

Effects of Drainage Volume on Changes of Blood Acidity, and Partial Arterial Pressure of Oxygen and Carbon Dioxide in Massive Pleural Effusion

Efek Volume Drainase terhadap Perubahan Tingkat Keasaman Darah, dan Tekanan Parsial Arteri Oksigen dan Karbon Dioksida pada Efusi Pleura Masif

Denny U. Suprpto,¹ Adrian Tangkilisan,² Wega Sukanto,² Christha Z. Tamburian,² Fredrik. G. Langi³

¹Program Pendidikan Dokter Spesialis Bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

²Divisi Bedah Toraks Kardiovaskular Bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi- RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado, Indonesia

³Divisi Kesehatan Masyarakat Bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

Email: dennyutama0@gmail.com

Received: June 23, 2022; Accepted: July 28, 2022; Published on line: August 8, 2022

Abstract: Massive pleural effusion is a condition in which there is a buildup of fluid beyond normal in the pleural cavity with a volume of two-thirds of one side of the pulmonary field proven with the help of chest X-ray. Drainage of pleural effusion fluid is a management treatment for pleural effusion, but nevertheless it has complications such as pain, bleeding, pneumothorax, and pulmonary edema. Blood gas analysis is simple and essential examination in emergency medicine, which is able to provide valuable information about the acid-base status, ventilation, and oxygenation of a patient. This study aimed to analyze changes in blood acidity (pH), oxygen partial pressure (PaO₂) and carbon dioxide partial pressure (PaCO₂) in patients with massive pleural effusion at Prof. Dr. R. D. Kandou Hospital, Manado. This was a prospective cohort study with a longitudinal data collection design according to the cohort method. The results of the overall linear regression analysis supported the effect of drainage on PaCO₂, PaO₂, and pH, and indicated that the relationship between drainage volume and PaO₂ was positive. Meanwhile, descriptively and statistically, there was no meaningful relationship between pH and PaCO₂ and drainage volume. In conclusion, there is a positive relationship between drainage volume and PaO₂, however, there is no significant relationship between pH and PaCO₂ with drainage volume.

Keywords: massive pleural effusion; pH; PaCO₂; PaO₂

Abstrak: Efusi pleura masif adalah suatu keadaan dimana terjadi penumpukan cairan melebihi volume normal di dalam kavum pleura dengan volume duapertiga dari satu sisi lapang paru yang dapat dibuktikan dengan bantuan X foto toraks. Drainase cairan efusi pleura merupakan manajemen tatalaksana untuk efusi pleura, namun memiliki komplikasi seperti nyeri, perdarahan, pneumotorak, dan edema paru. Analisis gas darah merupakan pemeriksaan yang sederhana namun esensial dalam ilmu kedokteran gawat darurat, yang mampu memberikan informasi berharga mengenai status asam basa, ventilasi maupun oksigenasi dari pasien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tingkat keasaman darah (pH), tekanan parsial oksigen (PaO₂) dan karbon dioksida (PaCO₂) pada pasien dengan efusi pleura masif. Jenis penelitian ialah prospektif dengan desain pengumpulan data longitudinal menurut metode kohort di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. Hasil analisis regresi linear secara keseluruhan menunjang efek volume drainase terhadap PaCO₂, PaO₂, dan pH dengan hasil hubungan volume drainase dengan PaO₂ bersifat positif namun tidak didapatkan hubungan bermakna antara pH dan PaCO₂ dengan volume drainase. Simpulan penelitian ini ialah terdapat hubungan positif antara volume drainase dengan PaO₂, namun tidak didapatkan hubungan bermakna antara pH dan PaCO₂ dan volume drainase.

Kata kunci: efusi pleura masif; pH; PaCO₂; PaO₂

PENDAHULUAN

Volume optimal untuk drainase efusi pleura belum diketahui.¹ Prosedur torakosintesis biasanya dihentikan bila salah satu keadaan berikut tercapai: tidak ada cairan yang keluar saat pungsi dilakukan, volume drainase telah mencapai 1,5 liter,² atau adanya tanda komplikasi. Kondisi kedua terutama didasarkan pada risiko reekspansi edema paru bila tekanan pleura turun terlalu rendah, dan nilai batas tersebut digunakan jika pemantauan tekanan pleura selama torakosentesis tidak dilakukan.³

Tekanan parsial karbondioksida (PaCO₂) dan oksigen (PaO₂) arteri serta tingkat keasaman darah biasanya merupakan pemeriksaan rutin pasien dengan efusi pleura baik sebelum maupun sesudah pelaksanaan drainase, namun, pemanfaatannya sebagai indikator dari volume efusi pleura yang perlu didrainase masih jarang diteliti.

