

PENELITIAN

HUBUNGAN NILAI “LUNG ULTRASOUND SCORE (LUS)” DENGAN P/F RATIO PADA PASIEN PNEUMONIA YANG DIRAWAT DI ICU RSUP DR SARDJITO

Catur Prasetyo Wibowo, Calcarina Fitriani Retno Wisudarti, Akhmad Yun Jufan

Departemen Anestesiologi & Terapi Intensif FK-KMK UGM / RSUP Dr Sardjito Yogyakarta

ABSTRAK

Latar Belakang: Penyakit saluran nafas merupakan alasan tersering pasien masuk ke Intensive Care Unit (ICU), mencakup sekitar 22.4% dari seluruh pasien yang masuk ke ICU dengan 72.6% diantaranya disebabkan oleh suatu infeksi seperti pneumonia. Pada pasien dengan pneumonia, maka akan terjadi gangguan difusi oksigen dari paru-paru ke pembuluh darah yang akan mempengaruhi hasil P/F ratio. Gambaran ultrasonografi berbanding lurus dengan derajat aerasi paru atau perbandingan komposisi udara dengan cairan pada paru. Perubahan pada aerasi paru dapat dideteksi secara akurat dengan menggunakan ultrasonografi paru.

Tujuan: Mengetahui hubungan “Lung Ultrasound Score (LUS)” dengan P/F ratio sebagai parameter untuk menilai derajat oksigenasi pada pasien pneumonia yang dirawat di ICU RSUP Dr. Sardjito.

Metode: Desain penelitian ini adalah cross sectional study. Pada penelitian ini setiap satu sampel akan diperiksa Lung Ultrasound Score (LUS) dan pengambilan sampel analisis gas darah (AGD) arteri untuk mendapatkan nilai P/F ratio selama satu kali. Pengukuran LUS dilakukan dengan cara melakukan ultrasonografi paru pada 12 titik pemeriksaan yang telah ditentukan (6 di hemithorax kiri dan 6 di hemithorax kanan) lalu dilakukan skoring (0-3) per titik pemeriksaan, total skoring dari ke 12 titik pemeriksaan merupakan hasil LUS sampel. Kriteria inklusi pada subjek penelitian ini adalah usia ≥ 18 tahun, terdiagnosa pneumonia (skor ≥ 6 dari skor CPIS), terintubasi dengan ventilasi mekanik, dan kandidat dapat dimobilisasi sedikit miring kanan dan kiri. Sedangkan kriteria eksklusi adalah, pasien dengan hemodinamik tidak stabil (HR < 60 x/menit atau > 130 x/menit dan MAP < 70 mmHg atau > 120 mmHg), trauma paru, pasien yang sedang menjalani hemodialisa, ada kontraindikasi terhadap posisi miring (cedera medulla spinalis), pasien dengan dressing luka di dada, dan pasien dengan morbid obese (BMI > 40).

Hasil: Didapatkan 60 subyek pada penelitian ini. Titik-titik observasi pasien yang memiliki nilai P/F ratio tinggi cenderung memiliki nilai Lung Ultrasound Score (LUS) yang semakin rendah. Berdasarkan hasil korelasi diperoleh nilai $p=0,010$ ($p<0,05$) dengan koefisien korelasi (r) = $-0,332$ bertanda negatif yang berarti terdapat korelasi negatif yang signifikan antara nilai Lung Ultrasound Score (LUS) dengan P/F ratio dengan keeratan hubungan kategori lemah (0,2 – 0,399).

Kesimpulan: Semakin tinggi nilai P/F ratio maka semakin rendah nilai LUS pada pasien dengan pneumonia yang mendapatkan ventilasi mekanik di ICU RSUP Dr. Sardjito.

Kata kunci: Pneumonia, P/F ratio, Lung Ultrasound Score, ventilasi mekanik, analisis gas darah

ABSTRACT

Background: Respiratory tract disease (about 22.4%) is the frequent reason of admitting patients to the Intensive Care Unit (ICU), with 72.6% of it is caused by infection, such as pneumonia. On patient with pneumonia, there will be impairment in oxygen diffusion from alveoli to the blood flow that can affect the P/F ratio. Lung ultrasonography is directly proportional to the degree of pulmonary aeration or the ratio of air to liquid composition in the lung. Changes in pulmonary aeration can be detected accurately using pulmonary ultrasonography.

