,4 mEq/L, Cl^- 151 mEq/L, Ca^{++} 6,8 mEq/L) dengan grup cairan *priming* Plasmalyte 148 (komposisi: Na^+ 140 mEq/L, K^+ 5 mEq/L, Cl^- 98 mEq/L, Mg^{++} 3 mEq/L, Asetat 27 mEq/L, Glukonat 23 mEq/L) menggunakan metode Stewart. Pada grup Polygene-Ringer terjadinya peningkatan anion kuat (hiperkloremik) yang menyebabkan terjadinya asidosis metabolik, tapi juga terjadi hipoalbumin akibat dilusi yang menyebabkan alkalosis metabolik. Sedangkan pada grup Plasmalyte 148, terjadinya peningkatan *unmeasured anion* (asetat dan glukonat) yang tidak dapat termetabolisme segera akibat hipotermi yang menurunkan laju metabolisme, sehingga menyebabkan asidosis metabolik, tapi juga terjadi hipoalbumin akibat dilusi yang menyebabkan alkalosis metabolik. Pada kedua grup efek asidosis lebih besar dari pada efek alkalosis, sehingga pada pengukuran gas darah, pH kedua grup asidosis metabolik⁶

Johanna *et al* (2015), meneliti asidosis diusional yang terjadi pada CPB dengan menggunakan cairan *priming* normal saline. Pada penelitian ini didapatkan pH asidosis dan untuk menetralsirnya, dilakukan penambahan natrium bikarbonat.⁷

Pada penggunaan CPB, salah satu tujuannya adalah memberikan perfusi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan metabolik dari jaringan dan organ vital.³⁵ Perfusi juga dipengaruhi oleh *delivery oksigen* (DO_2), dimana pada penggunaan

CPB, DO_2 ditentukan oleh *pump flow rate* dan *arterial oxygen content* (CaO_2). Nilai DO_2 selama CPB lebih rendah dibandingkan pada subjek yang sadar atau dibawah pengaruh anestesi. Penurunan DO_2 dipengaruhi oleh penurunan CaO_2 akibat hemodilusi yang terjadi pada saat onset CPB (pengaruh *priming*). Untuk mengimbangi penurunan DO_2 ini maka digunakan teknik hipotermi untuk menurunkan metabolisme organ, sehingga *oxygen consumption* (VO_2) berkurang, dan terdapat keseimbangan antara *supply* dan *demand*.³⁶

Teknik hipotermi yang digunakan untuk menurunkan metabolisme organ juga mempengaruhi asam basa. Pada suhu normal 37°C , pH darah arteri adalah 7,40 dan PCO_2 40 mmHg. Bila suhu diturunkan, akan terjadi peningkatan kelarutan CO_2 dalam plasma, sehingga PCO_2 akan turun dan akan mengakibatkan pH akan berubah lebih alkalosis. kondisi lebih alkalosis ini akan mempengaruhi pembuluh darah lebih vasokonstriksi sehingga tidak menguntungkan untuk perfusi organ, karena itu dilakukan manajemen asam basa selama CPB. Ada dua metode yang digunakan untuk mengatur pH darah selama hipotermi, yaitu pH stat dan α -stat. Pada pH stat, pH darah dipertahankan konstan pada 7,40 dan PCO_2 40 mmHg melalui penambahan CO_2 eksogen, sedangkan pada α -stat, analisa gas darah disesuaikan pengukuran pada 37°C tanpa mengubah suhu hipotermi (misalnya bila pengukuran suhu 33°C , maka pH akan lebih alkalosis, namun alat pengukur akan mengkonversi pengukuran pada suhu 37°C) dan manajemennya disesuaikan hasil gas darah pada 37°C .^{2,8} Dalam CPB kondisi *slight asidosis* akan lebih menguntungkan karena pembuluh darah akan lebih vasodilatasi sehingga memperbaiki perfusi organ, dan global hipotermi dapat tercapai dengan cepat, sehingga penurunan metabolisme dapat lebih cepat terjadi.

Dengan pertimbangan-pertimbangan tersebut maka di RS. Dr. Soetomo cairan *priming* RL digunakan tanpa penambahan natrium bikarbonat.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat profil asam basa pemeriksaan gas darah setelah pemberian cairan *priming* RL tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh penggunaan Ringer Laktat sebagai cairan *priming* CPB terhadap profil asam basa pemeriksaan gas darah pada operasi bedah jantung di RS. DR. Soetomo

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisa pengaruh cairan *priming* Ringer Laktat pada CPB terhadap keseimbangan asam-basa.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisa pengaruh pH cairan *priming* Ringer Laktat pre CPB terhadap asam basa selama CPB.
2. Menganalisa pengaruh hemodilusi terhadap asam basa selama CPB.
3. Menganalisa perubahan pH, PCO_2 , HCO_3 dan laktat selama CPB dengan cairan *priming* Ringer laktat.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Keilmuan

Menambah wawasan mengenai keseimbangan asam basa dan efek pemberian cairan *priming* terhadap keseimbangan asam basa.

1.4.2 Manfaat Terapan

- a. Mengetahui nilai pH cairan *priming* dan pH cairan cardioplegi, dan mengetahui pengaruh perubahan nilai pH, PCO_2 , HCO_3 , elektrolit, albumin dan laktat pada pasien yang menjalani operasi bedah jantung dengan CPB.
- b. Mengevaluasi protap cairan *priming* yang dipakai pada operasi bedah jantung di RS. DR. Soetomo
- c. Dapat dijadikan acuan keputusan klinis perioperatif pasien yang menjalani operasi bedah jantung untuk meningkatkan *outcome* pasien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah *Cardiopulmonary Bypass*

Mesin *cardiopulmonary bypass* (CPB) adalah mesin yang dapat sementara mengambil alih fungsi jantung dan paru memberikan oksigenasi ke darah, sehingga dokter bedah dapat melakukan koreksi pada kelainan, memperbaiki katup, memintas obstruksi arteri coronaria dan memungkinkan bagi terjadinya transplantansi jantung.²

Perkembangan penemuan tentang CPB dimulai sejak awal tahun 1800 dengan dimulainya percobaan melakukan perfusi eksternal, yaitu dengan mengalirkan darah dari hewan atau manusia hidup ke organ yang dipisahkan dari tubuh. Perkembangan ini terus berlangsung, sampai pada tahun 1950, Dr. Gibbon menemukan mesin, dan prosedur CPB pertama kali sukses dilakukan di Rumah Sakit Universitas Thomas Jeferson di Philadelphia, pada tahun 1953.^{2,3}

Lillehei menulis, “pada tahun 1952, seorang dokter hanya bisa berdoa untuk pemulihan di samping tempat tidur anak yang sekarat akibat malformasi intracardiak”. Saat ini ratusan hingga ribuan prosedur koreksi dilakukan diseluruh dunia setiap tahun.^{2,3}

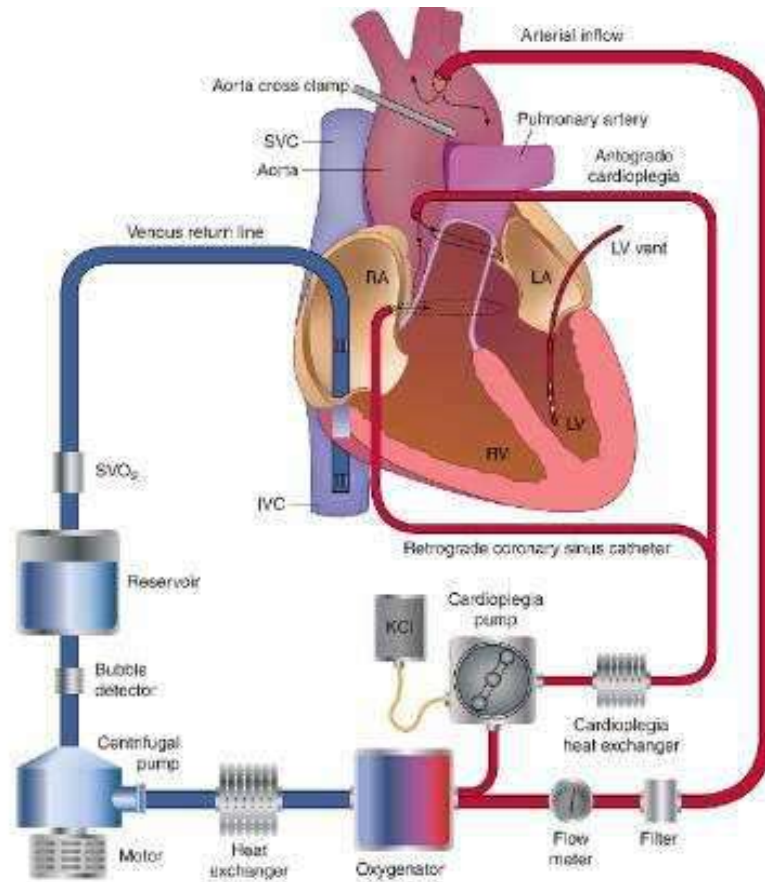
2.2 Fungsi *Cardipulmonary Bypass*

Normalnya darah masuk ke jantung melalui atrium kanan lalu ke ventrikel kanan. Dari ventrikel kanan darah keluar dari jantung ke paru-paru dimana carbon dioksida berdifusi keluar dan digantikan oleh oksigen. Dari paru-paru, darah

kembali ke jantung masuk ke atrium kiri kemudian ke ventrikel kiri kemudian ke aorta dan diteruskan ke sistemik. Mesin CPB adalah mesin yang melakukan proses tersebut diluar tubuh.¹²

Untuk dapat menggunakan CPB, jantung harus berhenti dengan menggunakan cardioplegi. Larutan ini akan menghentikan jantung dalam 30-60 detik.¹²

Darah akan terkuras dengan pengaruh gravitasi (atau dengan beberapa bantuan vakum) melalui kanula di vena kava superior (SVC) dan vena cava inferior (IVC) atau IVC dan atrium kanan (RA) ke mesin jantung paru, di mana darah akan dipompa (dengan *roller* atau pompa sentrifugal) melalui membran paru buatan (oxygenator) kembali ke pembuluh darah sistemik melalui kanula arteri ditempatkan di *ascending aorta*



Gambar 1. Sirkuit *cardiopulmonary bypass*

Sumber : *Cardiopulmonary Bypass and Mechanical Support, Principles and Practice. Fourth Edition, 2016*

2.3 Perubahan Fisiologi Selama *Cardiopulmonary Bypass*

Pada penggunaan CPB, terjadi perubahan fisiologis, termasuk aliran darah sistemik yang relatif rendah, hipotermia, hemodilusi dan *non-pulsatile flow*. Perubahan ini mengakibatkan perubahan pada hemodinamik, endokrin, cairan dan elektrolit.¹³

2.3.1 Perubahan Hemodinamik Selama *Cardiopulmonary Bypass*

Aliran darah sistemik selama CPB diatur lebih rendah dari fisiologi normal. Walaupun memungkinkan untuk aliran yang lebih tinggi, namun akan

berhubungan dengan meningkatnya trauma terhadap elemen darah, tanpa peningkatan *oxygen delivery* yang signifikan. Selama CPB dilakukan teknik hipotermi untuk menurunkan kebutuhan oksigen. Hal ini memungkinkan terjadinya perfusi yang tidak adekuat dari organ sehingga dapat terjadi kerusakan organ yang akan menambah angka morbiditas. Selain itu teknik hipotermi dapat meningkatkan kejadian iskemi kulit dan otot, meningkatkan aktifitas simpatis, meningkatkan viskositas darah sehingga terjadi gangguan *oxygen delivery* dan meningkatkan kebutuhan oksigen pada saat kejadian menggigil yang bertentangan dengan semua keuntungan teknik ini.^{12,13}

Pada saat CPB akan terjadi hemodilusi oleh cairan *priming* yang akan menyebabkan penurunan aliran sistemik dan penurunan resistensi vaskular perifer, sehingga mengakibatkan kejadian hipotensi setelah memulai CPB.¹³

2.3.2 Perubahan Endokrin Selama *Cardiopulmonary Bypass*

Respon endokrin selama CPB tidak dapat dipisahkan terhadap pengaruh anestesi, pembedahan, hemodilusi dan variasi tekanan darah sistemik. Namun secara umum selama CPB terjadi peningkatan level katekolamin serum lebih dibandingkan operasi yang tidak menggunakan CPB. Pelepasan katekolamin ini utamanya disebabkan hipotermi dan stimulasi dari sinus carotis dan baroreseptor aorta yang merupakan respon terhadap amplitudo denyut yang rendah yang terjadi saat *non-pulsatile perfusion*. Juga dipengaruhi tidak terjadinya metabolisme noradrenalin oleh paru-paru selama CPB akibat paru tidak diperfusi. Sekresi renin dari ginjal meningkat sebagai respon terhadap penurunan *mean arterial pressure* dan terjadi aktivasi angiotensin dan peningkatan sekresi

aldosteron. Level vasopresin meningkat selama CPB dan tetap tinggi sampai 48 jam setelah pembedahan. Peningkatan katekolamin, angiotensin II, vasopresin dan agen vasokonstriktor lokal jaringan menyebabkan terjadinya konstiksi arteriol.¹³

Hiperglikemi ringan juga terjadi akibat peningkatan *gluconeogenesis*, resistensi perifer insulin, penurunan insulin serum dan kemungkinan peningkatan ACTH dan level kortisol.¹³

Perubahan endokrin lain selama CPB, juga pada peningkatan hormon atrial natriuretik dan peningkatan *free thyroid hormone* dan penurunan *free triiodothyronine*.¹³

2.3.3 Perubahan Cairan dan Elektrolit Selama *Cardiopulmonary Bypass*

Pada akhir penggunaan CPB, terjadi peningkatan *total body water*. Terjadi hemodilusi dan peningkatan permeabilitas kapiler akibat aktivasi mediator inflamasi yang menyebabkan perpidahan cairan. Konsentrasi total kalium tubuh menurun akibat respon aldosteron dan kehilangan melalui urine, juga terjadi penurunan magnesium dan kalsium yang utamanya disebabkan hemodilusi.¹³

2.4 Efek samping *Cardiopulmonary Bypass*

Efek samping selama CPB^{12,13} :

1. Respon Inflamasi Sistemik. Selama CPB darah melalui sirkulasi yang berbeda dari biasanya. Walaupun saluran sirkuit *compatible* dengan darah, namun material asing ini akan menstimulasi respon inflamasi

sistemik. Selain kontak dengan material asing, *ischemic-reperfusion injury*, endotoksin dari organ abdominal, trauma pembedahan, kehilangan darah dan hipotermia juga menstimulasi respon inflamasi sistemik.

2. Efek Kardiovaskular. Walaupun tujuan penggunaan CPB untuk melakukan perbaikan pada jantung, namun penggunaan mesin ini menimbulkan efek samping kardiovaskular. Hal ini mungkin disebabkan respon inflamasi dari jantung. Problem yang paling sering adalah aritmia yang menyebabkan gangguan hemodinamik, namun penyebabnya secara keseluruhan belum diketahui.
3. Efek Pulmonar. Lebih dari 20% pasien setelah CPB membutuhkan respirator > 48 jam karena disfungsi dari paru. Hal ini disebabkan inflamasi dan iskemi organ paru-paru yang sering menyebabkan edema paru dan sekresi paru meningkat. Selain itu, selama operasi bedah jantung trauma paru terjadi pada saat sternalotomi, cedera pleura, dan hipotermia.
4. Komplikasi Ginjal. Pada operasi bedah jantung dengan CPB terjadi komplikasi ginjal lebih dari 30% pasien, dan 1% diantaranya membutuhkan hemodialisa. Kejadian gagal ginjal setelah CPB menyebabkan tingginya mortalitas, lebih lama perawatan ICU dan resiko komplikasi infeksi.
5. Efek samping cerebral. Kerusakan yang terjadi biasanya disebabkan emboli akibat aterosklerotik, udara, lemak dan trombosit. Penyebab lain adalah adanya fluktuasi hemodinamik, hipertermi cerebral setelah CPB dihentikan, inflamasi dan reperfusi.

6. Efek samping kognitif. Terjadinya penurunan fungsi kognitif pada penggunaan CPB, diantaranya kemampuan motorik, kapasitas memori verbal dan konsentrasi. Hal ini dapat berlanjut sampai 6 bulan setelah operasi bedah jantung.
7. Efek samping gastrointestinal. Komplikasi gastrointestinal terjadi pada kurang dari 2% pasien, namun berkaitan dengan angka kematian yang tinggi. Faktor resikonya adalah bertambahnya usia, operasi katup, penurunan *cardiac output* dan pemanjangan waktu penggunaan CPB.
8. Efek samping hematologi. Terjadinya koagulopati setelah CPB dipengaruhi oleh defek kualitatif maupun kuantitatif trombosit, juga kejadian fibrinolisis kadang terjadi sekunder dari tidak adekuatnya heparinisasi, tidak adekuatnya *reversal* heparin.