Pada keadaan normal rongga pleura hanya mengandung cairan sebanyak 10-20 ml.⁴ Penyakit-penyakit yang dapat menimbulkan efusi pleura masif ialah keganasan, tuberkulosis, infeksi paru non tuberkulosis, sirosis hati, trauma tembus atau tumpul pada daerah dada, infark paru, serta gagal jantung kongestif. Drainase cairan efusi pleura merupakan manajemen tatalaksana untuk efusi pleura, namun memiliki komplikasi seperti nyeri, perdarahan, pneumotorak, dan edema paru. Analisis gas darah (AGD) merupakan pemeriksaan yang esensial dalam ilmu kedokteran gawat darurat, yang mampu memberikan informasi berharga mengenai status asam basa, ventilasi maupun oksigenasi dari pasien. Analisis gas darah arteri sering dikerjakan dan merupakan standar baku untuk menentukan status asam basa, ventilasi dan oksigenasi pasien. Komponen yang dapat diketahui dari pemeriksaan AGD ialah pH, tekanan parsial karbon dioksida (PaCO₂), bikarbonat (HCO₃⁻), *base excess*/kelebihan basa (BE), tekanan parsial oksigen (PaO₂), kandungan oksigen (O₂), dan saturasi oksigen (SpO₂). Bila cairan tertimbun secara perlahan-lahan maka jumlah cairan yang cukup besar mungkin akan terkumpul dengan sedikit gangguan fisik yang nyata. Kondisi efusi pleura yang tidak ditangani pada akhirnya akan menyebabkan

gagal napas yaitu bila tekanan parsial oksigen (PaO₂) ≤60 mmHg dan tekanan parsial karbondioksida PaCO₂ ≥50 mmHg⁵. Beberapa penelitian menyatakan bahwa drainase dapat meningkatkan pertukaran gas. Studi meta analisis yang dilakukan dari 19 penelitian pada pasien dengan ventilasi menunjukkan adanya peningkatan PaO₂:FiO₂. Peningkatan pada pertukaran gas diketahui lebih bermakna pada 24 jam dibandingkan segera setelah drainase.³⁻⁷

Sejauh ini, belum dilaporkan adanya studi yang khusus mengevaluasi efek volume drainase cairan efusi pleura terhadap perubahan tekanan parsial arteri (PaCO₂ dan PaO₂) dan tingkat keasaman darah (pH) pada pasien dengan efusi pleura masif.^{8,9} Hasil penelitian ini diharapkan akan bermanfaat untuk langkah awal ke arah penggunaan faktor-faktor penanda arteri tersebut dalam penentuan volume optimal drainase cairan efusi.

METODE PENELITIAN

Studi observasional ini menerapkan desain kohort prospektif berbasis rumah sakit. Sampel penelitian ini ialah pasien efusi pleura masif yang menjalani drainase di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Prof. Dr. R. D. Kandou, Manado

Penelitian ini dilakukan selama 11 bulan yang meliputi pembuatan persetujuan etika penelitian (*ethical clearance*, pengumpulan data, analisis data, penyusunan laporan dan publikasi. Penelitian ini telah mendapat persetujuan Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dengan No. 192/EC/KEPK-KANDOU/XI/ 2021.

HASIL PENELITIAN

Sebanyak 32 pasien efusi pleura masif yang menjalani drainase di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado mengambil bagian dalam penelitian. Tabel 1 menyajikan deskripsi karakteristik pasien menurut variabel yang digunakan, termasuk usia, proporsi berdasarkan jenis kelamin, diagnosis, respirasi, dan beberapa hasil laboratorium rutin. Subjek penelitian memiliki proporsi seimbang menurut jenis kelamin walau secara data laki-laki lebih banyak. Usia rerata ialah 52 tahun dengan deviasi cukup besar mencapai 14

tahun. Efusi pleura pada hampir sebagian besar pasien bersumber dari tuberkulosis paru, sekalipun 31% lainnya dirawat dengan diagnosis kanker. Frekuensi respirasi sebelum tindakan drainase memberi kesan hiperventilasi dengan rerata sekitar 28 kali per menit dan variasi penambahan atau pengurangan 3-4 kali permenit. Angka tersebut cukup turun setelah pasien menjalani tindakan (rerata 25 kali per menit) dengan rerata penurunan 3 kali per menit. Subjek penelitian cenderung anemis dan umumnya dalam kondisi leukositosis. Nilai eritrosit dan hematokrit memberikan kesan yang sejalan dengan tingkat hemoglobin, namun rerata nilai trombosit dalam batas normal.