Objectives: Knowing the relationship of “Lung Ultrasound Score (LUS)” with P/F ratio as a parameter to assess the degree of oxygenation in pneumonia patients treated at ICU Dr. Sardjito General Hospital.

Methods: The design of this study was cross sectional study. In this study, every single sample will be examined only one time to obtain Lung Ultrasound Score (LUS) and arterial blood gas analysis (BGA) sampling to get the P/F ratio. LUS measurement was done by performing pulmonary ultrasonography at 12 predetermined

examination points (6 in the left hemithorax and 6 in the right hemithorax) then scoring (0-3) per examination point, the total scoring from the 12 examination points is the result of the LUS sample. Inclusion criteria in the subjects of this study were >18 years of age, diagnosed pneumonia (score ≥ 6 from CPIS score), intubated with mechanical ventilation, and the candidate could be mobilized slightly right and left incline. While exclusion criteria were, patients with unstable hemodynamics (HR <60x / min or > 130x / min and MAP <70mmHg or > 120mmHg), pulmonary trauma, patients undergoing hemodialysis, there are contraindications to the oblique position (spinal cord injury), patients with wound dressing on the chest, and patients with morbid obese (BMI > 40).

Results: There were 60 subjects in this study. Patient observation pointed that have high P/F ratio values tend to have lower Lung Ultrasound Score (LUS) values. Based on the correlation results, the value of $p = 0.010$ ($p < 0.05$) with the correlation coefficient (r) = -0.332 had a negative sign which means there is a significant negative correlation between the value of Lung Ultrasound Score (LUS) with the P / F ratio with the close relationship of the category weak (0.2 - 0.399).

Conclusion: The higher the P/F ratio, the lower the LUS value in patients with pneumonia who were getting mechanical ventilation in ICU Dr. Sardjito.

Keywords: Pneumonia, P/F ratio, Lung Ultrasound Score, mechanical ventilation, blood gas analytic.

PENDAHULUAN

Pneumonia adalah penyebab umum morbiditas dan mortalitas pada orang dewasa di seluruh dunia. Secara global, pneumonia adalah infeksi yang paling umum menyebabkan kematian, dan penyebab paling umum keempat kematian secara keseluruhan ⁽¹⁾. Pneumonia merupakan suatu bentuk infeksi paru akut yang menginfeksi paru-paru. Ketika seseorang mengalami pneumonia, maka alveoli terisi oleh pus dan cairan, yang akan membuat sulit bernafas dan mengurangi masuknya oksigen. *Hospital Acquired Pneumonia* (HAP) dan *Ventilatory-associated Pneumonia* (VAP) merupakan komplikasi tersering dari perawatan di rumah sakit, mencakup sekitar 22% dari semua infeksi yang didapatkan di rumah sakit.

Oksigen diangkut dari udara yang kita hirup ke setiap sel dalam tubuh. Secara umum, gas bergerak dari daerah dengan konsentrasi atau tekanan tinggi ke daerah-daerah dengan konsentrasi atau tekanan rendah. Tekanan atau gradien konsentrasi oksigen menurun dari tingkat yang relatif tinggi diudara, kepada tingkat saluran pernapasan dan kemudian gas alveolar, darah arteri, kapiler dan akhirnya sel.

Setelah oksigen berada di alveoli, langkah selanjutnya adalah difusi oksigen dari alveoli ke pembuluh darah paru. Menurut hukum Fick, kecepatan difusi gas melalui suatu membran respirasi tergantung pada empat hal yaitu, perbedaan tekanan parsial gas di antara kedua sisi membran, luas permukaan membran, ketebalan membran, dan konstanta difusi suatu gas. Ketika seseorang

mengalami pneumonia, maka alveoli akan terisi oleh pus dan cairan, sehingga dapat merubah luas permukaan membran yang dapat mendifusikan oksigen, jarak yang ditempuh oleh oksigen untuk berdifusi bertambah sehingga difusi oksigen dari alveolus ke pembuluh darah paru akan berkurang.