2.5 Cairan *Priming* Cardiopulmonary Bypass

Cairan *priming* (CPB), merupakan cairan yang dipakai untuk mengisi bagian dari sirkuit *bypass*, seperti *tubing*, pompa dan reservoir. Tujuan utama dari cairan ini adalah untuk menghilangkan udara dari sistem yang dapat menyebabkan emboli udara bila sirkuit dihubungkan ke pasien.³

Pada awal dari penggunaan CPB, darah donor dipakai sebagai cairan *priming* pada sirkuit, dan darah pasien sendiri merupakan cairan untuk perfusi. Volume cairan *priming* yang dibutuhkan saat itu sekitar 3-5 liter. Namun hal ini telah banyak ditinggalkan karena beberapa pertimbangan, yaitu membutuhkan biaya yang lebih banyak, kurangnya darah donor, efek samping dari transfusi darah, termasuk resiko penularan penyakit infeksi dan immunosupresi.³

Sekitar tahun 1960, ahli bedah mulai elektif menggunakan cairan kristaloid atau *plasma-expanding* koloid untuk mengurangi atau menghilangkan darah dari cairan *priming*.²

Pada pemilihan cairan *priming* CPB mempertimbangkan⁹ :

1. Osmolaritas : isoosmotik atau sedikit hipertonis untuk meminimalisir edema jaringan.
2. Elektrolit : komposisi elektrolit normal yang seimbang harus dipertahankan untuk mencegah abnormalitas elektrolit setelah CPB.
3. Dilusi : cegah dilusi sampai hematokrit < 21%, dengan:
 - a. Volume yang cukup untuk mengisi sirkuit, oksigenator, dan reservoir vena.
 - b. Volume yang cukup untuk memulai perfusi.
 - c. Penambahan volume dalam jumlah besar akan menyebabkan hemodilusi.

2.5.1 Cairan *Priming* Kristaloid

Cairan *priming* kristaloid sering digunakan pada CPB. Terdapat banyak variasi cairan *priming* sesuai institusi, karena hal ini dikembangkan secara empiris. Secara umum, semua cairan *priming* modern memiliki kandungan elektrolit dan osmolaritas yang sama dengan plasma disebut *balanced salt solution*, seperti Ringer laktat dengan atau tanpa glukosa merupakan cairan *priming* yang umum. Pada penggunaan kristaloid, mengakibatkan penurunan tekanan onkotik plasma, sekunder dari dilusi protein plasma dalam sirkulasi. Hal ini dapat terjadi, terutama pada kondisi tidak terdapat glukosa, sehingga

cairan berpindah dari intravaskular ke interstitial dan intraseluler. Hal ini menyebabkan edema pasca operatif yang berakibat disfungsi berbagai organ. Makin banyak cairan kristaloid yang digunakan makin berpotensi terbentuk edema. Untuk mengurangi terjadinya edema dapat dilakukan penambahan koloid pada prosedur perfusi^{2,9}

Keuntungan dari penggunaan cairan *priming* kristaloid adalah ketersediannya yang lebih baik, biaya yang lebih rendah dibandingkan cairan lainnya, dan jarang terjadi reaksi alergi dan efek samping yang berbahaya.¹⁰

Pada pasien diabetes, penggunaan cairan yang mengandung laktat dalam jumlah banyak harus berhati-hati, karena laktat dapat diubah menjadi glukosa secara *invivo* melalui *gluconeogenic pathway*. *Balanced salt solution* lain contohnya cairan *plasmolyte* yang mengandung asetat dan glukonat, juga mengandung magnesium yang merupakan kation penting untuk proses transfer energi intrasel dan metabolisme *adenosine triphosphate myocardial*.¹

Tabel karakteristik *physiocochemical* cairan *priming* kristaloid untuk CPB

	Dextrose 5%	Saline 9%	Ringer Laktat	Balanced Solution	Manitol 10%
Osmolaritas (mOsm/kg)	292	290	278	294	620
COP (mmHg)	0	0	0	0	0
Na ⁺ (mmol/L)	0	154	131	140	0
K ⁺ (mmol/L)	0	0	5	5	0
Ca ⁺⁺ (mmol/L)	0	0	2	0	0
Cl ⁻ (mmol/L)	0	154	111	98	0
Mg ⁺⁺ (mmol/L)	0	0	0	1,5	0
Laktat (mmol/L)	0	0	29	0	0
Acetat (mmol/L)	0	0	0	27	0
Gluconate (mmol/L)	0	0	0	23	0

COP = colloid osmotic pressure.

Sumber: *Selection of Priming Solution for Cardiopulmonary Bypass in Adults. Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery. 2005*

2.5.2 Cairan *Priming* Koloid

Sebagai usaha untuk mengurangi terjadinya edema, dilakukan penambahan koloid pada cairan *priming* kristaloid, atau bahkan penggunaan cairan koloid sebagai cairan *priming*. Cairan koloid yang sering dipakai, adalah albumin 5% dan 25%, dextran 5%, HES 6%, dan plasma manusia.^{2,10}

Cairan koloid umumnya merupakan campuran dari *balanced salt solution* dan molekul besar, yang tidak akan dengan mudah masuk ke dalam interstitial, karena itu akan lebih lama berada dalam intravaskular dan memberikan tekanan onkotik. Pemberian cairan koloid hipertonik melalui intravaskular akan menarik air dari interstitial ke intravaskular, misalnya albumin 25% akan meningkatkan volume intravaskular hampir lima kali dari volume yang diberikan. Makin tinggi tekanan onkotik, makin besar air yang berpindah dari interstitial ke intravaskular, memperbaiki mikrosirkulasi dan menurunkan resiko hipoperfusi.¹

Tabel karakteristik *physicochemical* cairan *priming* koloid untuk CPB

	Albumin 5%	Dextran- 40 10%	Dextran- 70 6%	Gelatin- U 3,5%	Gelatin- S 3%	HES 6%	HES 10%
<i>M_w</i> (Daltons)	69.000	40.000	70.000	35.000	35.000	450.000	264.000
<i>M_n</i> (Daltons)	69.000	25.000	39.000	15.000	14.000	71.000	63.000
<i>Osmolality</i> (mOsm/kg)	300	308	308	302		310	354
<i>COP</i> (mmHg)	19 - 20	160	78			25 - 30	55 - 60
<i>T_{1/2con}</i> (h)		2 - 5	25.5	2.5		25.5	2.5
<i>Duration of PVE</i> (h)	2 - 8	2 - 12	6 - 48	2 - 4		6 - 24	2 - 12
<i>Elimination</i> (h)	17 days	12 - 45		168	168	24 - 67 days	1.9 days

M_w = weight average molecular weight; *M_n* = number average molecular weight; *COP* = colloid osmotic pressure; *T_{1/2con}* = half-life of concentration; *PVE* = Plasma volume expansion; *Gelatin-U* = Urea-linked gelatin; *Gelatin-S* = succinyl-linked gelatin; *HES* = hydroxyethyl starch.

Sumber: *Selection of Priming Solution for Cardiopulmonary Bypass in Adults. Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery. 2005*

2.6 Hemodilusi Selama *Cardiopulmonary Bypass*

Selama berlangsungnya CPB, tekanan onkotik mungkin turun akibat terjadinya hemodilusi, terutama pada penggunaan cairan *priming* kristaloid. Normalnya tekanan onkotik 25-30 mmHg, namun pada pasien bedah jantung dengan CPB, batas terendah tekanan onkotik 15-16 mmHg dapat ditoleransi tanpa menyebabkan edema jaringan dan disfungsi organ.¹

Terdapat banyak variasi “*acceptable*” hemodilusi sesuai intitusi masing-masing. Derajat hemodilusi sesuai dengan jumlah sel darah merah awal pasien (sesuai dengan ukuran tubuh dan hematokrit) ditambahkan dengan volume cairan *priming*. Hemodilusi mempunyai pengaruh terhadap perfusi dan meningkatkan aliran mikrosirkulasi. Pada banyak *center* target hematokrit kurang dari 30% selama CPB. Hal ini dapat dicapai dengan volume cairan *priming* sekitar 1400-2000 ml pada orang dewasa.^{2,11}

Keuntungan dari hemodilusi selama CPB termasuk mengurangi viskositas darah sehingga meningkatkan mikrosirkulasi, menurunkan resiko hipertensi dan mengurangi kebutuhan transfusi intraoperatif. Namun pada kondisi hemodilusi yang berlebihan akan menyebabkan gangguan *delivery* oksigen dan mempengaruhi timbulnya hipotensi selama CPB, sehingga menyebabkan iskemik organ dan terjadinya peningkatan insiden komplikasi pasca operasi, termasuk neurologi, miocard (*low output syndrome*), paru-paru, gangguan ginjal, sehingga meningkatkan morbiditas dan mortalitas pasien.^{2,11}

Menurut *The Society of Thoracic Surgeons and Society of Cardiovascular Anesthesiologists* masih terdapat kekurangan data untuk pedoman indikasi transfusi selama CPB. Secara umum, mereka menganjurkan transfusi pada pasien “sehat” dengan kadar hemoglobin ≤ 6 g/dL dan pada pasien dengan *compromised organ systems* pada hemoglobin ≤ 7 g/dL.²

Hemodilusi pada penggunaan kristaloid dikhawatirkan menyebabkan perdarahan sekunder akibat *dilutional coagulopathy*. Namun hal ini tidak terbukti, bahkan pada hemodilusi yang ekstrim. Pada pasien polisitemia dengan penyakit jantung kongenital, dengan hemodilusi adekuat (hematokrit $< 30\%$) berhubungan dengan penurunan insiden koagulopati post operatif.²

2.7 Hipotermi Selama *Cardiopulmonary Bypass*

Selama CPB dilakukan teknik hipotermi untuk menurunkan metabolisme organ, terutama otak. Teknik hipotermi terdiri atas *mild hypothermia* (32-35°C), *moderate hypothermia* (26-31°C) dan *deep hypothermi* ($\leq 25^\circ\text{C}$).^{8,12,13}

Pada manusia, laju metabolisme otak sekitar 20% dari metabolisme basal (3-5ml/100g/menit), 60% digunakan untuk elektrofisiologi otak dan 40% untuk integritas seluler. Penurunan suhu menyebabkan penurunan laju metabolisme otak 6-7% setiap 1°C, sehingga pada penurunan 2-3° C akan signifikan sebagai proteksi otak.^{8,12,13}

Selain itu, efek dari hipotermi menguntungkan untuk proteksi otot jantung, dengan menurunkan metabolismenya. Hipotermia juga dapat menekan radikal bebas, menghambat reaksi enzim yang destruksi, menghambat biosintesa,

pelepasan dan pengambilan dari neurotransmitter, memperlambat depolarisasi dan supresi sintesa *nitric oxide*.^{8,12,13}

2.8 Cardioplegi

Selama operasi jantung, dibutuhkan kondisi jantung yang *relax* dan lapangan operasi yang *blood free*, untuk mencapai hal ini dilakukan dengan membuat iskemi global pada jantung dengan *cross-clamping* aorta, sehingga mencegah perfusi arteri koronaria, sementara sirkulasi sistemik dialihkan ke mesin CPB. Namun hal ini dapat menyebabkan kerusakan otot jantung akibat iskemi dan reperfusi. Kerusakan yang terjadi sifatnya progresif sesuai dengan lamanya durasi iskemi. Karena itu diperlukan prosedur cardioproteksi.²²

Selama CPB, selain hipotermi, untuk proteksi organ, untuk cardioproteksi digunakan cairan cardioplegi. Cairan ini mengandung kalium konsentrasi tinggi yang mempengaruhi membrane potensial sel *miocard*.²³

Syarat cairan cardioplegi²³ :

1. Dapat menyebabkan *arrest* yang cepat yang dibutuhkan untuk membuat *miocard relax* dan meminimalisir penggunaan ATP dan Phospocreatinin.
2. Bersifat proteksi terhadap *miocard*, yaitu memperlambat onset kerusakan permanen yang disebabkan iskemik global dan reperfusi.
3. Harus dapat pulih kembali (*reversibility*) dengan cepat setelah *washout*.

4. Tidak toksik terhadap jantung dan organ lain setelah CPB (berhubungan dengan konsentrasi larutan).

Komposisi cairan cardioplegi yang dipakai di RS. Soetomo :

Tiap 20 ml (sediaan 1 ampul), mengandung:

- Magnesium Chloride 3,25 g (16 mmol)
- Potassium Chloride 1,19 g (16 mmol)
- Procaine Hydrochloride 272,8 mg (1 mmol)

Cairan cardioplegi ditambahkan ke dalam cairan kristaloid (RL), tiap 500 ml dicampur dengan 40 ml cardioplegi. Dilakukan penambahan natrium bicarbonate pada tiap 500 ml campuran cairan untuk membuat pH berkisar 8.

2.9 Keseimbangan Asam Basa Pasien Operasi Bedah Jantung

Pengukuran asam basa ini dibutuhkan agar dapat melakukan kontrol dan manajemen perioperatif bedah jantung sehingga dapat memberikan *outcome* yang baik. Selama pembedahan, status asam basa dapat berubah dengan cepat, yang dapat memperburuk kondisi pasien.¹⁴

2.9.1 Fase sebelum *Cardiopulmonary Bypass*

Fase sebelum CPB adalah fase sejak masuknya obat-obatan premedikasi sampai akan memulai CPB. Pada fase ini potensial terjadi gangguan asam-basa, dapat berupa asidosis respiratori yang terjadi akibat eliminasi carbon dioksida tidak adekuat karena ventilasi yang tidak adekuat. Hal ini juga mungkin

disebabkan gagal jantung kanan sehingga terjadi insufisiensi darah ke paru-paru dimana terjadi difusi karbon dioksida ke alveoli paru. Selain itu juga dapat terjadi atelektasi dimana alveoli mengalami perfusi namun tidak terjadi pertukaran gas.¹⁴

Gangguan asam-basa lain yang dapat terjadi pada fase sebelum CPB adalah asidosis metabolik dan dapat bertambah buruk saat dilakukan *bypass*. Kejadian asidosis metabolik sebelum CPB sering disebabkan *low cardiac output* akibat depresi cardiac oleh obat-obat anestesi. Dilakukan pencegahan dan penanganan asidosis metabolik sebelum *bypass*. Dengan mempertahankan oksigenasi yang adekuat dan tekanan arteri bahkan bila diperlukan vasopressor. Bila terjadi *base deficit* yang cukup besar, maka sebaiknya dilakukan koreksi dengan natrium bikarbonat intravena untuk mengurangi *base deficit* ke nol.¹⁴

2.9.2 Fase Selama *Cardiopulmonary Bypass*

Selama CPB dapat terjadi perubahan asam basa yang cepat. Jika terjadi gangguan dan tidak dilakukan koreksi sampai akhir *bypass*, maka akan meningkatkan morbiditas setelah operasi. Gangguan asam-basa akan mengakibatkan pergeseran kurva disosiasi oksigen yang akan berakibat hipoksia jaringan.¹⁴

Pada saat CPB dilakukan teknik hipotermi dengan manajemen asam basa yaitu pH stat dan α -stat. selama *bypass*, pH optimal harus dipertahankan, namun pH 7,40 bukan merupakan pH optimal pada kondisi hipotermi. Tujuan utama dari manajemen asam-basa dalam hal ini tetap mempertahankan pH yang optimal.¹⁴

Teknik hipotermi yang digunakan untuk menurunkan metabolisme organ juga mempengaruhi asam basa. Pada suhu normal 37°C, pH darah arteri adalah 7,40 dan PCO₂ 40 mmHg. Bila suhu diturunkan, akan terjadi peningkatan kelarutan CO₂ dalam plasma, sehingga PCO₂ akan turun dan akan mengakibatkan pH akan berubah lebih alkalosis. Kondisi lebih alkalosis ini akan mempengaruhi pembuluh darah lebih vasokonstriksi sehingga tidak menguntungkan untuk perfusi organ, karena itu dilakukan manajemen asam basa selama CPB. Pada metode pH stat, pH darah dipertahankan konstan pada 7,40 dan PCO₂ 40 mmHg melalui penambahan CO₂ eksogen, sedangkan pada α -stat, analisa gas darah disesuaikan pengukuran pada 37°C tanpa mengubah suhu hipotermi (misalnya bila pengukuran suhu 33°C, maka pH akan lebih alkalosis, namun alat pengukur akan mengkonversi pengukuran pada suhu 37°C) dan manajemennya disesuaikan hasil gas darah pada 37°C.^{2,8}

Selain itu, faktor yang mempengaruhi asam basa selama CPB adalah cairan *priming* yang digunakan. Bila darah ditambahkan pada cairan *priming*, maka harus diperhitungkan adanya asam sitrat pada darah donor yang menyebabkan kondisi lebih asidosis sehingga membutuhkan penambahan natrium bikarbonat untuk koreksi.¹⁴

2.9.3 Fase Setelah *Cardiopulmonary Bypass* dan Pembedahan

Walaupun kondisi asam basa baik pada saat berakhirnya CPB, namun gangguan asam basa yang berbahaya dapat terjadi setelah *bypass* atau pun pembedahan. Hal ini dapat disebabkan atelektasis, ventilasi yang tidak adekuat, nyeri akibat insisi yang lebar sehingga menyebabkan terbatasnya gerakan dada.