Tabel 2 menyajikan hasil AGD baik sebelum maupun sesudah tindakan drainase, serta volume cairan yang dikeluarkan saat drainase. Kemaknaan statistik dari perubahan PaCO₂, PaO₂, dan pH darah pasca drainase juga ditampilkan. Secara keseluruhan terjadi perubahan bermakna dalam hasil AGD selama tindakan drainase. Pada PaCO₂ nilai pra drainase 56 mm Hg yang turun menjadi sekitar 34 mm Hg, dengan rerata perubahan mencapai 21 mmHg (Uji t, $p < 0,001$). Sebaliknya, PaO₂ naik dari sekitar 70 mm Hg menjadi 96 mm Hg, dengan median perubahan sebesar 26 mm Hg (IQR 22; 57 mmHg) dan nilai $p < 0,001$ berdasarkan uji non-parametrik

Wilcoxon. Adapun pH darah tampak naik sedikit dari 7,2 menjadi 7,4 pasca drainase cairan pleura. Perlu ditekankan bahwa hasil uji statistik yang bermakna menandakan perubahan nilai komponen AGD yang bermakna selama drainase cairan pleura, namun hal ini dapat disebabkan oleh tindakan drainase atau penyebab lain. Penyebab pertama hanya dapat dikonfirmasi dengan desain menggunakan pasien kontrol tanpa tindakan drainase, yang memang sulit dilakukan karena tidak etis menangani pasien efusi pleura masif tanpa kontraindikasi dengan hanya penanganan konservatif non-drainase. Median volume cairan yang didrainase dari para pasien masih di bawah 1000 mL dengan deviasi sekitar 251 mL.

Gambar 1 memberikan visualisasi kondisi hasil pengukuran PaCO₂, PaO₂, dan pH baik sebelum maupun sesudah drainase cairan pleura. Pada gambar tersebut ditampilkan juga grafik distribusi perubahan masing-masing komponen AGD tersebut dan perbandingannya dengan nilai acuan untuk hipotesis di mana tidak terdapat perubahan (rerata atau median 0).

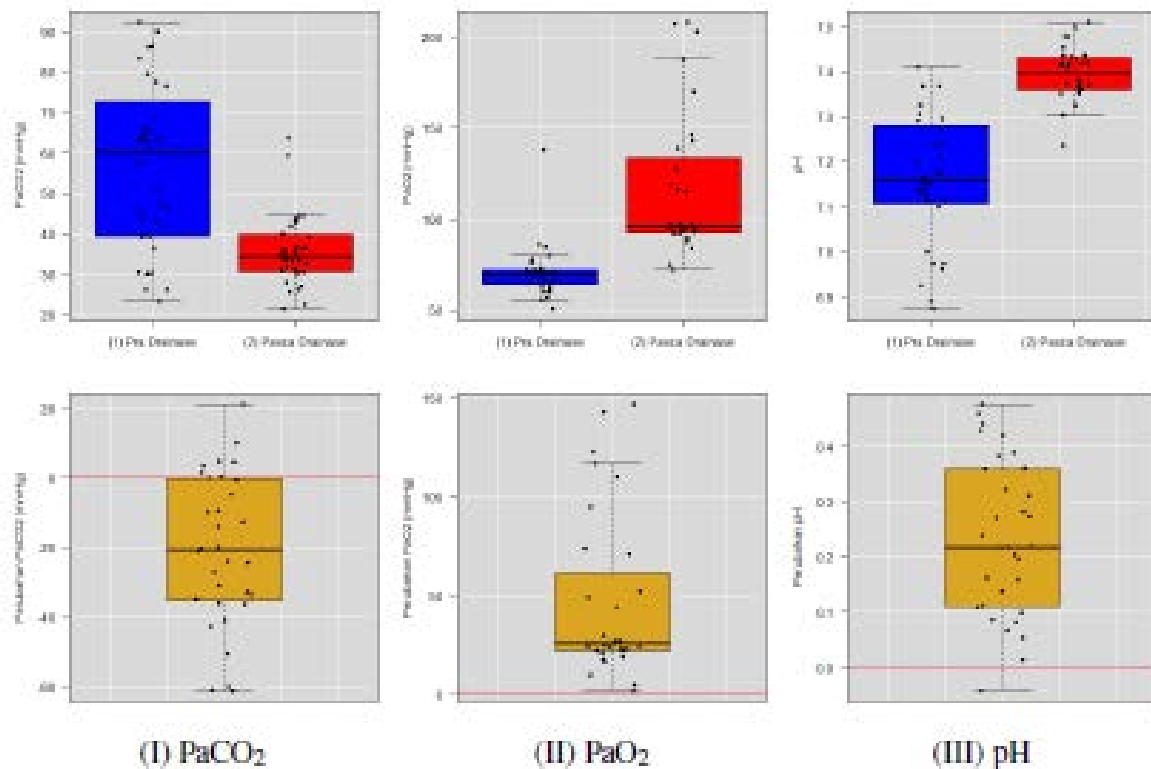
Tabel 3 menampilkan hasil evaluasi bivariate dari korelasi antara volume drainase dengan perubahan PaCO₂, PaO₂, dan pH darah.