Perbedaan tekanan parsial oksigen di alveolar dan arterial dikenal juga dengan istilah $AaDO_2$. Jika nilai $AaDO_2$ meningkat, hal ini dapat menunjukkan adanya distribusi dari perfusi dan ventilasi yang tidak seimbang, adanya suatu pirau, ataupun adanya suatu gangguan difusi yang dapat diakibatkan oleh suatu penyakit paru. ⁽²⁾

Status oksigenasi pasien dapat diukur dengan menggunakan *pulse oximetry* untuk melihat SpO_2 (Saturasi perifer oksigen) atau dengan pemeriksaan berkala analisa gas darah untuk melihat PaO_2 (Tekanan parsial oksigen di arteri) ⁽³⁾. *P/F ratio* merupakan hasil dari PaO_2 dibagi dengan FiO_2 . Ratio ini menunjukkan hubungan antara oksigen yang diinspirasi dan tekanan parsial oksigen di arteri, maka *P/F ratio* dapat diaplikasikan pada semua kondisi dimana hubungan tersebut terganggu, seperti pada kasus pneumonia.

Ultrasonografi paru dapat digunakan untuk mengevaluasi fungsi paru dan mengidentifikasi pasien dengan peningkatan konten cairan pada paru dan penurunan *P/F ratio* ⁽⁴⁾. Gambaran ultrasonografi berbanding lurus dengan derajat aerasi paru atau perbandingan komposisi udara dengan cairan pada paru. Perubahan pada aerasi paru dapat dideteksi

secara akurat dengan menggunakan ultrasonografi paru pada berbagai kondisi patologis seperti pneumonia, ARDS, edema paru karena ketinggian dan edema paru karena kardiak.⁽⁵⁾

Ultrasonografi paru dapat memfasilitasi pemeriksaan yang cepat dan langsung disamping tempat tidur pasien oleh seorang klinisi, memperkuat hasil pemeriksaan fisik, dan memberikan akurasi diagnostik yang lebih superior dibandingkan radiografi dada pada beberapa kondisi. Ultrasonografi paru memberikan beberapa keuntungan, terutama ketika digunakan untuk mengevaluasi pasien langsung di tempat tidur dan dikombinasikan dengan pemeriksaan ultrasonografi yang lain. Tidak seperti radiografi dada dan *Computed Tomography (CT) scan*, ultrasonografi paru tidak mengakibatkan pasien terekspos dengan ion radiasi.⁽⁶⁾

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian analitik korelatif, yang menilai korelasi antara *Lung Ultrasound Score (LUS)* dengan *P/F ratio* berdasarkan parameter analisa gas darah dengan skor ultrasonografi paru pada pasien pneumonia di ICU RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta. Desain yang dipilih adalah *cross sectional*, dimana peneliti melakukan observasi atau pengukuran variabel pada satu saat. Tiap subjek hanya di observasi satu kali saja dan pengukuran variabel subjek dilakukan saat pemeriksaan tersebut. Pasien diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah pasien berusia lebih dari 18 tahun, terdiagnosa pneumonia (skor ≥ 6 dari skor CPIS), terintubasi dengan ventilasi mekanik dan dapat dimobilisasi sedikit miring kanan dan kiri. Kriteria eksklusi adalah pasien dengan ketidakstabilan hemodinamik, trauma paru (seperti *flail chest*, pneumothorak yang belum diterapi), pasien di ICU yang sedang dilakukan dialisis, kontraindikasi terhadap posisi miring (seperti fraktur spinalis tidak stabil atau cedera medula spinalis), pasien dengan *dressing* luka di dada dan pasien dengan *morbid obese*, *Body Mass Index (BMI) >40*.