Dibutuhkan penanganan nyeri yang adekuat, namun dihindari terjadinya depresi nafas akibat dosis yang berlebihan. Selain itu dapat terjadi gangguan asam basa akibat metabolisme anaerobik yang melepaskan metabolit asam (laktat) dalam jumlah besar ke darah.¹⁴

2.10 Keseimbangan Asam Basa

Kejadian asidosis metabolik pasca operasi bedah jantung merupakan hal yang sering terjadi. Etiologinya belum dapat diketahui dengan jelas, namun dibutuhkan monitoring yang adekuat sehingga dapat menentukan keputusan klinis.^{4,15}

Metode tradisional yang digunakan untuk menentukan asam basa adalah persamaan Handerson-Hasselbalch.

$$\text{pH} = \text{pK}_1 + \log [\text{HCO}_3^-] / (S \times \text{PCO}_2)$$

Persamaan ini menggambarkan bahwa pH plasma dipengaruhi oleh PCO_2 plasma, konsentrasi bikarbonat (HCO_3^-) plasma dan kelarutan CO_2 dalam plasma. Adanya gangguan metabolik dinilai dengan *base deficit* atau *base excess*, yaitu jumlah basa atau asam yang ditambahkan ke dalam 1 liter darah untuk mengembalikan pH 7,4 dan PCO_2 40 mmHg. Persamaan ini memiliki kelemahan tidak dapat membedakan asidosis karena peningkatan asam jaringan (laktat atau asidosis karena keton), hiperkloremi atau kombinasi keduanya. Selain itu dalam perhitungannya diasumsikan jumlah air, protein plasma dan elektrolit normal. Persamaan ini juga mengabaikan mekanisme *buffer nonbicarbonat* dalam plasma darah seperti protein plasma dan fosfat inorganik.^{15,16}

Profesor Peter Stewart dari Kanada merancang metode fisikokimia dimana menjelaskan perubahan asam basa tubuh secara berbeda dari pendekatan tradisional Henderson-Hasselbalch.^{15,17}

Stewart menggambarkan tiga variabel bebas secara matematis yang meregulasi seluruh keseimbangan asam-basa¹⁷:

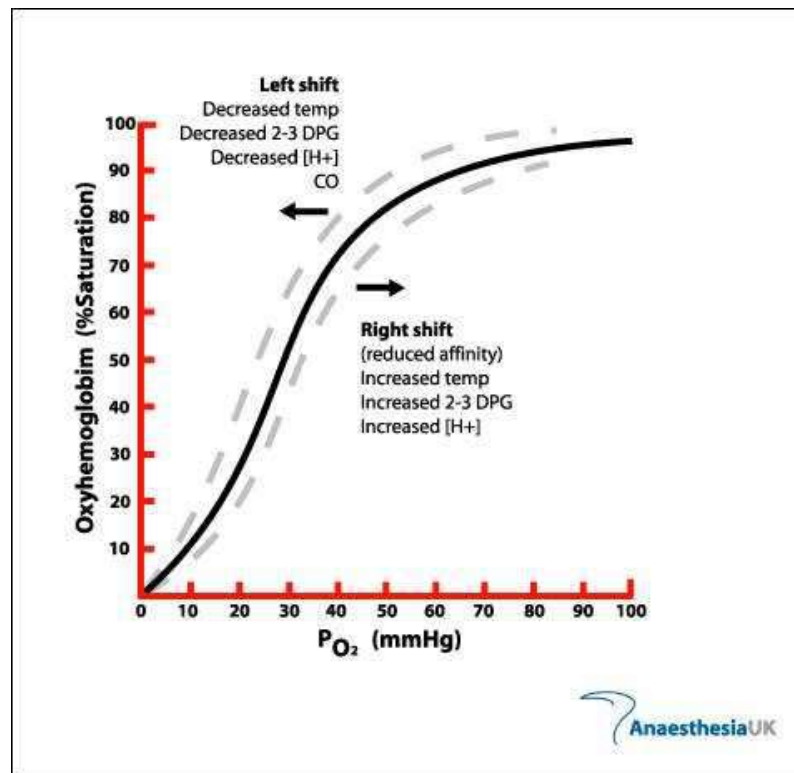
1. PCO_2 (karbon dioksida plasma).
2. *Strong Ion Difference* (SID). Ion kuat adalah ion yang tidak terikat secara komplit. Ion Na dan Cl sebagai faktor utama yang mempengaruhi, diikuti ion K, Mg, Ca dan laktat.
3. Asam lemah \rightarrow Atot, kebanyakan albumin dan fosfat pada kedua bentuk tidak terikat (A^-) maupun bentuk terikat (AH).

Perubahan pada pH plasma tidak diakibatkan oleh penambahan atau eliminasi dari ion H^+ bebas tetapi oleh perubahan pada variabel bebas yang telah disebut diatas. Hanya perubahan pada satu atau lebih variabel bebas yang merubah ikatan pada air yang mengganti konsentrasi H^+ dan pH.¹⁷

Pada prakteknya, kejadian asidosis metabolik selalu dipakai sebagai indikator awal dari *low cardiac output* dan *oxygen debt*. Pengukuran serum laktat dapat menolong untuk identifikasi dan memprediksikan *outcome*. Disisi lain asidosis metabolik setelah pemberian cairan telah diketahui sejak 1920, dimana pada penggunaan CPB, dilakukan pemberian cairan *priming* dalam jumlah besar yang dalam waktu singkat bercampur dengan volume plasma sehingga dapat mempengaruhi komposisi dari elektrolit plasma. Hal ini memungkinkan bahwa ada cairan yang bisa menimbulkan asidosis tergantung dari karakteristik cairan yang dipakai.^{4,15}

2.11 Kurva Disosiasi Oksihemoglobin

Oksigen berikatan secara reversible dengan hemoglobin dan akan membentuk oksihemoglobin. Jumlah maksimum oksigen yang dapat diikat oleh hemoglobin disebut sebagai *O₂ capacity*, dan ini terjadi ketika semua tempat ikatan ditempati oleh oksigen. Kurva disosiasi oksihemoglobin adalah kurva yang menggambarkan ikatan hemoglobin terhadap oksigen pada berbagai tekanan parsial. Efek dari disosiasi oksihemoglobin ini akan mempengaruhi pengambilan dan pelepasan oksigen dari paru-paru ke jaringan.²³



Gambar 2. Kurva Disosiasi Oksi-hemoglobin.

Sumber : *Anaesthesia UK. Oxygen Dissociation Curve. 2005*

Kurva disosiasi oksigen akan bergeser ke arah kanan apabila terjadi peningkatan dari konsentrasi H⁺ (penurunan pH atau kondisi asidosis),

peningkatan PCO_2 , peningkatan temperatur dan peningkatan 2,3-diphosphoglycerate di dalam darah yang akan menyebabkan lebih mudah terlepasnya oksigen ke jaringan namun pada PO_2 tertentu afinitas hemoglobin terhadap oksigen akan berkurang, sehingga oksigen yang dapat diangkut oleh hemoglobin akan berkurang. Sebaliknya kondisi kurva disosiasi oksigen bergeser ke kiri terjadi pada penurunan konsentrasi H^+ (peningkatan pH atau kondisi alkalosis), penurunan PCO_2 , penurunan temperature dan penurunan 2,3 *diphosphoglycerate* akan menyebabkan peningkatan pengambilan oksigen oleh darah namun menghambat pelepasannya ke jaringan. Karena itu dibutuhkan keseimbangan untuk menjamin oksigenasi jaringan.^{23,25}

2.12 Akurasi Alat

2.12.1 PH meter 2011 ATC

Pengukuran pH cairan *priming* dan *cardioplegi* dilakukan dengan menggunakan pH meter 2011 ATC (*Automatic Temperature Compensation*). Alat ini bekerja dengan menyesuaikan temperatur cairan dengan menggunakan elektroda dengan sensor suhu, dimana pH hasil pengukuran akan sesuai bila diukur pada suhu ruangan dan hasilnya lebih akurat dibanding kertas pH ataupun pH *strips*.^{18,19}

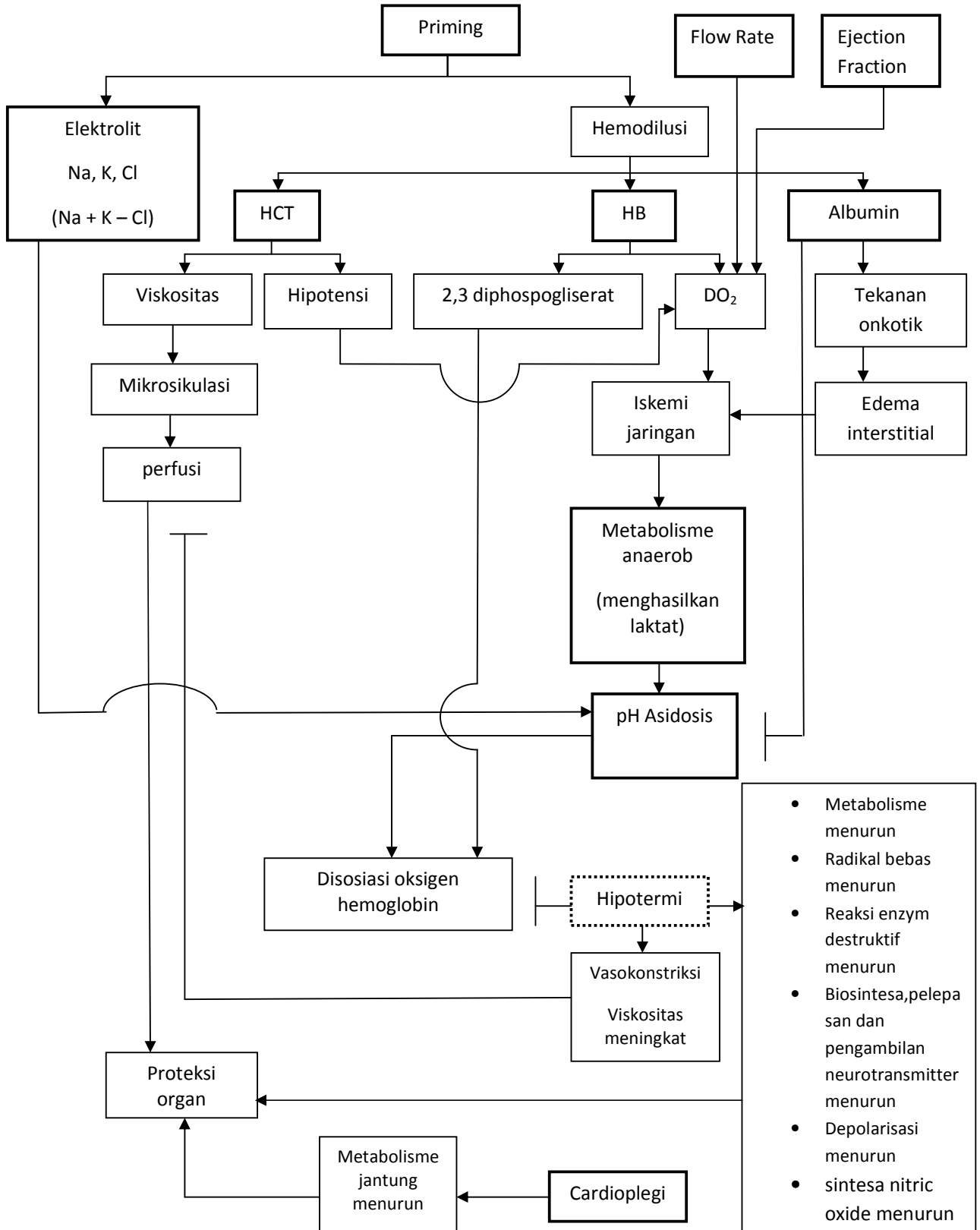
2.12.2 I Stat

Pada CPB terjadi perubahan hemodinamik yang dinamis, sehingga penting bagi klinisi untuk mengevaluasi perubahan gas darah, elektrolit dan hematokrit. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat i-STAT (Abbott Point-of-care) dengan pengukuran berdasarkan parameter biokemikal.

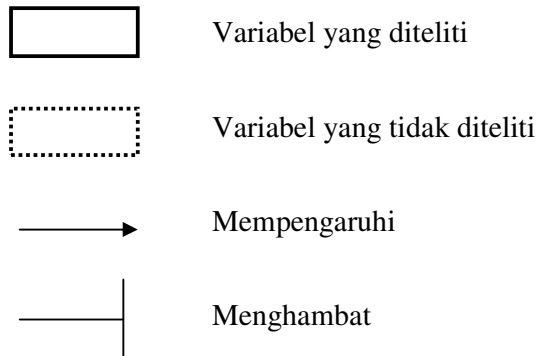
Pengukuran pada alat ini secara otomatis menyesuaikan terhadap hemodilusi melalui metode *soo-called CPB mode* yang terdapat pada alat.^{20,21}

Connelly et al (1996), membandingkan antara penggunaan i-STAT dengan pengukuran laboratorium pada pasien yang menjalani bedah jantung dengan CPB menyimpulkan bahwa alat i-STAT akurat untuk pengukuran nilai hematokrit, gas darah, elektrolit dan glukosa selama CPB².

BAB III KERANGKA KONSEP



Keterangan gambar :



3.1 Penjelasan Kerangka Konsep

Pada operasi bedah jantung dengan menggunakan CPB, cairan *priming* akan menyebabkan hemodilusi saat sirkuit dihubungkan dengan pasien menyebabkan penurunan nilai HCT, penurunan nilai Hb, penurunan nilai albumin (hipoalbumin) dan penurunan nilai SID. Pada HCT yang menurun, viskositas darah akan menurun sehingga mikrosirkulasi akan meningkat dan memperbaiki perfusi, sehingga bersifat proteksi terhadap organ. Namun HCT yang menurun juga menyebabkan hipotensi, sehingga *delivery oxygen* menurun. Sedangkan kondisi Hb yang turun akan menyebabkan peningkatan 2,3 diphosphoglisarat yang akan menggeser kurva disosiasi oksihemoglobin ke kanan. Namun kondisi anemi (penurunan Hb) juga mengakibatkan penurunan *delivery oxygen*, yang akan menyebabkan iskemik jaringan, sehingga terjadi metabolisme anaerob dan terjadi peningkatan laktat. Peningkatan laktat akan menyebabkan pH menjadi asidosis dan menyebabkan pergeseran kurva disosiasi oksihemoglobin bergeser ke kanan. Hemodilusi juga menyebabkan hipoalbumin sehingga menurunkan tekanan onkotik yang dapat menyebabkan *shifting* cairan ke interstitial sehingga terjadi edema interstitial yang dapat menyebabkan iskemi jaringan. Hemodilusi juga

menyebabkan hipoalbumin yang akan mempengaruhi pH akibat berkurangnya asam lemah, mejadikan pH lebih alkalis. Pada saat pasien dihubungkan dengan sirkuit, *priming* menyebabkan perubahan elektrolit dimana SID akan menurun, sehingga pH turun.

Faktor lain yang mempengaruhi *delivery oxygen* sebelum CPB adalah *Ejection fraction* yang menggambarkan fungsi dari ventrikel kiri. Sedangkan selama CPB, *delivery oxygen* juga dipengaruhi *flow rates* yang diatur sesuai BSA pasien.

Teknik hipotermi juga digunakan selama CPB dan berefek metabolisme menurun, dapat menekan radikal bebas, menghambat reaksi enzim yang dekstruksi, menghambat biosintesa, pelepasan dan pengambilan dari neurotransmitter, memperlambat depolarisasi dan supresi sintesa *nitric oxide*. Hal ini merupakan salah satu manajemen proteksi organ. Namun hipotermi juga mengakibatkan vasokonstriksi dan peningkatan viskositas, sehingga dapat menghambat menurunkan perfusi organ. Sedangkan pengaruh terhadap kurva disosiasi oksihemoglobin adalah akan menggeser ke kiri kurva disosiasi.

Pada penggunaan CPB juga digunakan cardioplegi sebagai *cardioprotection* menyebabkan metabolisme jantung menurun, sehingga proteksi terhadap organ (jantung).

3.2 Hipotesa Penelitian

Tidak ada pengaruh penggunaan cairan *priming* Ringer Laktat terhadap keseimbangan asam basa selama *cardiopulmonary bypass*.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional.

4.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Dr. Soetomo yaitu di Gedung Bedah Pusat Terpadu (GBPT).

4.3 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan Februari-Mei 2017.

4.4 Populasi dan Sampel Penelitian

4.4.1 Populasi Penelitian

Diambil dari pasien usia lebih dari 18 tahun yang menjalani operasi bedah jantung.

4.4.2 Sampel Penelitian

4.4.2.1 Pemilihan Sampel

Pasien dewasa yang di rawat di Rumah Sakit Dr. Soetomo yang menjalani operasi bedah jantung

4.4.2.2 Kriteria inklusi

1. Pasien yang akan menjalani operasi bedah jantung.
2. Pasien dewasa (usia lebih atau sama dengan 18 tahun).

4.4.2.3 Kriteria Eksklusi

1. Pasien menolak tindakan.
2. Pasien usia <18 tahun atau > 75 tahun.
3. Pasien dengan DM tidak teregulasi.

4.4.2.4 Besar Sampel

Besar sampel pada penelitian ini dihitung berdasarkan rumus besar sampel *consecutive sampling* :

$$n = \frac{(Z_{1/2\alpha})^2 \times p \times q}{d^2}$$

dengan :

n = besar sampel

r = perkiraan koefisien korelasi (r) = 0,50

Z α = 1,960 (tingkat kemaknaan = 0,05)

d² = 20%

maka besar sampel minimal yang diperlukan pada penelitian ini sebanyak 24 orang.