Tabel 1. Karakteristik subyek penelitian

Karakteristik	n (%)	Mean ± SD	Med (Q1:Q3)
Usia	-	52,3 ± 13,9	-
Kelamin			
Laki-laki	17 (53)	-	-
Perempuan	15 (47)	-	-
Diagnosis			
Tuberkulosis paru	13 (41)	-	-
Kanker	10 (31)	-	-
Lainnya	9 (28)	-	-
Respirasi(kali permenit)		27,7 ± 3,4	-
Pra	-	24,5 ± 3,7	-
Pasca	-	-3,1 ± 4,7	-
Delta	-	11,7 ± 2,6	-
Hemoglobin (g/dl)	-	-	-
Leukosit (x10 ³ /μL)	-	4,2 ± 1,0	11,5(8,5: 16,1)
Eritrosit (x10 ⁶ /μL)	-	34,4 ± 7,7	-
Hematokrit (%)	-	34,4 ± 7,7	-
Trombosit (x 10 ³ / μL)	-	335,2 ± 167,5	-

Tabel 2. Nilai PaCO₂, PaO₂, pH, dan volume drainase

Variabel	Mean ± SD	Med (Q1:Q3)
PaCO ₂ (mmHg)		
Pra	56,4 ± 20,9	
Pasca		34,4 (30,7 : 39,5)
Delta	-20,7 ± 21,8	-
PaO ₂ (mmHg)		
Pra	-	70,0 (64,8 ; 72,0)
Pasca	-	96,5 (92,8 ; 130,8)
Delta	-	26,0 (22,0 ; 56,8)
pH	7,2 ± 0,1	
Pra	7,4 ± 0,1	
Pasca	0,2 ± 0,1	
Delta	953,0 ± 251,4	

**Gambar 1.** Distribusi nilai PaCO₂, PaO₂, dan pH pada pengukuran pra dan pasca drainase efusi pleura

Penyajianya dilengkapi grafik untuk mempermudah menampilkan deskripsi hubungan. Untuk maksud tersebut, analisis data original juga diperkuat dengan evaluasi menggunakan hasil *smoothing* data via metode kopula.

Evaluasi hubungan antara volume drainase dan perubahan pasca drainase dari ketiga komponen AGD yang digunakan ternyata tidak sejelas perubahan univariat PaCO₂, PaO₂, dan pH sebelumnya dalam Tabel 2 dan Gambar 1. Tren yang ditunjukkan

data original Gambar 2 terlalu sulit diinterpretasikan, apalagi titik-titik datanya cukup terpencah. Penggunaan data yang disimulasi via metode kopula membantu proses *smoothing* dari tren tersebut sehingga lebih jelas dideskripsikan sebagaimana tampak pada grafik bagian kanan dalam Gambar 2. Kurva LOESS dalam *scatterplot* Gambar 2 memang memberikan kesan peningkatan PaCO₂ pasca drainase, tetapi lerengnya terlalu landai sehingga masih cenderung mendukung ketia-

daan hubungan antara PaCO₂ dan volume drainase dalam data ini (data original $r=0,13$; $p=0,479$).