Pengambilan sampel penelitian menggunakan metode *consecutive sampling* sampai didapatkan 60 pasien sebagai populasi terpilih. Selama pelaksanaan penelitian pada keseluruhan pasien sampel tidak

didapatkan dan tidak terjadi risiko dan efek samping seperti hipotensi, aritmia, desaturasi, autoekstubasi, maupun perdarahan dan hematoma. Tidak ada pasien drop out pada pelaksanaan penelitian ini.

Seting ventilasi yang digunakan adalah mode *Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV)* dengan parameter FiO_2 100%, volume tidal 6cc/kgBB, laju respirasi 12-14 x/menit, *Positive End-Expiratory Pressure (PEEP)* 6, rasio inspirasi dan ekspirasi 1:2. Pasien diposisikan supine dan dilakukan pengukuran pada hemodinamik dan mekanika respirasi.

Seluruh subjek dalam kondisi tersedasi dan bebas nyeri dengan *comfort scale* 17-26. Pasien diposisikan supine dengan elevasi HOB 30° dengan mengatur kemiringan pada bed sehingga terbentuk sudut 30° antara kepala, panggul dan tungkai. Dilakukan monitoring dan pencatatan hemodinamik dan mekanika respirasi tiap 10 menit. Pada menit ke-30 dilakukan pemeriksaan *Lung Ultrasound Score (LUS)* dengan menggunakan alat ultrasonografi merk Esaote SX331 dengan menggunakan probe *curve linier* pada 12 titik pemeriksaan yang telah ditentukan dan pengambilan sampel analisis gas darah arteri yang diperiksa dengan alat i-STAT menggunakan cartridge G3+.

Asisten peneliti yang melakukan penilaian *Lung Ultrasound Score (LUS)* dengan menggunakan alat ultrasonografi pada setiap sampel adalah 3 orang residen anesthesiologi dan terapi intensif yang telah mengikuti pelatihan *SECURE (Systematic of Emergency and Critical Ultrasound Examinations)* dan telah dilakukan uji Kappa dengan hasil yang baik (88,89%).

Data kategorikal dirangkum dalam jumlah dan persentase sedangkan data numerik dirangkum dalam mean dan standar deviasi. Korelasi antara *lung ultrasound score* dengan *P/F ratio* dan korelasi antara *lung ultrasound score* dengan $AaDO_2$ menggunakan analisis uji statistik *pearson* dan dianggap bermakna bila nilai $p < 0,05$.

HASIL

Subyek penelitian terdiri dari 60 pasien yang telah memenuhi kriteria inklusi dan telah mengantongi izin dari komite etik FK UGM dengan

nomor surat Ref: KE/FK/0400/EC/2019, serta izin dari bagian pendidikan dan pelatihan RSUP Dr. Sardjito (nomor surat: LB.02.01/XI.2.2/11414/2019). Pada penelitian ini seluruh sampel tidak ada yang memenuhi kriteria drop out maupun mengalami komplikasi selama dilakukan pengambilan sampel penelitian.

Hasil sampel jenis kelamin laki-laki dan perempuan cukup berimbang dengan sampel laki-laki sebanyak 34 sampel (56,7%) dan sampel perempuan sebanyak 26 sampel (43,3%). Pembagian sampel menurut kategori usia juga cukup berimbang, dengan rata-rata usia sampel adalah 50,6 tahun. Untuk kategori *Body Mass Index (BMI)*, sebagian besar sampel memiliki *BMI* normal yaitu sebanyak

44 sampel (73,3%), 5 sampel (8,3%) masuk kategori *underweight*, 8 sampel (13,3%) masuk kategori *overweight*, dan 3 sampel (5%) masuk kategori obesitas grade 1.