4.5 Variabel Penelitian

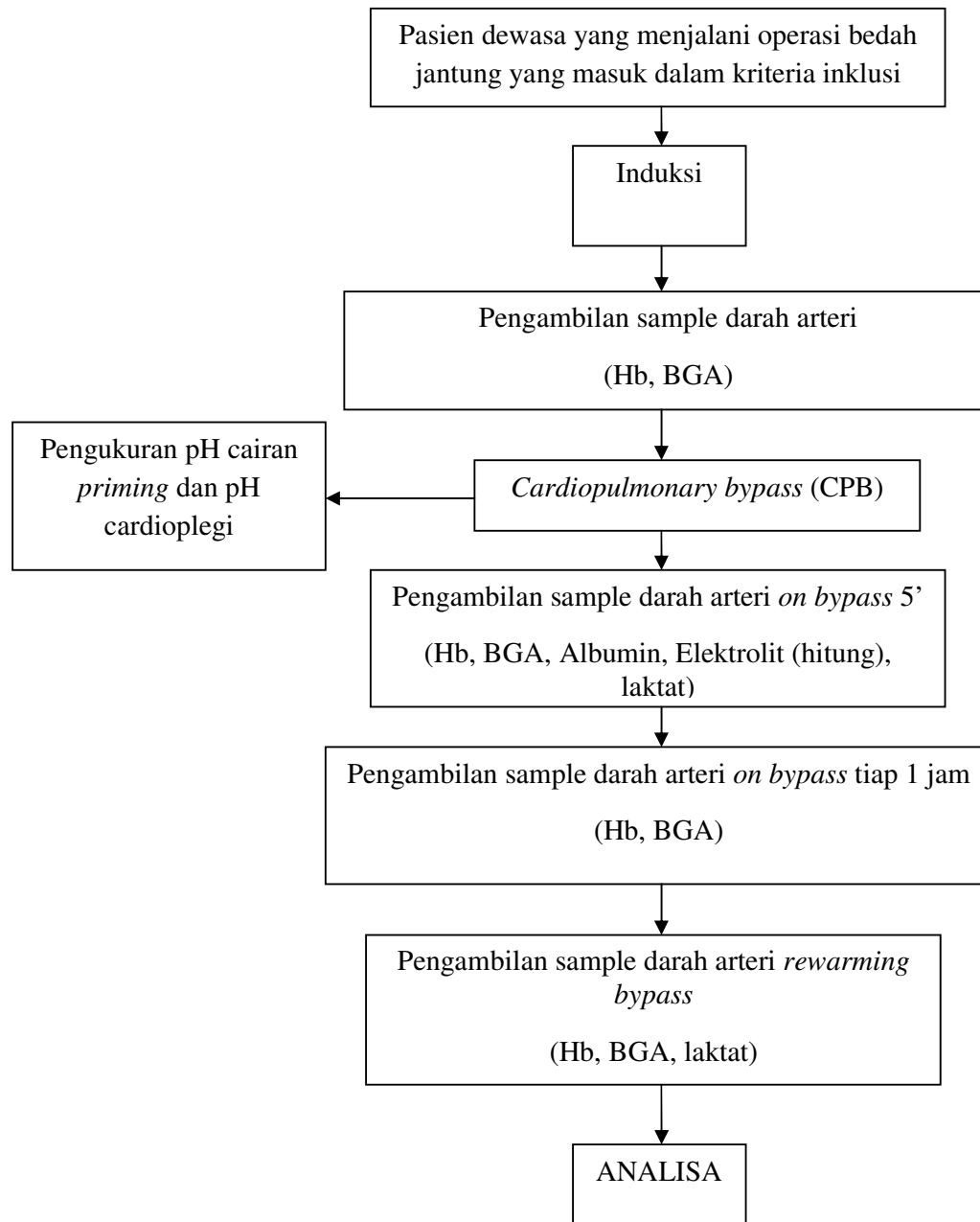
1. Hb
2. HCT
3. BGA
4. Elektrolit (Na, K, Cl)
5. Albumin
6. Laktat
7. pH cairan *priming* RL
8. pH cairan cardioplegi
9. *Flow Rates*
10. *Ejection fraction*

4.5.1 Definisi Operasional Variabel

1. Hb : nilai Hemoglobin yang diambil dari sampel darah pasien, dengan satuan g/dL.
2. HCT : nilai hematokrit yang diambil dari sampel darah pasien. Nilai HCT dalam %.
3. BGA : Nilai analisa gas darah yang diambil dari sample darah pasien, terdiri dari pH, PCO₂, PO₂, HCO₃, BE, SO₂.
4. Na : nilai kandungan natrium plasma yang diambil dari sampel darah pasien dan nilai hitung berdasarkan nilai preoperatif dan setelah penambahan *priming*, dengan satuan mEq/L.
5. K : nilai kandungan kalium plasma yang diambil dari sampel darah pasien dan nilai hitung berdasarkan nilai preoperatif dan setelah penambahan *priming*, dengan satuan mEq/L.

6. Cl : nilai kandungan klorida plasma yang diambil dari sampel darah pasien dan nilai hitung berdasarkan nilai preoperatif dan setelah penambahan *priming*, dengan satuan mEq/L.
7. Albumin : nilai albumin dari sampel darah pasien, dengan satuan g/dL.
8. Laktat : nilai konsentrasi laktat darah yang diambil dari sampel darah pasien, dengan satuan mmol/L.
9. pH cairan *priming* : pH yang diukur pada saat cairan *priming* diambil dari reservoir sirkuit CPB sebelum sirkuit dihubungkan dengan pasien.
10. pH cairan cardioplegi : pH yang diukur pada cairan cardioplegi sebelum sirkuit CPB dihubungkan dengan pasien.
11. *Flow rates* : Flow rates dihitung berdasarkan body surface area, satuannya $L \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.
12. *Ejection Fraction* (EF) : Rasio *stroke volume* dan *end diastolic volume*. Nilai normal antara 60 - 70 %.³⁷

4.6 Kerangka operasional



4.7 Pengumpulan Data, Penyajian Data, dan Analisa Statistik

4.7.1 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan menggunakan lembar pengumpulan data (LPD).

4.7.2 Penyajian Data

Data dan hasil penelitian disajikan dalam bentuk :

- a. Tabulasi
- b. Grafik / diagram
- c. Teks atau tulisan yang memperjelas grafik / diagram.

4.7.3 Analisa Statistik

Analisa statistik yang digunakan adalah Uji T berpasangan, uji korelasi pearson dan uji korelasi spearman.

4.8 Kelaikan Etik

Untuk menjamin prosedur pelaksanaan dan metodologi penelitian ini sesuai dengan ketentuan dan pedoman etik penelitian kesehatan, pelaksanaan penelitian dan surat persetujuan dari keluarga atau pasien.

4.9 Rincian Biaya Penelitian

1. Biaya pemeriksaan Laktat	Rp. 6.336.000,00
2. Fotokopi	Rp. 500.000,00
3. Penjilitan	Rp. 500.000,00
4. Lain-lain	Rp. 1.000.000,00
Total Biaya	Rp. 8.336.000,00

BAB V

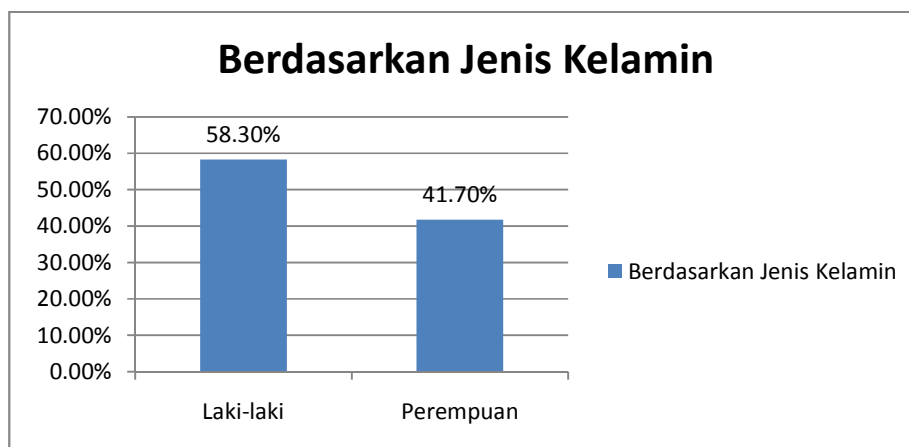
HASIL PENELITIAN

Penelitian “Profil Asam Basa Pemeriksaan Gas Darah pada Penggunaan Ringer Laktat sebagai Cairan *Priming Cardiopulmonary bypass* di Rumah Sakit Dr.Soetomo”, yang kami lakukan, merupakan penelitian observasional. Penelitian ini kami lakukan pada pasien operasi bedah jantung elektif di GBPT, dimana pada semua subyek penelitian dilakukan pemeriksaan BGA secara berkala durante CPB.

5.1 Karakteristik Sampel Penelitian

Tabel 5.1 Demografi berdasarkan jenis kelamin

No	Jenis kelamin	Jumlah (n)	Persentase (%)
1	Laki-laki	14	58,3
2	Perempuan	10	41,7

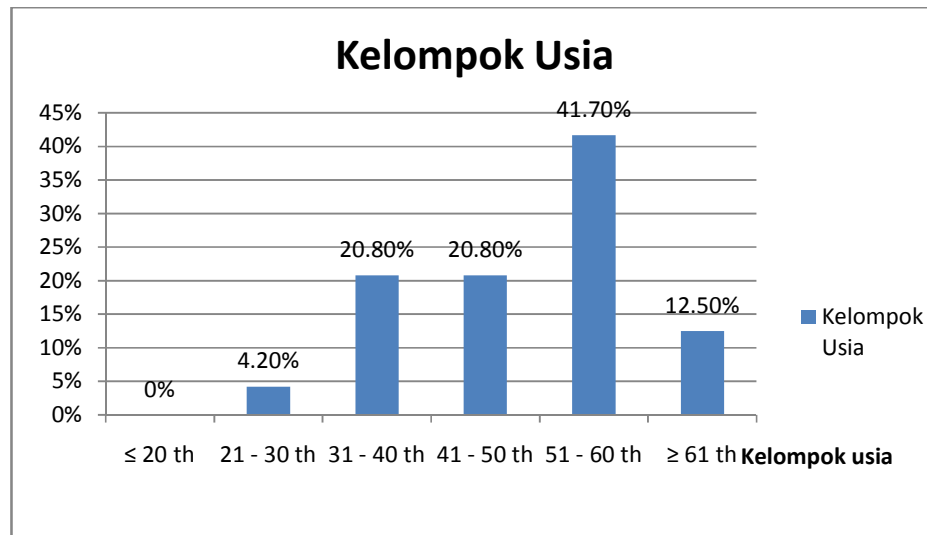


Grafik 5.2 Berdasarkan Jenis Kelamin

Pasien laki-laki 14 orang (58,30%) dan pasien perempuan 10 orang (41,70%)

Tabel 5.3 Demografi berdasarkan Kelompok Usia

No	Kelompok Usia (tahun)	Jumlah (n)	Persentase (%)
1	≤ 20	0	0
2	21 – 30	1	4,2
3	31 – 40	5	20,8
4	41 – 50	5	20,8
5	51 – 60	10	41,7
6	≥ 61	3	12,5

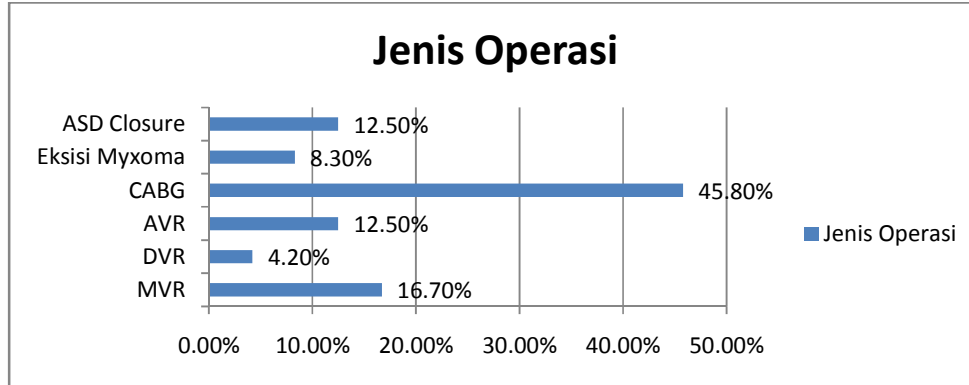


Grafik 5.4 Berdasarkan kelompok usia

Kelompok usia terbanyak 51-60 tahun yaitu 41,70%, kemudian usia 31-40 tahun dan 41-50 tahun, masing-masing 20,80%, untuk usia ≥ 61 tahun sebanyak 12,50% dan yang terendah usia 21-30 tahun sebanyak 4,20%

Tabel 5.5 Dermografi berdasarkan Jenis Operasi

No	Jenis Operasi	Jumlah (n)	Persentase (n)
1	MVR	4	16,7
2	DVR	1	4,2
3	AVR	3	12,5
4	CABG	11	45,8
5	Eksisi Myxoma	2	8,3
6	ASD Closure	3	12,5



Grafik 5.6 Berdasarkan Jenis Operasi

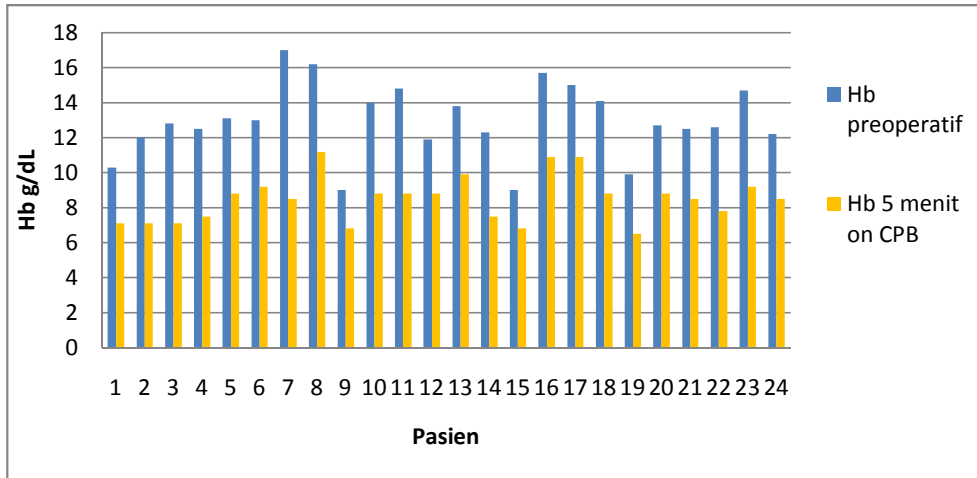
Jenis operasi yang terbanyak adalah CABG sebanyak 45,80%, kemudian MVR sebanyak 16,70%, ASD Closure dan AVR masing-masing sebanyak 12,50%, Eksisi myxoma 8,30% dan yang terendah DVR 4,20%.

Tabel 5.7 Data *Baseline* Preoperatif

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
BB	24	35.00	85.00	57.4167	13.61877
TB	24	145.00	178.00	161.0417	8.11054
BSA	24	1.22	1.90	1.5804	.20365
HB	24	9.00	17.00	12.9625	2.08009
HCT	24	27.40	52.90	39.6000	6.82457
BUN	24	5.00	46.00	16.9167	9.37581
SK	24	.20	1.93	1.0129	.40292
SGOT	24	12.00	72.00	23.7917	11.85044
SGPT	24	12.00	69.00	30.1250	13.85111
ALB	24	3.45	5.01	4.1229	.31931
GDA	24	70.00	187.00	131.6250	35.53420
Na	24	130.00	147.00	139.8167	3.76340
K	24	3.10	4.90	3.9954	.46904
CL	24	85.00	112.00	99.3833	6.11880
EF	22	31	76	54,6818	13,5975

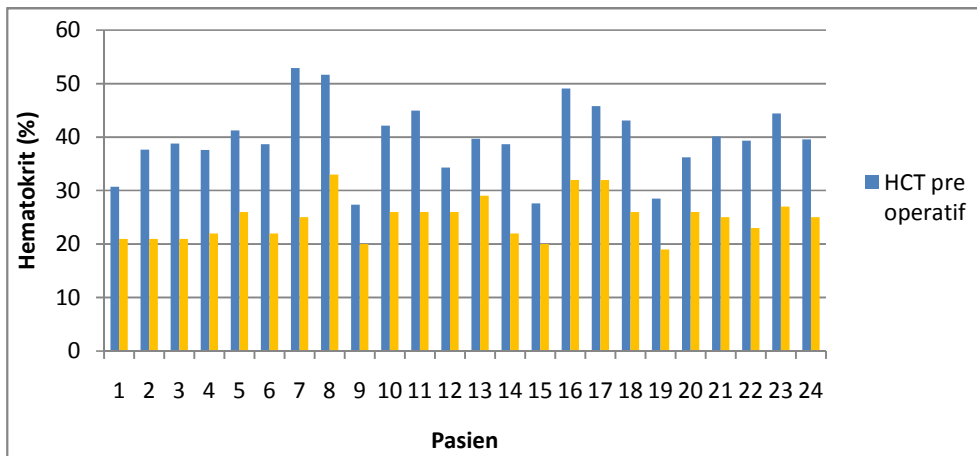
5.2 Hasil Penelitian

Perubahan yang terjadi setelah pasien dihubungkan dengan sirkuit CPB (dengan priming RL 1500 ml) :



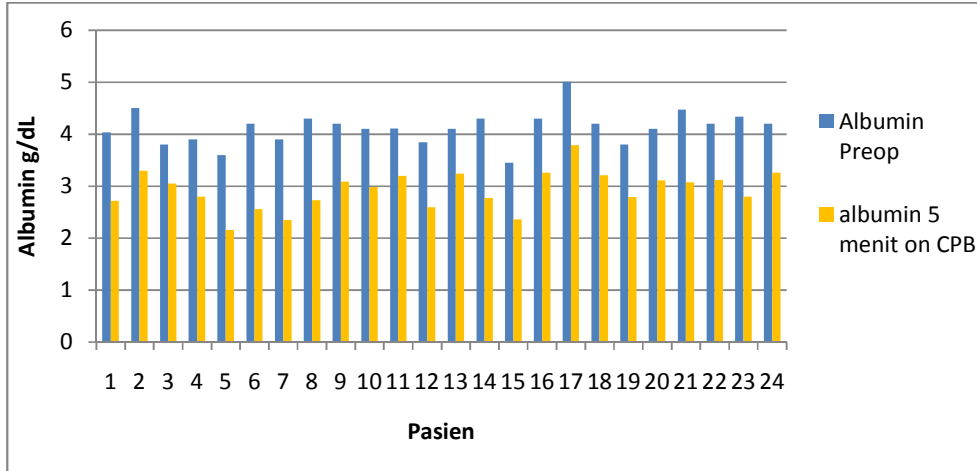
Grafik 5.8 Perubahan Hb (5 menit on CPB).