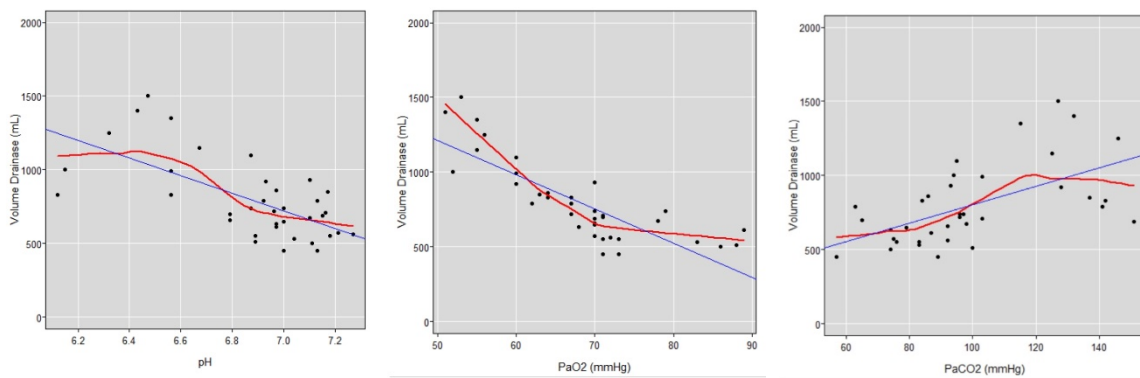
Tidak terdapatnya dukungan data terhadap hubungan dengan volume drainase juga terlihat pada perubahan pH ($r=-0,14$; $p=0,459$). Hubungan volume drainase dengan PaO₂, sebaliknya, perlu mendapat perhatian. Sekalipun secara statistik tidak bermakna dalam data original ($r=0,28$; $p=0,119$), kurva LOESS data kopula cukup terjal dan bentuknya cukup linear. Jadi secara deskriptif mengesankan hubungan positif antara kedua variabel tersebut.

Tabel 3 menampilkan hasil analisis regresi efek volume drainase terhadap perubahan PaCO₂, PaO₂, dan pH dalam analisis gas darah pasca drainase. Tidak satupun dari hasil tersebut memperlihatkan efek bermakna, sebagaimana telah diketahui sebelumnya melalui analisis korelasi. Untuk perubahan PaO₂, besar koefisien mengingatkan tren linear yang tampak dalam Gambar 2 untuk variabel ini. Tanpa ataupun dengan mengon-

trol variabel lainnya, Tabel 3 mengindikasikan bahwa setiap 100 mL cairan yang di-drainase dari pleura, tekanan parsial oksigen darah rerata naik hampir 5 mm Hg.

BAHASAN

Pada penelitian ini terdapat sebanyak 32 pasien sebagai subjek penelitian dengan usia rerata 52 tahun dan deviasi cukup besar mencapai 14 tahun. Efusi pleura pada lebih dari setengah pasien terutama bersumber dari tuberkulosis paru, sedangkan sepertiga lainnya dirawat dengan diagnosis kanker. Frekuensi respirasi sebelum tindakan drainase memberi kesan hiperventilasi dengan rerata sekitar 28 kali permenit dan variasi penambahan atau pengurangan 3-4 kali permenit. Angka tersebut cukup menurun setelah pasien menjalani tindakan (rerata 25 kali permenit) dengan median penurunan 3 kali permenit. Para subjek penelitian cenderung anemis dan umumnya dalam kondisi leukositosis, dengan nilai yang memberikan kesan serupa.



Gambar 2. Scatterplot hubungan perubahan PaCO₂, PaO₂, dan pH pasca drainase dengan volume drainase cairan pleura

Tabel 3. Model regresi linear efek volume drainase efusi pleura masif terhadap perubahan PaCO₂, PaO₂, dan pH

Variabel	Univariat		Multivariat	
	B (95% CI)	p	B (95% CI)	p
Outcome PaCO ₂				
Volume drainase	1,12 (-2,08; 4,33)	0,479	2,68 (0,02 : 5,34)	0,059
Outcome PaO ₂				
Volume drainase	4,61 (-1,26; 10,48)	0,119	4,68 (-0,86; 10,21)	0,109
Outcome pH				
Volume drainase	-0,01(-0,03; 0,01)	0,459	-0,019-0,03; 0,01)	0,175

Data literatur menyatakan bahwa efusi pleura masif paling banyak diderita oleh perempuan dibandingkan laki-laki. Hal ini berhubungan dengan etiologi efusi pleura yaitu mayoritas disebabkan oleh keganasan payudara. Penelitian yang dilakukan oleh Berthold dan Welte¹⁰ di *Hanover Medical School* mendapatkan bahwa etiologi efusi pleura masif terbanyak ialah gagal jantung dan kanker, yang berbeda dengan hasil pada penelitian ini yaitu etiologi terbanyak ialah penyakit infeksi tuberkulosis paru. Hal ini berhubungan dengan tingkat ekonomi dari negara yang berbeda dimana Indonesia saat penelitian ini dilakukan bukan negara maju.