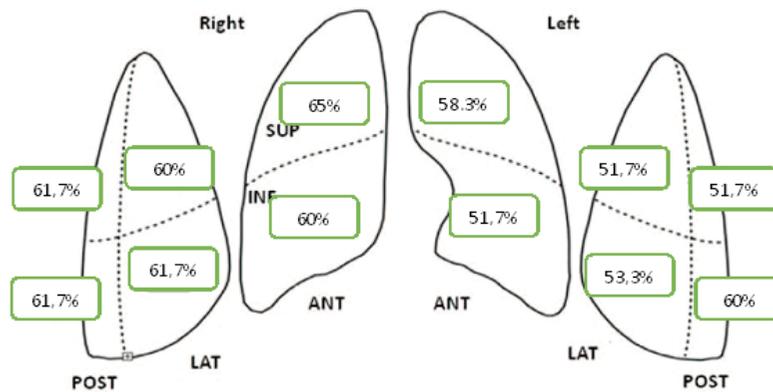
Untuk kategori tipe pneumonia didominasi oleh HAP/VAP sebanyak 44 sampel (73,3%), lalu diikuti oleh CAP sebanyak 15 sampel (25%), dan yang terakhir adalah aspirasi sebanyak 1 sampel (1,7%).

Untuk kategori penyakit penyerta (komorbid) yang dimiliki oleh sampel juga cukup berimbang dengan yang mempunyai komorbid sebanyak 34 sampel (56,7%) dan yang tidak mempunyai komorbid sebanyak 26 sampel (43,3%). Kadar Hb rata-rata pada sampel dalam batas normal, yaitu pada nilai rata-rata 10,92.

Tabel 1. Karakteristik pasien

		Mean ± SD	n	%
		50,60 ± 18,35		
Usia (Tahun)	18-44		21	35
	45-59		19	31,7
	>= 60		20	33,3
Jenis kelamin	Laki-laki		34	56,7
	Perempuan		26	43,3
Berat badan (Kg)		59,95 ± 10,96		
Tinggi badan (Cm)		161,7 ± 5,91		
BMI (Kg/M ²)	<i>Underweight</i> <18,5	22,82 ± 3,21	5	8,3
	<i>Normal</i> 18,5-24,9		44	73,3
	<i>Overweight</i> 25-29,9		8	13,3
	<i>Obese grade 1</i> >=30		3	5
Tipe pneumonia	CAP		15	25
	Aspirasi		1	1,7
	HAP/VAP		44	73,3
Komorbid	Ada		34	56,7
	Tidak		26	43,3
Kadar Hb		10,92 ± 1,89		
	<7		2	3,3
	7-10		20	33,3
	>10		38	63,3
Comfort Scale		21,3 ± 2,95		
Ventilator Time		116,8 ± 112,8		
Balans cairan		49 ± 392		

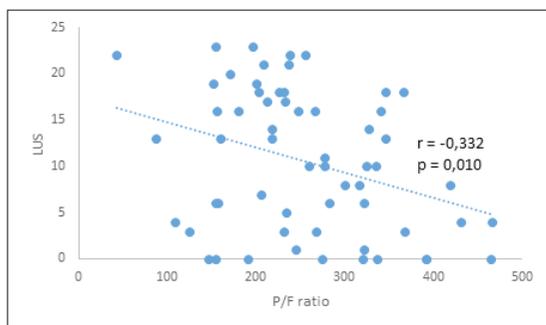
*Keterangan : Mean (Nilai rata-rata), SD (Standar deviasi), n (jumlah), BMI (Indeks massa tubuh), CAP (pneumonia komunitas), HAP/VAP (pneumonia nosokomial yang terdiri dari *Health Care Associated Pneumonia* dan *Ventilator Associated Pneumonia*), Hb (Haemoglobin darah)



Gambar 1. Sebaran Lung Ultrasound Score (LUS) per zonasi paru

Keterangan : persentase menunjukkan banyaknya sampel yang mempunyai gambaran abnormal dari ultrasonografi paru (ditunjukkan dengan adanya gambaran *B-line* ataupun *Tissue-like sign/shred sign*) pada zona paru tersebut, dari total 60 sampel penelitian