Dari data preoperatif nilai Hb berkisar 9-17 g/dL, setelah penambahan *priming* RL nilai Hb turun 30-50%, berkisar 6,5-11,2 g/dL



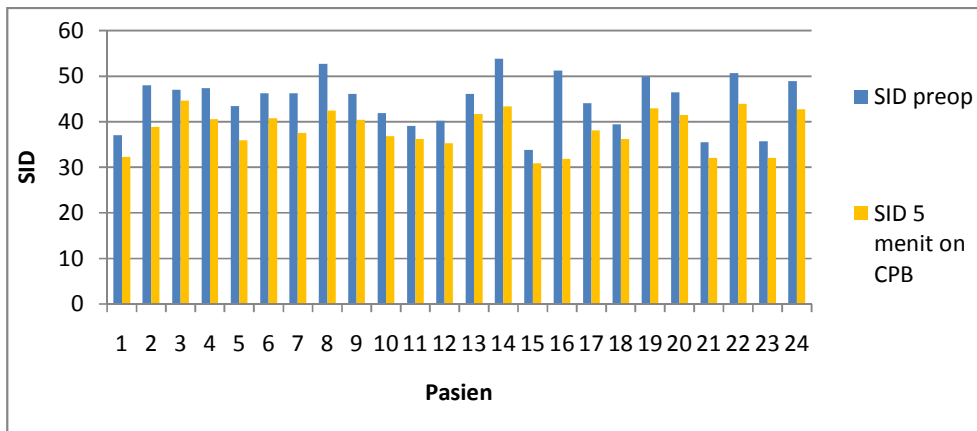
Grafik 5.9 Perubahan HCT (5 menit on CPB)

Dari data preoperatif nilai HCT berkisar 27,4-51%, setelah penambahan *priming* RL nilai HCT turun 30-50%, berkisar 19-33%



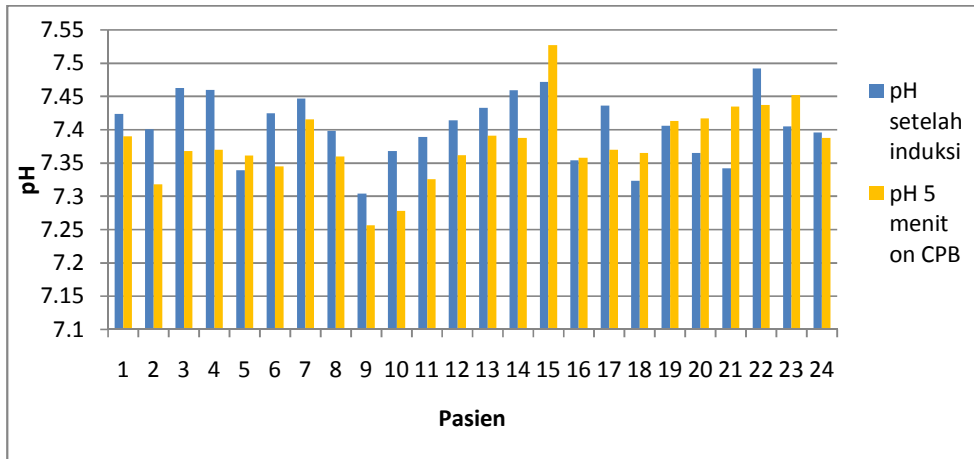
Grafik 5.10 Perubahan nilai albumin (5 menit on CPB)

Dari data preoperatif nilai Albumin berkisar 3,45-5,01g/dL, setelah penambahan *priming* RL nilai Albumin turun 30-40 %, menjadi berkisar 2,16-3,79g/dL.



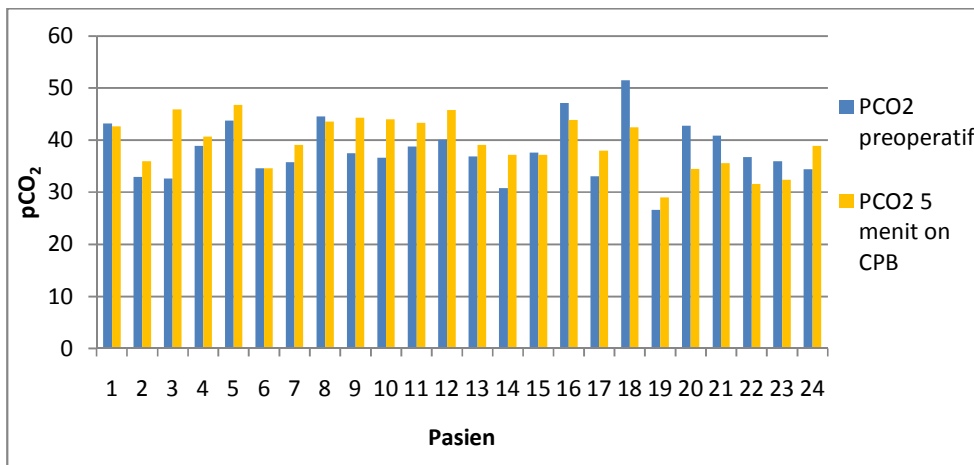
Grafik 5.11 Perubahan nilai SID (5 menit on CPB)

Dari data preoperatif nilai SID berkisar 33,8-53,8, setelah penambahan *priming* RL nilai SID turun 5-20 %, menjadi berkisar 30,86 -43,34. Terdapat 45% pasien dengan nilai SID < 38 setelah penambahan cairan *priming* RL.



Grafik 5.12 Perubahan pH (5 menit on CPB)

Terjadi perubahan nilai pH setelah *priming* dengan RL namun masih dalam batas normal kecuali pada 4 pasien (16,66%) didapatkan pH < 7,35 (asidosis) dan 1 pasien (4,1%) pH > 7,45.



Grafik 5.13 Perubahan PCO2 (5 menit on CPB)

Terjadi perubahan nilai pH setelah 5 menit terhubung dengan sirkuit CPB namun masih dalam batas normal kecuali pada 5 pasien (20,83%) PCO₂ <35 mmHg didapatkan dan 3 pasien (12,5%) PCO₂ > 45 mmHg.

Tabel 5.14 Perbedaan Hb, HCT, Albumin, SID (Na+K – Cl), pH, dan PCO₂ post induksi dan 5 menit on CPB

		n	Rerata ± Simpanganbaku (Rentan nilai)	Nilai p
Hb (g/dL)	Preoperatif 5' on CPB	24	12,96 ± 2,080 (9 – 17)	< 0,0001
		24	8,49 ± 1,326 (6,5 – 11,2)	
HCT	Preoperatif 5' on CPB	24	39,6 ± 6,8246 (27 – 52)	< 0,0001
		24	24,79 ± 3,912 (19 – 33)	
Albumin	Preoperatif 5' on CPB	24	4,12 ± 0,319 (3,45 – 5,01)	< 0,0001
		24	2,91 ± 0,337 (2,16 – 3,79)	
SID	Preoperatif 5' on CPB	24	44,4288 ± 5,60847 (33,8 – 53,8)	< 0,0001
		24	38,5488 ± 4,00533 (30,86 – 44,6)	
pH	Post induksi 5' on CPB	24	7,4048 ± 0,049754 (7,304 – 7,492)	0,028
		24	7,3788 ± 0,05626 (7,257 – 7,527)	
PCO ₂	Post induksi 5' on CPB	24	38,083 ± 5,5356 (30,8 – 51,5)	0,237
		24	39,4 ± 4,9927 (29 – 46,8)	

Hasil uji t berpasangan menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna kadar Hb, HCT, albumin, nilai SID dan pH preoperatif dengan 5 menit on CPB, dengan ($p < 0,05$), sedangkan nilai PCO₂ tidak menunjukkan perubahan yang bermakna ($p > 0,05$).

Tabel 5.15 Hubungan antara Flow Rates dan perubahan nilai BGA setelah dihubungkan dengan sirkuit.

Flow rate (sesuai BSA)		Selisih pH 5' – post induksi	Selisih PCO ₂ 5' on CPB – post induksi	Selisih PO ₂ 5' on CPB – post induksi	Selisih HCO ₃ 5' on CPB – post induksi	Selisih BE 5' on CPB – post induksi
2,95 – 4,56	Pearson Correlation	-.113	.017	-.044	-.073	.009
	Sig. (2-tailed)	.600	.936	.840	.734	.968
	N	24	24	24	24	24

Hasil uji korelasi menunjukkan tidak terdapat korelasi bermakna *flow rates* dengan perubahan nilai BGA setelah 5 menit on CPB ($p > 0,05$)

Tabel 5.16 pH *Priming* dan pH Cardioplegi

	n	Mean \pm Standar deviasi (rentan nilai)
pH <i>Priming</i>	24	6,8329 \pm 0,0952 (6,6 – 7,01)
pH Cardioplegi	24	7,9887 \pm 0,0813 (7,85 – 8,12)

Tabel 5.17 Hubungan pH priming dengan BGA durante CPB

Hubungan pH priming dengan 5 menit on CPB	n	r / r _s	Nilai p	Korelasi
pH 5' – 1 jam on CPB	18	-0,072	0,775	Pearson
PCO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,005	0,982	Spearman
PO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,295	0,162	Pearson
HCO ₃ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,113	0,600	Spearman
BE 5' – 1 jam on CPB	24	0,159	0,459	Pearson
SO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,145	0,498	Spearman

Hasil uji korelasi menunjukkan tidak terdapat korelasi bermakna pH priming dengan BGA durante CPB ($p > 0,05$)

Tabel 5. 18 Hubungan pH cardioplegi dengan BGA durante CPB

Hubungan pH cardioplegi dengan BGA 5 menit on CPB	n	r / r _s	Nilai p	Korelasi
pH 5' – 1 jam on CPB	18	0,068	0,789	Pearson
PCO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,071	0,742	Spearman
PO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,001	0,995	Pearson
HCO ₃ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,157	0,465	Spearman
BE 5' – 1 jam on CPB	24	-0,182	0,394	Pearson
SO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	-0,236	0,267	Spearman

Hasil uji korelasi menunjukkan tidak terdapat korelasi bermakna pH cardioplegi dengan BGA durante CPB ($p > 0,05$)

Tabel 5.19 Hubungan pH cardioplegi dengan BGA durante CPB (1 jam on CPB – rewarming)

Hubungan pH cardioplegi dengan BGA durante CPB	n	r / r _s	Nilai p	Korelasi
pH	18	-0,251	0,315	Pearson
PCO ₂	24	0,151	0,482	Pearson
PO ₂	24	-0,153	0,474	Pearson
HCO ₃	24	0,073	0,734	Spearman
BE	24	-0,232	0,276	Pearson
SO ₂	24	0,132	0,539	Spearman

Hasil uji korelasi menunjukkan tidak terdapat korelasi bermakna pH cardioplegi dengan BGA durante CPB ($p > 0,05$)

Tabel 5.20 Durasi CPB dan Durasi *Cross Clamp*

	n	Mean ± Standar deviasi (rentan nilai)
Durasi CPB (menit)	24	157,7916 ± 54,9307 (44 – 275)
Durasi <i>Cross clamp</i> (menit)	24	102,5833 ± 42,8464 (18 - 222)

Tabel 5.21 Hubungan durasi CPB dengan BGA durante CPB

Hubungan waktu CPB dengan BGA durante CPB	n	r / r _s	Nilai p	Korelasi
pH 5' – 1 jam on CPB	24	0,088	0,728	Pearson
PCO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	0,410	0,047	Spearman
PO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	0,478	0,018	Pearson
HCO ₃ 5' – 1 jam on CPB	24	0,471	0,020	Spearman
BE 5' – 1 jam on CPB	24	-0,561	0,004	Pearson
SO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	0,734	<0,0001	Spearman

Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat korelasi bermakna waktu CPB dengan BGA durante CPB ($p < 0,05$) kecuali dengan pH ($p > 0,05$).

Tabel 5.22 Hubungan durasi CPB dengan BGA durante CPB(1 jam on CPB – rewarming)

Hubungan waktu CPB dengan BGA durante CPB(1 jam on CPB – rewarming)	n	r / r _s	Nilai p	Korelasi
pH	24	-0,250	0,317	Pearson
PCO ₂	24	-0,506	0,012	Pearson
PO ₂	24	-0,509	0,011	Pearson
HCO ₃	24	-0,462	0,023	Spearman
BE	24	0,287	0,174	Pearson
SO ₂	24	-0,671	<0,0001	Spearman

Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat korelasi bermakna waktu CPB dengan BGA durante CPB ($p < 0,05$) kecuali dengan pH dan BE ($p > 0,05$).

Tabel 5.23 Hubungan durasi *cross clamp* dengan BGA durante CPB

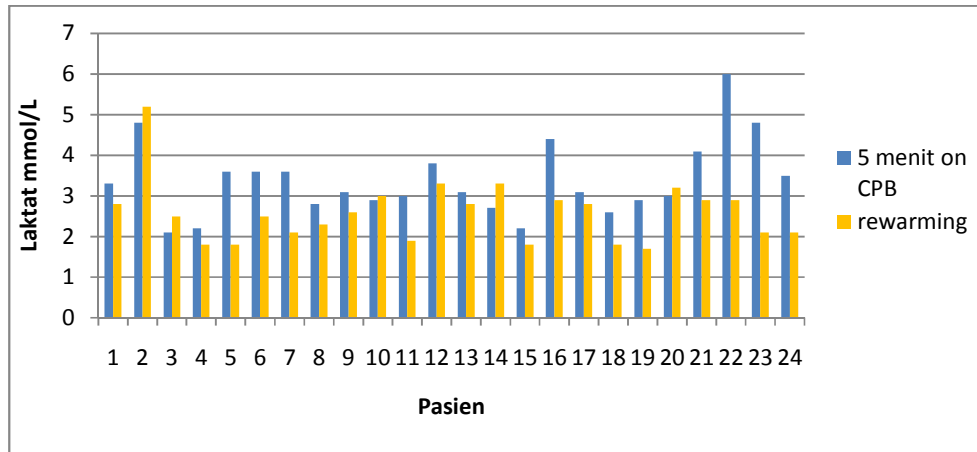
Hubungan <i>cross clamp</i> dengan BGA durante CPB	n	r / r _s	Nilai p	Korelasi
pH 5' – 1 jam on CPB	24	-0,015	0,953	Pearson
PCO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	0,397	0,055	Spearman
PO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	0,359	0,085	Pearson
HCO ₃ 5' – 1 jam on CPB	24	0,459	0,024	Spearman
BE 5' – 1 jam on CPB	24	-0,706	<0,0001	Pearson
SO ₂ 5' – 1 jam on CPB	24	0,627	0,001	Spearman

Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat korelasi bermakna antara *cross clamp* dengan HCO₃, BE dan SO₂ ($p < 0,05$)

Tabel 5.24 Hubungan durasi *cross clamp* dengan BGA durante CPB(1 jam on CPB – rewarming)

Hubungan <i>cross clamp</i> dengan BGA durante CPB(1 jam on CPB – rewarming)	n	r / r _s	Nilai p	Korelasi
pH	24	-0,183	0,467	Pearson
PCO ₂	24	-0,436	0,033	Pearson
PO ₂	24	-0,471	0,020	Pearson
HCO ₃	24	-0,496	0,014	Spearman
BE	24	0,351	0,093	Pearson
SO ₂	24	-0,709	<0,0001	Spearman

Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat korelasi bermakna antara *cross clamp* dengan BGA durante CPB ($p < 0,05$) kecuali dengan pH dan BE ($p > 0,05$).



Grafik 5.25 Nilai laktat 24 sampel pada 5 menit on CPB dan *rewarming*.

Pada 5 menit on CPB, 5 pasien (29,2%) didapatkan hiperlaktatemia, sedangkan setelah rewarming didapatkan 1 pasien (4,2% hiperlaktatemia). Kenaikan laktat terjadi pada 12,5%, sedangkan 87,5% terjadi penurunan nilai laktat.

Tabel 5.26 Nilai laktat pada 5 menit on CPB dan *Rewarming*.

Nilai laktat	5 menit on CPB	Rewarming
0,4 – 2,0 mmol/L	0%	25 %
2,0 – 4,0 mmol/L	70,8 %	70,8 %
>4 mmol/L	29,2 %	4,2 %

Tabel 5.27 Perubahan nilai laktat 5 menit on CPB dan rewarming

		n	Rerata ± Simpanganbaku (rentan nilai) mmol/L	Nilai p
Laktat	5' on CPB	24	3,383 ± 0,9234 (2,1 – 6)	< 0,0001
	rewarming	24	2,588 ± 0,7623 (1,7 – 5,2)	

Hasil uji t berpasangan menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna kadar laktat 5 menit on CPB dengan kadar laktat saat rewarming.