Tinjauan sistematis dan analisis meta dari Vetrugno et al³ meneliti efek fungsi pernapasan atau hemodinamik drainase efusi pleura pada pasien dengan penyakit kritis. Studi tersebut melibatkan 31 studi (2265 pasien) dan mendapatkan bahwa drainase pleura secara bermakna meningkatkan rasio P:F (perbedaan rerata standar: 0,668, CI: -0,947, -0,389; $p < 0,001$). Efusi pleura memiliki efek kompleks dan dinamis terhadap fungsi paru pasien dengan ventilasi mekanik. Dalam kondisi normal, rongga pleura merupakan ruang potensial yang hanya diisi oleh beberapa mililiter lubrican. Kondisi patologik memulai pembentukan efusi pleura, akumulasi cairan harus diakomodasi dengan baik oleh kolaps paru lokal atau perluasan dinding dada. Pada pasien yang bernapas spontan dengan efusi pleura kronis, cairan sebagian besar ditampung oleh ekspansi dinding dada. Secara teori, pasien dengan *compliance* pada dinding dada bagian bawah atau abdomen memiliki kapasitas yang lebih kecil untuk menampung cairan melalui ekspansi dinding dada yang mengakibatkan tingkat kolaps paru yang lebih besar, tetapi hal ini belum dapat dibuktikan secara definitif. Hipoksemia ialah hasil dari *shunt* intrapulmoner yang berkembang saat kolaps paru memburuk. *Positive end-expiratory pressure* (PEEP) mengurangi kolaps paru dengan adanya efusi pleura dan memaksa dinding dada mengembang untuk menampung cairan.¹¹ Penelitian yang dilakukan oleh Brims et al⁵ mendapatkan nilai median dari volume drainase yang dilakukan sebesar 681 ml, yang berbeda dengan nilai

rerata pada penelitian ini yakni 953 ml. Hal ini dapat disebabkan oleh terdapatnya perbedaan karakteristik subyek penelitian ini yang dibatasi efusi pleura masif.

Pada penelitian ini didapatkan adanya hubungan antara volume drainase dan perubahan hasil pasca tindakan terhadap PaO₂ walaupun secara statistik tidak bermakna. Hal tersebut mungkin dikarenakan kurangnya jumlah sampel penelitian. Untuk perubahan pH dan PaCO₂ tidak didapatkan adanya hubungan bermakna baik secara kurva maupun statistik. Stecka et al¹² melakukan penelitian terhadap 36 *virtual* pasien efusi pleura dan mendapatkan adanya peningkatan tekanan perkutaneus oksigen PtO₂ paska torakosintesis yang dapat disamakan dengan PaO₂ sedangkan pada tekanan perkutaneus karbondioksida PtCO₂ yang disimulasikan dengan PaCO₂ cukup konstan dan terdapat fluktuasi data yaitu adanya sampel yang memiliki PtCO₂ lebih kecil saat pre-torakosintesis. Penurunan PaO₂ berhubungan erat dengan torakosintesis dimana ventilasi paru menjadi baik sehingga PaO₂ menjadi meningkat. Penjelasan mengenai PaCO₂ yang stabil yaitu diakibatkan lamanya difusi oksigen ke jaringan.

Suatu penelitian dilakukan di ICU rumah sakit yang berafiliasi dengan universitas di Prancis mengenai efek drainase efusi pleura yang besar pada oksigenasi, fungsi pernapasan (termasuk volume paru-paru), dan hemodinamik pada pasien dengan ventilasi mekanis setelah drainase yang dipandu USG. Mekanika pernapasan meningkat secara bermakna setelah drainase efusi, dengan penurunan tekanan plateau, peningkatan tekanan transpulmonal akhir ekspirasi, *compliance* sistem pernapasan, volume paru akhir ekspirasi, dan rasio PaO₂/FIO₂. Selain itu, pCO₂ juga menunjukkan tren penurunan, namun secara statistik tidak bermakna.⁷

Suatu studi retrospektif selama 24 bulan berturut-turut pada 127 pasien yang pulih setelah operasi jantung di unit perawatan intensif dewasa (AICU) di Rumah Sakit Royal Brompton, London, Inggris meneliti efek drainase cairan pleura terhadap indeks fungsi paru. Terdapat 82 pasien dimasukkan dalam kelompok kontrol dan 45 pasien dalam kelompok drainase. Pada kelompok drainase,