Tabel 5.28 Hubungan pH priming, pH cardioplegi, waktu CPB, *cross clamp* dan suhu dengan Laktat 5 menit on CPB - *rewarming*

Hubungan pH priming, pH cardioplegi, waktu CPB, <i>cross clamp</i> dan suhu dengan Laktat 5' on CPB - <i>rewarming</i>	n	r	Nilai p	Korelasi
pH priming dengan laktat	24	-0,267	0,207	Pearson
pH cardioplegi dengan laktat	24	-0,003	0,987	Pearson
Waktu CPB dengan laktat	24	0,154	0,473	Pearson
Cross clamp dengan laktat	24	0,158	0,461	Pearson
Suhu dengan laktat	24	0,311	0,138	Pearson

Hasil uji korelasi menunjukkan tidak terdapat korelasi bermakna antara pH priming, pH cardioplegi, waktu CPB, *cross clamp* dan suhu dengan Laktat 5 menit on CPB - *rewarming* ($p > 0,05$)

BAB VI

PEMBAHASAN

Penggunaan CPB pada operasi bedah jantung didukung oleh teknologi monitoring dan komponen mesin CPB untuk menciptakan kondisi yang fisiologis dan mengurangi efek samping CPB.

Monitoring durante CPB, termasuk parameter mekanik dan fisiologis, sehingga dapat menggambarkan status fisiologis pasien dan memungkinkan manajemen *real-time* pasien. Informasi *real-time* ini dapat mengurangi keterlambatan diagnosis penurunan perfusi dan kerusakan *irreversible* jaringan.²⁶

Di RSUD DR. Soetomo, pada operasi bedah jantung menggunakan CPB, monitoring kondisi fisiologis pasien, salah satunya dilakukan dengan pemeriksaan gas darah secara berkala menggunakan alat I-Stat.

Hasil pemeriksaan gas darah dapat bervariasi, sesuai dengan oksigenasi, perubahan elektrolit dan *fluid shift* yang terjadi selama CPB. Potensial efek samping dapat disebabkan oleh kondisi hipoksia, hiperoksia, hipocapnea, hipercapnea dan perubahan asam basa.²⁶

Pada penelitian profil gas darah pada penggunaan Ringer Laktat sebagai cairan *priming* CPB pasien bedah jantung di GBPT RSUD DR. Soetomo yang dilakukan pada bulan Februari hingga Mei 2017 terhadap pasien dewasa, dari 24 sampel, didapatkan karakteristik berdasarkan jenis kelamin, laki-laki 58,3% dan perempuan 41,7%. Sedangkan berdasarkan kelompok usia, yang terbanyak adalah dengan usia antara 51-60 tahun sebanyak 41,7%, kemudian usia 31-40 dan

41-50 tahun, masing-masing sebanyak 20,8 %. Berikutnya adalah pasien dengan usia ≥ 61 tahun sebanyak 12,5 %, usia 21-30 tahun sebanyak 4,2 %. Karakteristik berdasarkan jenis operasi, terbanyak pada operasi CABG yaitu 45,8%, kemudian MVR 16,7%, AVR 12,5%, ASD closure 12,5%, eksisi myxoma 8,3% dan DVR 4,2%.

Dari data *baseline* preoperatif, didapatkan data yang bervariasi sesuai dengan kondisi pasien. Dari berat badan (BB) pasien yang terendah 35 kg dan yang terberat 85 kg, data ini menunjukkan variasi berat badan yang tidak homogen, namun pada penghitungan BSA pasien didapatkan data yang homogen, yang terendah 1,22 dan yang tertinggi 1,9. Dari data *Ejection fraction* (EF) yang menggambarkan fungsi ventrikel kiri didapatkan data yang tidak homogen, dengan nilai terendah 31% dan yang tertinggi 76%. Berdasarkan kadar Hb preoperatif didapatkan data homogen, dengan Hb terendah 9g/dL dan yang tertinggi 17 g/dL demikian pula data hematokrit (HCT) didapatkan data yang homogen dengan nilai terendah 27 % dan nilai tertinggi 52 %, namun pada 3 pasien (12,5 %), nilai Hb <10g/dL dan HCT <30 % tetapi pada penelitian ini tetap menggunakan cairan *priming* RL 1500 ml tanpa penambahan koloid maupun darah sebagai *priming*. Dari data BUN dan SK didapatkan data yang tidak homogen, dengan nilai BUN terendah 5mg/dL dan tertinggi 46mg/dL, dan nilai SK terendah 0,2mg/dL dan tertinggi 1,93mg/dL. Begitu pula dari data SGOT dan SGPT didapatkan data yang tidak homogen dengan SGOT terendah 12mg/dL dan tertinggi 72mg/dL, sedangkan SGPT terendah 12mg/dL dan tertinggi 69mg/dL. Data albumin didapatkan data yang homogen normal, terendah 3,45g/dL dan tertinggi 5,01g/dL. Dari data GDA didapatkan data yang

tidak homogen, namun masih dalam rentang GDA normal, yang terendah 70mg/dL dan tertinggi 187mg/dL. Sedangkan data elektrolit didapatkan data yang homogen. Untuk Natrium nilai terendah 130 mEq/L dan tertinggi 147 mEq/L. Nilai K 3,1mEq/L dan 4,9mEq/L. Nilai Cl terendah 85 mEq/L dan tertinggi 112 mEq/L. Dari data preoperatif didapatkan 5 pasien (20,83%) mengalami gangguan metabolik dengan nilai $\text{HCO}_3 < 22$, dan $\text{BE} < -2$, namun hanya 1 pasien dengan nilai $\text{pH} < 7.35$, walaupun kondisi albumin dan SID normal, namun Hb preoperative 9 g/dL. Kondisi hipoperfusi dapat terjadi pada gangguan *delivery oksigen*, sehingga mempengaruhi metabolit pasien, walaupun tidak terjadi hiperlaktatemi.³²

Dari hasil penelitian, setelah pasien dihubungkan dengan mesin CPB, didapatkan perbedaan yang bermakna kadar Hb, albumin, SID dan pH preoperatif dengan 5 menit setelah terhubung dengan mesin CPB. Pada penelitian ini, penambahan cairan *priming* RL 1500ml mengakibatkan hemodilusi, dimana terjadi penurunan nilai Hb rata-rata dibawah 10g/dL dan $\text{HCT} < 30$, sesuai dengan target HCT pada CPB yaitu < 30 , kecuali 3 pasien dengan nilai Hb awal 16,2 g/dL, 15,7g/dL, dan 15g/dL, setelah penambahan *priming* didapatkan Hb 11,2g/dL, 10,9g/dL, dan 10,9g/dL dan nilai HCT 33%, 32% dan 32%.

Cairan *priming* adalah cairan yang dipakai mengisi sirkuit CPB dan hemodilusi merupakan kondisi yang pasti terjadi pada penggunaan cairan *priming* asanguin akibat penambahan volume plasma. Derajat hemodilusi sesuai dengan jumlah sel darah merah awal pasien (sesuai dengan ukuran tubuh dan hematokrit) ditambahkan dengan volume cairan *priming*. Target hemodilusi pada penggunaan CPB adalah HCT kurang dari 30%. Hemodilusi mempunyai

pengaruh terhadap perfusi yaitu meningkatkan aliran mikrosirkulasi karena mengurangi viskositas darah. Selain itu mengurangi kebutuhan transfusi selama operasi. Namun pada hemodilusi yang berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya *delivery oxygen* (DO₂) pada level jaringan dan berperan pada kejadian hipotensi selama CPB. Selain itu anemi akibat hemodilusi yang berlebihan juga dapat menyebabkan *ischemic organ injury*, namun penambahan darah juga memiliki resiko dan mungkin berhubungan dengan morbiditas dan mortalitas pada pasien yang menjalani operasi jantung.^{2,11}

Pada penelitian ini digunakan cairan *priming* RL, dimana setelah pasien dihubungkan dengan sirkuit CPB terjadi penurunan nilai SID yang signifikan secara statistik. Dari 24 pasien, 45% pasien nilai SID < 38 (lebih asidosis) setelah *priming*. Berdasarkan pH setelah *priming* (5 menit on CPB), maka didapatkan perubahan pH yang menurun signifikan secara statistik, namun nilai pH yang didapatkan masih dalam kisaran pH normal kecuali pada pasien 4 pasien (16,66%) didapatkan pH < 7,35 (asidosis). Tiga pasien diantaranya dapat dipengaruhi oleh kondisi preoperatif, dimana sebelumnya telah terjadi gangguan metabolit ditandai dengan nilai HCO₃ <22 dan BE < -2. Kondisi ini pada dua pasien diataranya mengalami perburukan setelah dihubungkan dengan sirkuit (penambahan *priming*) akibat penurunan nilai SID (< 38), sedangkan satu pasien lainnya didapatkan nilai SID normal dan yang lainnya SID <38 setelah *priming*.

Penggunaan kristaloid sebagai cairan *priming* pada CPB dapat mempengaruhi keseimbangan asam basa darah. Efek samping yang terutama adalah penurunan yang signifikan terhadap *colloid osmotic pressure*. Hemodilusi menyebabkan penurunan konsentrasi protein plasma, yang berfungsi sebagai asam

lemah, sehingga akan lebih alkalis. Normalnya tekanan onkotik 25-30 mmHg, namun pada pasien bedah jantung dengan CPB, batas terendah tekanan onkotik 15-16 mmHg dapat ditoleransi tanpa menyebabkan edema jaringan dan disfungsi organ.^{1,27}

Pengaruh metabolik akibat dilusi plasma oleh cairan *priming* dapat dikurangi dengan penggunaan *priming balanced solution*, misalnya yang mengandung laktat, gluconat dan asetat.²⁷

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran nilai pH cairan Ringer Laktat yang digunakan sebagai *priming* dengan alat pH meter, didapatkan pH cairan berkisar 6,8 – 7,01. Dari data tidak didapatkan korelasi antara pH cairan *priming* Ringer Laktat dengan BGA durante CPB. Hal ini sesuai dengan penelitian McKnight *et al* yang membandingkan efek empat macam kristaloid sebagai cairan *priming* CPB terhadap respon metabolik dan hormonal pada pasien operasi jantung. Pada penelitian McKnight digunakan cairan *priming* mengandung glukosa, laktat, gabungan glukosa dan laktat, dan cairan non glukosa dan non laktat, hasilnya menunjukkan bahwa respon metabolik dan endokrin selama CPB tidak dipengaruhi oleh nature dari cairan *priming*.²⁸

Demikian pula dengan cairan cardioplegia dilakukan pengukuran pH dan didapatkan pH cardioplegia berkisar 7,85-8,12. Dari data ini tidak didapatkan korelasi bermakna antara pH cardioplegia dan BGA durante CPB. Hal ini karena cairan cardioplegi bersifat protektif terhadap miocard, yaitu memperlambat onset kerusakan permanen yang disebabkan iskemik global dan reperfusi, selain itu

harus dapat pulih kembali (*reversibility*) dengan cepat setelah *washout* dan tidak toksik terhadap jantung dan organ lain setelah CPB.²³

Pada pengaruh durasi CPB dan durasi *cross clamp*, didapatkan korelasi bermakna durasi CPB dengan BGA durante ($p < 0,05$). Durasi CPB dan durasi *circulatory arrest* merupakan faktor yang mempengaruhi terjadinya hipoperfusi selama CPB.²⁹

Pada penelitian ini juga dilakukan evaluasi terhadap nilai laktat pada awal CPB (5 menit setelah pasien dihubungkan dengan sirkuit CPB) dan saat *rearming*, dan tidak didapatkan korelasi yang bermakna antara pH *priming*, pH cardioplegia, durasi CPB, durasi *cross clamp* dan suhu terhadap perubahan laktat, namun didapatkan perubahan yang signifikan pada nilai laktat. Pada 24 sampel didapatkan nilai laktat 5 menit durante CPB berkisar 2,1 sampai 6 mmol/L, sedangkan setelah *rearming* didapatkan berkisar 1,8 sampai 5,2 mmol/L. Nilai normal laktat darah berkisar 0,4 sampai 2,0 mmol/L. Nilai laktat antara 2 sampai 4 mmol/L adalah hiperlaktat ringan sampai sedang, dan lebih dari 4,0 mmol/L adalah hiperlaktatemi berat. Pada penelitian Naik R *et al*, hiperlaktatemia adalah nilai laktat $\geq 4,0$ mmol/L, didapatkan 42,7% pasien mengalami hiperlaktatemi, sedangkan pada penelitian ini didapatkan pada 5 menit on CPB nilai >4 mmol/L sebanyak 29,2% (5 pasien). Data laktat 5 menit on CPB menggambarkan kondisi pasien preoperatif, dimana pada 4 pasien nilai EF preoperatif $<$ dari 55%, menggambarkan fungsi dari ventrikel kiri yang kurang dari normal, yang menyebabkan gangguan perfusi sehingga terjadi peningkatan laktat. Sedangkan pada 1 pasien didapatkan nilai EF 63% (dalam batas normal) didapatkan asidosis metabolik akibat hiperlaktatemia. Hal ini mungkin disebabkan pada kondisi

perioperatif didapatkan data hemokonsentrasi sedangkan nilai laboratorium lainnya dalam batas normal. Hal ini mungkin disebabkan pasien dehidrasi, namun kelemahan penelitian ini tidak dilakukan pencatatan data *balance* cairan preoperatif, sehingga penyebab hemokonsentrasi tidak diketahui. Pada saat *rewarming*, nilai laktat $i > 4$ mmol/L sebanyak 4,2 %. Dari 24 sampel terdapat 3 pasien (12,5%) yang mengalami kenaikan nilai laktat, sedangkan 87,5% lainnya mengalami penurunan nilai laktat. Perubahan nilai laktat ini dipengaruhi oleh teknik yang dilakukan oleh anestesi.²⁹ Pada operasi bedah jantung, penggunaan CPB adalah untuk mempertahankan oksigenasi dan perfusi sistemik. Pada kondisi dimana terjadi kegagalan sirkulasi, maka kadar laktat akan meningkat sekunder akibat metabolisme anaerob. Hiperlaktatemia pada pasien bedah jantung dengan menggunakan CPB dapat disebabkan hipoksia jaringan ataupun penyebab non hipoksia seperti pengaruh obat, hipotermi dan CPB itu sendiri. Dari penelitian yang dilakukan oleh Demers et al, didapatkan hiperlaktatemia 10-20% pasien dewasa yang berhubungan dengan produksi laktat yang berlebihan selama CPB. Hal ini berhubungan dengan morbiditas dan mortalitas pasien.³⁰ Faktor-faktor yang mempengaruhi terdiri dari karakteristik preoperatif dan kondisi pasien intraoperatif, seperti faktor teknik operasi, strategi *myocardial protection*, manajemen hemodinamik, durasi CPB. Monitoring berbagai faktor tersebut akan menolong untuk mengenali lebih awal, sehingga dapat memberikan terapi yang dapat meningkatkan *outcome* pasien. Pada pasien yang menjalani operasi jantung dengan CPB, walaupun memiliki nilai gas darah yang normal dapat mengalami asidosis akibat laktat sekunder dari hipoperfusi jaringan. Karena itu diperlukan monitoring laktat darah yang lebih sensitif dibandingkan analisa gas darah untuk

mendeteksi ketidakseimbangan antara *oxygen supplay* dan *demand*.³¹ Walaupun hubungan antara perubahan nilai laktat dan variabel CPB tidak dapat diketahui dengan jelas seperti nilai hematokrit dan manajemen pH, namun intervensi yang potensial mempengaruhi perfusi dan oksigenasi jaringan termasuk diantaranya manipulasi tekanan perfusi dan *flow rates*, level hipotermia dan durasi *cooling* dan *rewarming*, pemberian cairan *priming* untuk memastikan nilai hematokrit dan tekanan onkotik yang optimal, ultrafiltrasi selama *rewarming* dan setelah CPB, dan penggunaan obat-obatan yang mengurangi pengaruh respon sistemik inflamasi.²⁹

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan tidak ada pengaruh dari penggunaan Ringer Laktat sebagai cairan *priming* terhadap keseimbangan asam basa selama *cardiopulmonary bypass*.

Dengan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa protap perfusi penggunaan Ringer Laktat tanpa penambahan natrium bikarbonat sebagai cairan *priming* tidak mempengaruhi keseimbangan asam basa selama *cardiopulmonary bypass*.

7.2 Saran

1. Dibutuhkan tambahan evaluasi perfusi preoperatif (pemeriksaan analisa gas darah dan laktat) untuk manajemen yang lebih teliti, sehingga dapat memperbaiki kondisi durante operasi dan outcome post operatif.
2. Penelitian ini dapat dijadikan dasar penelitian selanjutnya untuk melihat outcome pasien post operasi bedah jantung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gu YJ, Boonstra PW. Selection of Priming Solution for Cardiopulmonary Bypass in Adults. *Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery*. 2005. 001198.
2. Gravlee GP, Davis RF, Hammon JW, Kussman BD. *Cardiopulmonary Bypass and Mechanical Support, Principles and Practice*. Fourth Edition. 2016.
3. Mohanlall R. *Venoarterial Modified Ultrafiltration Versus Conventional Arteriovenous Modified Ultrafiltration During Cardiopulmonary Bypass Surgery*. Department of Clinical Technology Faculty of Health Sciences. Durban University of Technology. 2009.
4. Neville WE, Faber LP, Peacock H. Total Prime of The Disc Oxygenator with Ringer's and Ringer's Lactate Solution for Cardiopulmonary Bypass : Clinical and Experimental Observations. *American College of Chest Physicians*. 1964;45:320-327.
5. Alston RP, Theodosiou C, Sanger K. Changing The Priming Solution from Ringer's to Hartmann's Solution is Associated with Less Metabolic Acidosis During Cardiopulmonary Bypass. *Department of Anaesthesia, Critical Care and Pain Medicine, Royal Infirmary of Edinburgh, UK*. 2007; 22:385-389.
6. Liskaser FJ, Bellomo R, Hayhoe M, et all. Role of Pump Prime in the Etiology and Pathogenesis of Cardiopulmonary Bypass-Associated Acidosis. *American Society of Anesthesiologist*. 2000; 93: 1170-3.

7. Teloh JK, Dohle DS, Sonmez S, et al. Transient dilutional acidosis but no Lactic Acidosis Upon cardiopulmonary Bypass in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting. Institute of Physiological Chemistry and Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, University Hospital Essen, Essen, Germany. 2015.
8. Auler JOC. Hypothermia in Cardiac Surgery. 44: 495-506.
9. Bishnoi S, Solanki Y, Gupta R, Chauhan S, Airan B. A Comparison of Crystalloid versus Colloid Used as Priming Solution For Cardiopulmonary Bypass During Open Heart Surgery in Adult Patients. Cardiothoracic and Vascular Surgery Department, All India Institute of Medical Science, New Delhi. 2010 ;20: 20-23.
10. Sandrelli L, Alfieri O. The Problem of Priming Solutions? The Solution of Priming Problems. Cardiopulmonary Surgery Research Division, University Hospital, Groeningen, The Netherlands. 1992 ; 7: 217-221.
11. Murphy GS, Hessel EA, Groom RC. Optimal Perfusion During Cardiopulmonary Bypass : An Evidence-Based Approach. International Anesthesia Research Society. 2009; 108: 1394-1417.
12. Nussmeier NA. Management of Temperature During And After Cardiac Surgery. Cardiovascular Anesthesiology. Department of Cardiovascular Anesthesiology, Texas Heart Institute St.Luke'sEpiscopal Hospital. 2005; 32 (4) : 472-6.
13. Saad M, Aladawy M. Temperature Management in Cardiac Surgery. Global Cardiology Science and Practice. A Qatar Foundation Academic Journal. 2013; 7: 42-62.

14. Carson SAA, Morris LE, Edmark KW, et al. Acid-Base Management for Open Heart Surgery. The Heart Center and Anesthesia Research Laboratories, Providence Hospital, Seattle, Washington. *Circulation*, 1996; 29:456-466.
15. Murray DM, Olhsson V, Fraser JI. Defining Acidosis in Postoperative Cardiac Patients Using Stewart's Method of Strong Ion Difference. *Cardiac Intensive Care. Pediatric Critical Care*. 2004; 5: 3.
16. Guidet B, Soni N, Rocca GD, et al. A Balanced View of Balanced Solution. *Critical care*. 2010; 14 : 325.
17. Smuszkiewicz P, Szrama J. Theoretical Principles of Fluid Management According to The Physicochemical Stewart Approach. *Anesthesiology Intensive Therapy*. 2013; 45 (2) : 99-105.
18. Tech Info Ben Meadows. Definition of pH and pH Testing Tools.
19. Barron JJ, Ashton C, Geary L. The Effect of Temperature on pH Measurement. Technical Service Department, Reagecon Diagnostics Ltd, Shannon Free Zone, County Clare, Ireland.
20. Visscher JS, Teerenstra S, Gunnewiek JMTK, Weerwind PW. Evaluation of The iSTAT Point-of-Care Analyzer in Critically Ill Adult Patients. *The Journal of The American Society of Extra-Corporeal Technology*. 2008;40:57-60.
21. Connelly NR, Magee M, Kiessling B. The Use of The i-STAT Portable Analyzer in Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass. National Center for Biotechnology Information, US National Library of Medicine. USA. 1996; 12 (4): 311-5

22. Chambers DJ, Fallouh HB. Cardioplegia and Cardiac Surgery : Pharmacological Arrest and Cardioprotection During Global Ischemia and Reperfusion. *Pharmacology and Therapeutics* 127. 2010: 41-52
23. Morgan TJ. The Oxyhaemoglobin Dissociation Curve in Criticall Illness. *Criticall Care and Resuscitation*. 1999 ; 1: 93-100
24. Brandis K. The Physiology Viva, Oxygen Dissociation Curve. <http://www.AnaesthesiaMCQ.com>
25. Price SA, Wilson LM. Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit, Patofisiologi Pernafasan. Penerbit Buku Kedokteran ECG. Edisi 4. Jakarta 1994.
26. Murphy GS, Hessel EA, Groom RC. Optimal Perfusion During Cardiopulmonary bypass : An Evidence-Based Approach. *International Anesthesia Research Society*. 2009; 108 (5): 1395-1415
27. Alfieri SO. The Problem of Priming Solution? The Solution of Priming Problems. *Cardiopulmonary Surgery Reasearch Division, University Hospital, Groenigen, The Netherlands*. 1992; 7: 217-221
28. McKnight CK, Elliot MJ, Pearson DT, *et al*. The Effects of Four Different Crystalloid Bypass Pump Priming Fluids Upon the Metabolic Response to Cardiac Operation. *The Journal of Thorac Cardiovascular Surgery*. 1985; 90 (1): 97-111
29. Munoz R, Laussen PC, Palacio G, *et al*. Changes in Whole Blood Lactate Levels During Cardiopulmonary Bypass for Surgery for Congenital Cardiac Disease: An Early Indicator of Morbidity and Mortality. *The Journal of Thorac Cardiovascular Surgery*. 2000; 119: 155-162

30. Demers P, Elkouri S, Martineau R, *et al.* Outcome with High Blood Lactate Levels During Cardiopulmonary Bypass in Adult Cardiac Operation. *Annals Thorac Surgery.* 2000; 70: 2082-2086
31. Naik R, George G, Karuppiah S, *et al.* Hyperlactatemia in Patients Undergoing Adult Cardiac Surgery Under Cardiopulmonary Bypass : Causative Factors and Its Effect on Surgical Outcome. *Annals of Cardiac Anaesthesia.* 2016; 19: 668-675
32. Mallat J, Lemyze M, Meddour M, *et al.* Ratios of Central Venous-to-Arterial Carbon Dioxide Content or Tension to Arteriovenous Oxygen Content are Better Markers of Global Anaerobic Metabolism than Lactate in Septic Shock Patients. *Annals of Intensive Care.* 2016; 6: 10
33. Anaesthesia UK. (2005, 9 Juni). Oxygen Dissociation Curve. Diperoleh 29 Agustus 2017, dari <http://www.frca.co.uk/article.aspx?articleid=100345>
34. Alston RP, Anderson A, Sanger K. Is Body Surface Area Still The Best Way to Determine Pump Flow Rate During Cardiopulmonary Bypass. *Perfusion.* The University of Edinburgh. 2006; 21: 139-147
35. Shann KG. Optimal Perfusion Flow Rate Debate: “The Patient does Need That Much Flow!” Departement of Cardiothoracic Surgery. Montefiore-Einstein Heart Center. New York
36. Murphy GS, Hessel EA, Groom RC. Optimal perfusion During Cardiopulmonary Bypass: An Evidence-Based Approach. *Anesthesia and Analgesia.* 2009; 108 (5): 1394-1417

37. The Free Dictionary by Farlex. (2005). Collins Dictionary of Medicine.

Diperoleh 31 Agustus 2017, dari

<http://medicaldictionary.thefreedictionary.com/ejection+fraction>

F.LITB.003



KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN
RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA

KETERANGAN KELAIKAN ETIK
(" ETHICAL CLEARANCE ")

434 / Panke.KKE/ VH / 2017

KOMITE ETIK RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA TELAH MEMPELAJARI SECARA SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG DIUSULKAN, MAKA DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA PENELITIAN DENGAN JUBUL :

" Profil Asam Basa Pemeriksaan Gas Darah pada Penggunaan Ringer Laktat sebagai Cairan
Priming Cardiopulmonary Bypass di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Soetomo Surabaya "

PENELITI UTAMA : Beatrik Vetronella Palangda, dr

PENELITI LAIN : 1. Bambang Pujo Semedi, dr., Sp.An. KIC

2. Dr. Puger Rahardjo, dr., Sp.An. KIC. KAKV

UNIT/ LEMBAGA/ TEMPAT PENELITIAN : RSUD Dr. Soetomo Surabaya

DINYATAKAN LAIK ETIK

SURABAYA, 19 JUL 2017



(Dr. Elizabeth Hanindito, dr., Sp.An. KIC.KAP)
NIP. 19511007 197903 1 002



UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS KEDOKTERAN
DEPARTEMEN ANESTESIOLOGI & REANIMASI
Jalan Mayjend Prof. Mustopo 6-8 Surabaya 60285 Indonesia
Telp. 031-5501503, 5501505, Fax. 5028952, email : anessub@yahoo.co.id

Penjelasan Penelitian untuk Disetujui (*Information for Consent*)

Nama Peneliti : dr. Beatrik Vatronella Palangda
Alamat : Jalan Kedungpungkol VI no. 33A Surabaya
Judul Penelitian : PROFIL ASAM BASA PEMERIKSAAN GAS DARAH PADA PENGGUNAAN RINGER LAKTAT SEBAGAI CAIRAN *PRIMING CARDIOPULMONARY BYPASS* DI RSUD DR. SOETOMO

A. Tujuan penelitian & penggunaan hasilnya

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh cairan *priming* (cairan pertama pengisi mesin pintas jantung paru) Ringer Laktat terhadap Asam Basa Pasien yang menjalani bedah jantung menggunakan mesin *cardiopulmonary bypass* (mesin pintas jantung paru) di Instalasi Bedah Pusat RSUD Dr. Soetomo.

Penelitian ini dapat menjadi evaluasi terhadap protap cairan *priming* yang digunakan di RSUD Dr. Soetomo dan diaplikasikan untuk acuan keputusan klinis terhadap pasien yang menjalani operasi bedah jantung menggunakan mesin *cardiopulmonary bypass* untuk meningkatkan *outcome* pasien.

B. Manfaat bagi peserta penelitian

Manfaat bagi peserta penelitian adalah monitoring keseimbangan asam basa analisa gas darah selama *cardiopulmonary bypass* untuk menjamin oksigenasi dan perfusi (aliran darah) organ yang adekuat.

C. Metode dan prosedur kerja penelitian

Semua penderita yang menjalani operasi bedah jantung terencana yang menggunakan mesin *cardiopulmonary bypass*, serta memenuhi persyaratan kondisi fisik sesuai pemeriksaan peneltiakan diikut sertakan sebagai subyek penelitian.

Penderita dengan persyaratan diatas akan dilakukan pemeriksaan analisa gas darah dan laktat dengan menggunakan alat i-stat dan laboratorium setelah induksi pembiusan, selanjutnya 5 menit setelah dihubungkan dengan sirkuit mesin *cardiopulmonary hypass*, setiap 1 jam selama *cardiopulmonary hypass*, dan 5 menit setelah *warming cardiopulmonary hypass*. Monitoring ini telah rutin dilakukan selama operasi bedah jantung di RSUD. Dr. Soetomo.

D. Resiko yang mungkin timbul

Selama operasi bedah jantung dibutuhkan monitoring tanda vital dan perfusi yang selama ini dilakukan rutin dengan monitor dan pemeriksaan analisa gas darah berkala selama operasi, karena itu resiko setelah pemeriksaan dikatakan tidak ada karena ini merupakan monitoring rutin.

E. Efek samping penelitian

Tidakada

F. Tindak lanjut jika terjadi insiden saat dilaksanakan penelitian

Pasien akan dilakukan resusitasi dan dirawat intensif di ICU.

G. Jaminan kerahasiaan

Data pasien akan masuk ke dalam rekam medis dan publikasi hanya menggunakan inisial.

H. Hak untuk menolak menjadi subyek penelitian

Pasien dan keluarga boleh menolak penelitian ini, bila menolak, pasien tidak dilakukan pengambilan data observasi dan tidak dimasukkan dalam subyek sesuai penelitian.

I. Partisipasi berdasarkan kesukarelaan dan hak untuk mengundurkan diri

Pasien dan keluarga boleh mengundurkan diri dari penelitian ini, bila demikian, pasien atau keluarga menandatangani surat pengunduran diri dari penelitian.

J. Subyek dapat dikeluarkan dari penelitian

Bila anda tidak mentaati instruksi yang diberikan oleh peneliti, anda dapat dikeluarkan setiap saat dari penelitian ini

K. Hal-hal lain yang perlu diketahui

Dokter yang bertanggung jawab terhadap penelitian ini adalah dokter peneliti (dr. Beatrik Vetronella Palangda) dan dokter pembimbing penelitian (dr. Puger Rahardjo, Sp.An.,KIC.,KAKV dan dr. Bambang Pujo Semedi, Sp.An.,KIC). Dokter yang bertanggung jawab selama tindakan perawatan dapat dihubungi selama 24 jam di telpon genggam peneliti (dr. Beatrik Vetronella Palangda 082335818033)

L. Ganti Rugi / Kompensasi untuk subjek penelitian

Tidak ada

Surabaya,

Yang menerima penjelasan,

Yang memberi penjelasan,

(Nama Subjek Penelitian)

(dr. Beatrik Vetronella Palangda)

Saksi I

Saksi II

(Pihak dari Subjek Penelitian)

(Pihak dari Peneliti)

FORM INFORMED CONSENT**Lembar Persetujuan Mengikuti Penelitian (*Informed Consent*)**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama :

Umur :

Alamat :

Telp/email :

Instansi :

Sesudah mendengarkan penjelasan yang diberikan dan diberikan kesempatan untuk menanyakan yang belum dimengerti, dengan ini memberikan

PERSETUJUAN

Mengikuti penelitian sebagai subyek penelitian dengan judul penelitian

**PROFIL ASAM BASA PEMERIKSAAN GAS DARAH PADA PENGGUNAAN
RINGER LAKTAT SEBAGAI CAIRAN *PRIMING CARDIOPULMONARY BYPASS*
DI RSUD DR. SOETOMO**

dan sewaktu-waktu saya berhak mengundurkan diri.

Demikian persetujuan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan.

Surabaya,

Yang membuat pernyataan

(.....)

Saksi I

Saksi II

(.....)

(.....)

FORM PERSETUJUAN TINDAKAN MEDIS

Lembar Persetujuan Tindakan Medis

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama :

Umur :

Alamat :

Telp/email :

Instansi :

Sesudah mendengarkan penjelasan yang diberikan dan diberikan kesempatan untuk menanyakan yang belum dimengerti, dengan ini memberikan

PERSETUJUAN

Untuk dilakukan pengambilan data monitoring analisa gas darah selama menjalani operasi bedah jantung dengan mesin *cardiopulmonary bypass*, dengan judul penelitian :

**PROFIL ASAM BASA PEMERIKSAAN GAS DARAH PADA PENGGUNAAN
 RINGER LAKTAT SEBAGAI CAIRAN *PRIMING CARDIOPULMONARY BYPASS*
 DI RSUD DR. SOETOMO**

dan sewaktu-waktu saya berhak mengundurkan diri.

Demikian persetujuan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan.

Surabaya,

Yang membuat pernyataan

(.....)

Saksi I

Saksi II

(.....)

(.....)

FORM PENGUNDURAN DIRI SEBAGAI SUBJEK PENELITIAN**Lembar Pengunduran Diri**

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama :

Umur :

Alamat :

Telp/email :

Instansi :

Dengan ini menyatakan MENGUNDURKAN DIRI sebagai subyek penelitian dengan judul penelitian

PROFIL ASAM BASA PEMERIKSAAN GAS DARAH PADA PENGGUNAAN RINGER LAKTAT SEBAGAI CAIRAN *PRIMING CARDIOPULMONARY BYPASS* DI RSUD DR. SOETOMO

Demikian pengunduran diri ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan.

Surabaya,

Yang membuat pernyataan

(.....)

Saksi I

Saksi II

(.....)

(.....)