dilakukan pemasangan 52 *intercostal tube* (ICT) pada 45 pasien. Indeks oksigenasi (OI) secara bermakna lebih buruk pada kelompok drainase dibandingkan dengan kontrol sebelum drainase dilakukan. Rasio tekanan oksigen arteri (PaO₂)/oksigen inspirasi fraksional (FiO₂) (P/F) meningkat pada hari pertama setelah penempatan ICT (rata-rata (SD), hari ke-0: 31,01 (8,92) vs 37,18 (10,7); $p < 0,05$) dan rasio P/F serta indeks oksigenasi (OI: $kPa/cm\ H_2O = PaO_2 / mean\ airway\ pressure \times FiO_2$) menunjukkan perbaikan berkelanjutan hingga hari ke-5 (P/F hari ke-5: 39,85 (12,8); OI hari ke-0: 2,88 (1,10) vs hari ke-5: 4,06 (1,73); keduanya $p < 0,01$). Pasien pada kelompok drainase lebih mungkin memiliki mode ventilasi yang lebih baik pada hari pertama dibandingkan dengan kontrol ($p = 0,028$). Indeks ventilasi (VI: $cm\ H_2O\ kPa/min = peak\ airway\ pressure \times laju\ pernapasan \times tekanan\ karbon\ dioksida\ arteri\ (PaCO_2) / 1000$) juga dihitung sebagai penanda ventilasi *dead-space*. VI menurun (membaik) pada kelompok drainase pada hari pertama setelah pemasangan ICT, meskipun perubahannya tidak bermakna secara statistik; hal yang sama juga ditemukan pada kelompok kontrol. Angka untuk perhitungan VI lebih sedikit dibandingkan dengan OI karena data *peak airway pressure* yang dicatat bersamaan dengan indeks lainnya lebih terbatas.⁵

Pada penelitian ini terdapat rentang waktu pengambilan AGD yang cukup lebar yaitu tercepat 3 jam dan terlama 14 hari, yang menjadi faktor bias dalam penelitian ini. Hal ini sejalan dengan sebuah studi retrospektif oleh Fang et al¹¹ terhadap 62 pasien yang dirawat di ICU setelah operasi besar di Taiwan menyelidiki efek drainase efusi pleura yang dipandu USG pada oksigenasi, mekanika pernapasan, dan penghentian penggunaan ventilasi mekanis. Oksigenasi dan mekanika pernapasan diukur sebelum dan sesudah drainase. Selama periode 18 bulan, total 62 pasien dianalisis. Pasien dengan interval waktu antara operasi dan drainase efusi pleura ≤ 6 hari menunjukkan perbaikan post-prosedur yang bermakna dalam hal rasio PaO₂/FiO₂, PaCO₂, *peak airway pressure*, dan *dynamic lung compliance* tetapi tidak dengan interval waktu > 6 hari.

Analisis retrospektif terhadap 101 torakosentesis terapeutik yang dilakukan pada pasien yang diintubasi di ICU bedah dan trauma dewasa di suatu layanan kesehatan tersier di California, AS. Subyek dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan rasio P:F awal mereka: > 300 (normal), 200 hingga 300 (ALI), dan < 200 (ARDS). Peningkatan bermakna dalam rasio P:F terlihat pada pasien ALI dengan P:F=259,6-350,2 (perubahan $= 90,6 \pm 161,7$, $P = 0,022$) dan pada pasien ARDS dengan P:F =144,2-194,6 (perubahan $= 50,4 \pm 38,0$, $P < 0,001$).⁶

Pada penelitian ini didapatkan penambahan 100 ml volume drainase yang sama juga akan meningkatkan PaO₂ 5 mm Hg (Gambar 3) mengingatkan tren linear untuk variabel ini. Tanpa ataupun dengan mengontrol variabel lainnya, drainase efusi dapat meningkatkan oksigenasi dengan mengembangkan kembali paru yang kolaps. Derajat kolaps paru akibat efusi tergantung pada keseimbangan antara *compliance* dinding dada, *compliance* paru, dan PEEP yang diterapkan. Beberapa faktor dapat memengaruhi peningkatan pertukaran gas dengan torakosentesis. Pada pasien dengan ventilasi mekanik, peningkatan PaO₂:FiO₂ telah dikaitkan dengan volume yang terdrainase dan peningkatan volume paru akhir ekspirasi. Pasien dengan rasio PaO₂:FiO₂ yang lebih rendah tampaknya mendapatkan manfaat yang lebih besar. Pasien dengan sindrom gangguan pernapasan akut (ARDS) tampaknya memiliki perbaikan yang lebih sedikit dalam pertukaran gas. Pada pasien dengan ventilasi mekanik dengan efusi CHF, peningkatan PaO₂:FiO₂ setelah torakosentesis berkorelasi terbalik dengan elastansi pleura. Perbaikan oksigenasi ditemukan lebih besar pada pasien dengan paradoks diafragma. Tidak ada bukti yang menghubungkan pertukaran gas abnormal yang disebabkan oleh efusi pleura dan perbaikannya setelah torakosentesis dengan gejala sesak napas.^{13,14}

Kelemahan penelitian ini ialah tidak adanya kelompok kontrol. Secara etika, sulit didapatkan kelompok kontrol, dan definisi operasional yang tidak memasukkan variabel waktu pengambilan setelah torakosintesis.