DATA PASIEN

No	Nama	RM	umur	BB	TB	BSA	Diagnosa	Operasi	EF (%)
1	Tn. H	12548802	57	46	165	1.45	Mitral regurgitasi + PML prolaps	MVR	70
2	Tn. M	12544969	60	62	158	1.65	CAD TVD	CABG	63
3	Tn. S	12569308	55	69	170	1.71	CAD TVD	CABG	45
4	Tn. M	12367437	44	60	155	1.59	LV Myxoma	eksisi myxoma	70
5	Ny. R	12440393	32	35	153	1.22	RHD MS berat	MVR	70
6	Tn. R	12456271	46	58	160	1.61	ASD secundum	ASD closure	76
7	Ny. T	12570662	52	35	153	1.23	LA Myxoma	eksisi myxoma	65
8	Ny. K	12326651	38	40	150	1.3	RHD MS critical + LA trombus	MVR	31
9	Tn. S	12473002	65	60	168	1.68	MR ringan + AR sedang	AVR	60
10	Ny. N	12358290	25	62	178	1.78	MR berat	MVR	60
11	Tn. AS	12496411	42	85	172	1.89	CAD TVD	CABG + DVR	61
12	Tn. S	12350937	45	47	161	1.47	RHD + MS berat - AS sedang	CABG	63
13	Tn. RSW	12558408	52	81	167	1.9	CAD TVD	AVR	35
14	Ny. M	12572689	68	42	145	1.32	AS berat + MR ringan	CABG	33
15	Ny. S	12579259	55	50	156	1.47	CAD TVD	CABG	60
16	Tn. REE	12573612	53	67	172	1.79	CAD TVD	CABG	37
17	Ny. DP	12472953	43	52	154	1.42	ASD secundum	ASD closure	47
18	Tn. HP	12521397	57	70	155	1.69	CAD TVD	CABG	43
19	Tn. ES	12574577	58	56	160	1.58	CAD TVD	AVR	58
20	Tn. L	12567590	34	68	170	1.79	endocarditis + AR sedang	DVR	37
21	Ny. AS	12357384	35	51	163	1.51	RHD MS berat + AR berat	CABG	55
22	Tn. J	10193818	66	62	160	1.64	CAD TVD	ASD closure	62
23	Ny. K	12582862	37	45	155	1.39	ASD secundum	CABG	55
24	Tn. S	12470162	58	75	165	1.85	CAD TVD	CABG	62

DATA PREOPERATIF

no	HB	HCT	L	PLT	PPT	APTT	BUN	SK	SGOT	SGPT	ALB	GDA	Na	K	Cl
1	10.3	30.7	9.09	215	12.3	30	16	0.7	33	16	4.03	184	137	4	104
2	12	37.7	7.78	308	9.4	26.4	26	0.2	16	27	4.5	154	143	4	103
3	12.8	38.8	8.16	261	9.7	24.7	12	1.26	23	51	3.8	187	140	4	97
4	12.5	37.6	7.85	255	13	28.7	5	0.7	19	40	3.9	148	143	3.8	100
5	13.1	41.3	7.7	223	15.7	36.5	13	0.8	29	23	3.6	131	137	4.4	98
6	13	38.7	9.52	325	10.9	26	7	0.6	15	18	4.2	70	142	3.3	99
7	17	52.9	6.42	295	9.91	27	15	1.12	20	19	3.9	127	136	3.2	93
8	16.2	51.7	9.84	441	11.6	27.3	14	0.79	28	19	4.3	83	137	4.7	89
9	9	27.4	8.36	256	10.4	28.2	21	1.81	12	23	4.2	162	141	4.1	99
10	14	42.2	7.99	301	11.1	31.7	7	0.53	13	21	4.1	113	136	3.9	98
11	14.8	45	8.7	192	10	32.9	13	1.15	16	28	4.11	98	142	4.1	107
12	11.9	34.3	6.73	289	10.1	28.5	18	0.99	22	12	3.84	95	136.6	3.58	100
13	13.8	39.7	10	295	9.9	25.7	11	0.9	23	45	4.1	187	143	4.1	101
14	12.3	38.7	7.79	152	9.7	23.1	13	1	26	39	4.3	163	147	4.8	98
15	9	27.6	9.82	91	10.7	104.6	36	0.78	72	69	3.95	126	136	3.8	106
16	15.7	49.1	7.86	193	9.9	28.8	18	1.2	34	44	4.3	178	139	4.2	92
17	15	45.8	13.87	283	9.8	26.8	12	1.01	25	24	5.01	98	144	3.1	103
18	14.1	43.1	9.67	285	10.1	27	13	1.07	19	31	4.2	112	139	4.4	104
19	9.9	28.5	7.54	159	10.5	28.1	46	1.54	22	34	3.8	130	130	4.9	85
20	12.7	36.2	7	210	10.6	29.1	29	1.41	20	33	4.1	138	138	4.5	96
21	12.5	40.1	8.33	241	12.8	33.2	13	0.91	18	13	4.47	111	140	3.7	108.2
22	12.6	39.3	7.63	203	10.1	25.4	21	1.93	28	45	4.2	82	144	3.7	97
23	14.7	44.4	8.21	167	12.9	29.1	11	0.6	23	30	4.34	112	144	3.71	112
24	12.2	39.6	5.98	160	10.2	27.2	16	1.31	15	18	4.2	170	141	3.9	96

DATA BGA POST INDUKSI

no	pH	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2
1	7.424	43.2	256	28.9	4	100
2	7.401	33	205	20.6	-4	100
3	7.463	32.6	147	23.3	0	99
4	7.46	38.9	429	21.7	4	100
5	7.339	43.8	586	23.6	-2	100
6	7.425	34.6	609	22.7	-2	100
7	7.447	35.8	230	24.7	1	100
8	7.398	44.6	429	27.5	3	100
9	7.304	37.5	177	18.6	-8	99
10	7.368	36.6	184	21.1	-4	100
11	7.389	38.8	342	23.5	-2	100
12	7.414	40.1	181	25.7	1	100
13	7.433	36.9	157	24.7	0	99
14	7.459	30.8	219	21.3	-2	100
15	7.472	37.6	85	27.5	4	97
16	7.354	47.1	183	26.2	1	100
17	7.436	33.1	173	22.3	-2	100
18	7.323	51.5	84	26.2	1	95
19	7.406	26.6	187	16.7	-8	100
20	7.365	42.8	67	24.5	-1	92
21	7.342	40.9	72	22.2	-4	93
22	7.492	36.8	144	20.4	-5	99
23	7.405	36	82	23.4	-1	96
24	7.396	34.4	240	21.1	-4	100

DATA DURANTE CPB

no	pH priming	pH cardioplegi	vol cardioplegi	caliran durante CPB (ml)	Flow rate	waktu CPB	cross clamp	CUF	MUF	Urine
1	6.8	8	700	gelo 500	3.56	185	148	2000	0	630
2	6.75	7.89	600	gelo 750 + RL 750	3.91	146	96	1200	0	50
3	6.82	8.1	500	gelo 500 + RL 750	4.09	161	108	800	0	800
4	7.01	7.85	500	gelo 500 + RL 800	3.8	99	80	700	0	200
5	6.68	7.92	400	RL 300	3.6	118	88	250	300	300
6	6.9	8	150	RL 250	3.84	44	18	0	0	400
7	6.95	8.12	300	gelo 500 + RL 300	2.95	188	133	250	0	1525
8	6.88	8.03	400	gelo 500 + RL 500	3.13	116	102	100	0	900
9	6.79	7.97	1200	gelo 500 + RL 300 + PRC 600	4.03	268	117	1100	0	500
10	6.91	7.91	1100	gelo 500 + RL 1000	4.26	220	185	1400	0	400
11	6.85	8.1	350	gelo 400	4.25	164	107	750	0	300
12	6.78	7.95	700	gelo 500 + RL 750	3.53	213	105	400	0	825
13	6.6	7.98	400	gelo 500 + RL 1000	4.56	170	104	700	0	550
14	6.75	8.06	300	gelo 500 + RL 1000	3.16	101	72	1000	0	100
15	6.82	7.88	500	gelo 400 + RL 300 + PRC 421	3.54	197	92	150	0	500
16	6.92	7.96	500	gelo 250 + RL 250	4.3	118	70	150	0	300
17	6.84	8.01	400	gelo 500 + RL 250	3.56	104	36	0	0	1750
18	6.95	7.89	300	gelo 500 + RL 1250	4.06	133	82	250	0	800
19	6.75	8.01	800	gelo 500 + RL 750 + PRC 400	3.78	184	109	1000	0	1300
20	6.79	8.1	750	gelo 250 + RL 500	4.29	180	132	150	0	500
21	6.82	7.98	800	gelo 500 + RL 1000	3.63	275	222	250	0	300
22	6.98	7.89	800	gelo 500 + RL 500 + PRC 226	3.95	137	78	500	0	300
23	6.8	8.11	300	gelo 500 + RL 500	3.03	100	65	450	0	400
24	6.85	8.02	600	gelo 500 + RL 250	4.38	166	113	500	0	250

DATA DURANTE CPB

No	suhu	FiO2	pH (37°)	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	d	Alb	laktat	keterangan
1	32.6	100	7.39	42.7	562	25.8	1	100	7.1	21	134	4	105.7	2.72	3.3	5 menit on CPB
	33.3	100	7.382	39.3	582	23.3	-2	100	6.5	19	131	4.3				1 jam on CPB
a	37	50	7.35	36.7	145	20.2	-5	99	6.1	18	133	4.4			2.8	rewarming
2	32.3	70	7.318	36	371	18.4	-8	100	7.1	21	139	4	104.6	3.3	4.8	5 menit on CPB
	31.8	70	7.325	32.5	345	16.9	-9	100	6.8	20	139	3.8				1 jam on CPB
	36.4	70	7.392	28.2	210	17.3	-8	100	7.5	22	137	5			5.2	rewarming
3	32.7	100	7.368	45.9	591	26.4	1	100	7.1	21	137.6	4	99.9	3.05	2.1	5 menit on CPB
	32.1	100	7.37	44	542	25.5	0	100	8.2	24	135	5.4				1 jam on CPB
	36.8	100	7.423	36.7	404	24	0	100	6.8	20	132	6.1			2.5	rewarming

No	suhu	FIO2	pH (37°)	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	cl	Alb	laktat	keterangan
4	32.6	100	7.37	40.7	603	23.5	-2	100	7.5	22	139.38	3.8	102.63	2.8	2.2	5 menit on CPB
	35	10	7.49	32.4	575	25.9	2	100	8.8	26	139	4.5			1.8	rewarming
5	31.4	100	7.361	46.8	628	26.5	1	100	8.8	26	134.21	4.24	102.56	2.16	3.6	5 menit on CPB
	31.8	70	7.567	45.4	357	26	1	100	8.8	26	137	4.5				1 jam on CPB
	36.9	70	7.469	32.1	292	23.3	0	100	8.5	25	135	4.9			1.8	rewarming
6	32.3	100	7.345	33.5	403	23.5	-2	100	9.2	22	138.92	3.47	101.69	2.56	3.6	5 menit on CPB
	35.9	50	7.434	26	123	17.4	-7	99	8.5	25	140	2.8			2.5	rewarming
7	31.6	50	7.416	39.1	631	25.1	1	100	8.5	25	133.61	3.5	99.55	2.35	3.6	5 menit on CPB
	33.9	70	7.462	31.6	368	22.6	-1	100	8.5	25	130	4.9				1 jam on CPB

No	suhu	FIO2	pH (37°)	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	cl	Alb	laktat	keterangan
	32.1	70	7.477	32.7	400	24.7	-1	100	7.1	21	136	5.9				2 jam on CPB
	36.2	50	7.293	50.4	252	24.4	-2	100	8.5	25	137	5.3			2.1	rewarming
8	34.3	100	7.36	43.6	429	24.6	-1	100	11.2	33	134.43	4.44	96.45	2.73	2.8	5 menit on CPB
	31.7	60	7.34	46	240	25	-1	100	10.9	32	135	4.7				1 jam on CPB
	34.8	70	7.386	37.9	172	22.7	-2	100	9.9	29	132	5.3			2.3	rewarming
9	33.6	100	7.257	44.3	543	19.7	-7	99	6.8	20	138.1	4.07	101.76	3.09	3.1	5 menit on CPB
	31.1	70	7.314	38.1	402	19.3	-7	100	5.8	17	138	4.9				1 jam on CPB
	31.8	60	7.342	33.9	250	18.4	-7	100	6.5	19	138	5.8				2 jam on CPB
	34	60	7.323	33.7	194	17.5	-9	100	7.1	21	135	5.8				3 jam on CPB
	32.5	100	7.309	40.1	521	20.6	-6	100	6.8	20	136	6				4 jam on CPB
	36.2	60	7.309	36.3	218	17.9	-9	100	7.1	21	136	6.5			2.6	rewarming

No	suhu	FiO2	pH (37°)	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	cl	Alb	laktat	keterangan
10	32.9	100	7.278	44	520	20.6	-6	100	8.8	26	134	3.94	101.1	2.98	2.9	5 menit on CPB
	32.3	70	7.272	43.9	260	21.5	-6	100	8.8	26	135	4.8				1 jam on CPB
	32.6	70	7.28	35.4	218	19.5	-7	100	8.2	24	135	5.1				2 jam on CPB
	36.8	70	7.257	43.1	257	19.2	-8	100	8.8	26	138	5.2			3	rewarming
11	32.6	100	7.326	43.3	492	22.6	-3	100	8.8	26	139.58	4.07	107.5	3.2	3	5 menit on CPB
	31.9	60	7.304	44.3	152	22	-4	99	9.2	27	139	4.2				1 jam on CPB
	36.2	80	7.348	36.3	187	20.1	-6	100	9.2	27	138	4.5			1.9	rewarming
12	32.4	50	7.362	45.8	602	26	1	100	8.8	26	134.53	3.71	102.97	2.6	3.8	5 menit on CPB
	31.9	100	7.286	59	613	28.1	1	100	8.8	26	136	4.9				1 jam on CPB
	31.7	100	7.342	49.3	631	26.8	1	100	9.2	27	136	4.2				2 jam on CPB
	36.6	100	7.37	38.2	473	22.7	-3	100	7.5	22	136	4.9			3.3	rewarming

No	suhu	FiO2	pH (37°)	pCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	cl	Alb	laktat	keterangan
13	32.5	100	7.391	39.1	307	23.7	-1	100	9.9	29	140.29	4.07	102.7	3.24	3.1	5 menit on CPB
	32.2	45	7.405	35.2	142	22.1	-3	99	9.5	28	135	5.5				1 jam on CPB
	37.3	100	7.419	31.5	270	20.3	-4	100	9.2	27	132	4.9			2.8	rewarming
14	32.3	100	7.388	37.2	597	22.4	-3	100	7.5	22	140.9	4.51	102.07	2.77	2.7	5 menit on CPB
	35.6	90	7.325	41.3	416	21.5	-5	100	7.1	21	132	4.8			3.3	rewarming
15	33.1	100	7.527	37.2	553	30.9	4	97	6.8	20	134	3.86	107	2.36	2.2	5 menit on CPB
	32.9	60	7.492	37.9	203	29	6	100	7.1	21	143	4.2				1 jam on CPB
	36	90	7.464	39.4	344	28.5	4	100	6.81	20	141	4.7				2 jam on CPB
	36	90	7.422	45	338	29.4	5	100	7.8	23	141	4.7				3 jam on CPB
	36.6	90	7.422	45.1	333	29.4	5	100	7.8	23	141	4.7			1.8	rewarming

No	suhu	FIO2	pH (37°)	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	cl	Alb	laktat	keterangan
16	34.2	100	7.358	43.9	559	24.6	-1	100	10.9	32	153	4.8	116	3.26	4.4	5 menit on CPB
	36.4	60	7.385	38.8	267	23.2	-2	100	10.5	31	134	4.8			2.9	rewarming
17	33	100	7.37	38	339	21.9	-3	100	10.9	32	139.69	3.37	104.99	0.79	3.1	5 menit on CPB
	37	50	7.538	26.1	253	22.2	0	100	9.5	28	137	3.6			2.8	rewarming
18	32.3	100	7.365	42.5	404	24.3	-1	100	8.8	26	136.89	4.3	105	3.21	2.6	5 menit on CPB
	32.9	70	7.568	42.6	242	24.5	-1	100	9.5	28	135	4.6				1 jam on CPB
	35.8	70	7.381	39.6	321	23.5	-2	100	7.5	22	132	5.1			1.8	rewarming
19	32.4	100	7.413	29	338	19.5	-6	100	6.5	19	130	4.65	91.77	2.79	2.9	5 menit on CPB
	30.1	70	7.47	25.5	346	20.3	-5	100	5.8	17	129	5.9				1 jam on CPB

No	suhu	FiO2	pH (37°)	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	cl	Alb	laktat	keterangan
	36.3	80	7.45	38.8	406	20.1	-4	100	5.4	16	128	7.1				2 jam on CPB
	36.9	80	7.303	33.7	425	20.5	-4	100	8.5	25	129	6.7		1.7		rewarming
20	33.5	100	7.417	34.5	469	23	-2	100	8.8	26	136.08	4.38	99	3.11	3	5 menit on CPB
	32	70	7.386	34.7	402	22	-4	100	8.2	24	132	5.5				1 jam on CPB
	30.7	70	7.3	44.5	308	23.7	-4	100	8.2	24	133	5.2				2 jam on CPB
	31.6	70	7.312	41.6	285	22.5	-5	100	8.2	24	133	5.5		3.2		rewarming
21	31.1	100	7.435	35.6	555	25.5	0	100	8.5	25	136.88	3.79	108.6	3.07	4.1	5 menit on CPB
	31.5	60	7.42	33.6	263	23.1	-3	100	8.5	25	135	4.6				1 jam on CPB
	31.5	60	7.442	34.1	286	24.7	-1	100	8.5	25	135	5.3				2 jam on CPB
	31.9	60	7.425	35.6	297	24.6	-1	100	8.5	25	134	5.6		2.9		rewarming

No	suhu	FiO2	pH (37°)	PCO2	PO2	HCO3	BE	SO2	HB	HCT	Na	K	cl	Alb	laktat	keterangan
22	31.6	100	7.437	31.6	394	22.3	-2	100	7.8	23	140.4	3.7	100.2	3.12	6	5 menit on CPB
	31.7	60	7.435	33	298	21.9	-3	100	7.1	21	134	5.5				1 jam on CPB
	36.6	90	7.403	32.3	396	21.9	-3	100	7.1	22	134	5.5			2.9	rewarming
23	32.5	100	7.452	32.4	487	23.7	-1	100	9.2	27	139.25	3.8	111	2.8	4.8	5 menit on CPB
	35	80	7.457	30.8	387	21.8	-2	100	8.2	24	132	4.1			2.1	rewarming
24	33.3	100	7.388	38.9	574	23.4	-2	100	8.5	25	137.77	3.92	98.99	3.26	3.5	5 menit on CPB
	32.2	60	7.324	45.3	392	23.6	-2	100	7.8	23	139	5				1 jam on CPB
	36.8	90	7.376	39	37.8	22.4	-2	100	8.5	25	137	5			2.1	rewarming