SIMPULAN

Penelitian ini mendukung terjadinya perubahan tekanan parsial karbon dioksida, oksigen, dan pH dalam darah pasca drainase cairan pada efusi pleura masif. Terdapat hubungan positif antara PaO₂ dengan volume drainase yaitu peningkatan tekanan parsial 5 mmHg untuk setiap penambahan 100 ml volume drainase namun tidak didapatkan hubungan bermakna antara pH dan PaCO₂ dengan volume drainase.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Karkhanis VS, Joshi JM. Pleural effusion: diagnosis, treatment, and management. *Open Access Emergency Medicine*. 2012;4:31-52. Doi:10.2147/OAEM.S29942
- Roberts ME, Neville N, Berrisford RG, Antunes G, Ali NJ, on behalf of the BTS Pleural Disease Guideline Group. BTS Pleural Disease Guideline. Management of a malignant pleural effusion: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010. *Thorax*. 2010;65 (Suppl2):1132-40.
- Vetrugno L, Bignami E, Orso D, Vargas M, Guadagni GM, Saggiotti F, et al. Utility of pleural effusion drainage in the ICU: An updated systematic review and META-analysis. *J Crit Care*. 2019;52: 22-32. Doi:10.1016/j.jcrc.2019.03.007
- Jiménez D, Díaz G, Gil D, Cicero A, Peres-Rodrigues E, Sueiro A, et al. Etiology and prognostic significance of massive pleural effusions. *Respir Med*. 2005; 99(9):1183-7. Doi:10.1016/J.RMED.2005.02.022
- Brims FJH, Davies MG, Elia A, Griffiths MJD. The effects of pleural fluid drainage on respiratory function in mechanically ventilated patients after cardiac surgery. *BMJ Open Respiratory Research*. 2015; 2(1). Doi:10.1136/bmjresp-2015
- Bloom MB, Serna-Gallegos D, Ault M, Khan A, Chung R, Ley EJ, et al. Effect of thoracentesis on intubated patients with acute lung injury. *Am Surg*. 2016;82(3): 266-70.
- Razazi K, Thille AW, Carteaux G, Beji O, Brun-Buisson C, Brochard L, et al. Effects of pleural effusion drainage on oxygenation, respiratory mechanics, and hemodynamics in mechanically ventilated patients. *Ann Am Thorac Soc*. 2014; 11(7):1018-24. Doi:10.1513/AnnalsATS.201404-152OC
- Bayu P, Dewi DT. Efusi pleura masif: ebuah laporan kasus. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Published online 2013:1-15. Available from: 4934-1-7698-1-10-20130304.pdf
- Etiology and prognostic significance of massive pleural effusions - ScienceDirect. Accessed June 2, 2022. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954611105000491>
- Berthold J, Welte T. Pleural effusion in adults - etiology, diagnosis, and treatment. *Deutsches Arzteblatt International*. 2019;116(21):377-86. Doi:10.3238/arztebl.2019.0377
- Fang HY, Chang KW, Chao YK. Ultrasound-guided pleural effusion drainage: Effect on oxygenation, respiratory mechanics, and liberation from mechanical ventilation in surgical intensive care unit patients. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11 (11):2000. Doi:10.3390/diagnostics11112000
- Stecka AM, Gólczewski T, Grabczak EM, Krzysztof Zieliński K, Michnikowski M, Zielińska-Krawczyk M, et al. The use of a virtual patient to follow changes in arterial blood gases associated with therapeutic thoracentesis. *Int J Artif Organs*. 2018;41(11):690-7. Doi:10.1177/0391398818793354
- Thomas R, Jenkins S, Eastwood PR, Lee GYC, Singh B. Physiology of breathlessness associated with pleural effusions. *Curr Opin Pulm Med*. 2015;21(4):338-345. Doi:10.1097/MCP.0000000000000174
- Hirsch A, Ruffie P, Nebut M, Bignon J, Chrétien J. Pleural effusion: Laboratory tests in 300 cases. *Thorax*. 1979; 34(1): 106-112. Doi:10.1136/THX.34.1.106