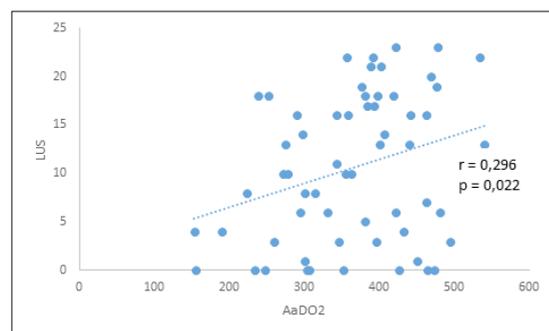
Dari gambar diatas dapat dilihat pemetaan sebaran *Lung Ultrasound Score (LUS)* terhadap 6 zonasi paru pada 12 titik pemeriksaan LUS, yang diperoleh dari data 60 sampel penelitian, didapatkan hasil bahwa gambaran abnormal ultrasonografi paru (*B-line* atau *Tissue-like sign/shred sign*) yang dapat ditemukan pada pasien dengan pneumonia, dapat terlihat terutama di bagian zona paru anterior superior kanan, lateral inferior kanan, dan posterior superior inferior kanan, yaitu sebesar 65%, 61,7% dan 61,7%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa dari 60 sampel penelitian ini, kondisi patologis pneumonia tersering dapat dilihat dengan ultrasonografi paru pada bagian zona paru anterior superior kanan, lateral inferior kanan, dan posterior superior inferior kanan.



Gambar 2. Keluaran Primer: Grafik *Scatterplot* P/F ratio dengan LUS

Keterangan : Semua sampel penelitian diberikan FiO_2 100% selama 30 menit setelah elevasi *Head of bed* 30°

Titik-titik observasi pasien yang memiliki nilai *P/F ratio* tinggi cenderung memiliki nilai *Lung Ultrasound Score (LUS)* yang semakin rendah. Berdasarkan hasil korelasi diperoleh nilai $p=0,010$ ($p<0,05$) dengan koefisien korelasi (r) = -0,332 bertanda negatif yang berarti terdapat korelasi negatif yang signifikan antara nilai *Lung Ultrasound Score (LUS)* dengan *P/F ratio* dengan keeratan hubungan kategori lemah (0,2 – 0,399). Hal ini berarti berdasarkan grafik *Scatterplot* tersebut dapat dikatakan bahwa semakin tinggi *P/F ratio* maka semakin rendah LUS.



Gambar 3. Keluaran Sekunder: Grafik *Scatterplot* $AaDO_2$ dengan LUS

Keterangan : Semua sampel penelitian diberikan FiO_2 100% selama 30 menit setelah elevasi *Head of bed* 30°

Titik-titik observasi pasien yang memiliki nilai AaDO₂ tinggi cenderung memiliki nilai *Lung Ultrasound Score* (LUS) yang juga semakin tinggi. Berdasarkan hasil korelasi diperoleh nilai $p=0,022$ ($p<0,05$) dengan koefisien korelasi (r) = 0,296 yang berarti terdapat korelasi positif yang signifikan antara nilai *Lung Ultrasound Score* (LUS) dengan AaDO₂ dengan keeratan hubungan kategori lemah (0,2 – 0,399). Hal ini berarti berdasarkan grafik *Scatterplot* tersebut dapat dikatakan bahwa semakin tinggi AaDO₂ maka semakin tinggi LUS.

DISKUSI

Penelitian dilakukan kepada 60 pasien yang terdiagnosis pneumonia dan mendapatkan ventilasi mekanik di ICU RSUP Dr. Sardjito. Semua pasien sampel mendapat perlakuan sama dimana pemeriksaan *Lung Ultrasound Score* (LUS) dan pengambilan sampel analisis gas darah (AGD) arteri dilakukan setelah 30 menit pasien dilakukan posisi elevasi kepala 30°. Pemberian interval waktu 20-30 menit cukup menghasilkan pengukuran AGD yang dapat dipercaya karena ketidakstabilan ventilatori dan mekanika respirasi setelah manipulasi posisi dapat disingkirkan.⁽⁷⁾

Asisten peneliti yang melakukan penilaian *Lung Ultrasound Score* (LUS) dengan menggunakan alat ultrasonografi pada setiap sampel adalah 3 orang residen anesthesiologi dan terapi intensif yang telah mengikuti pelatihan SECURE (*Systematic of Emergency and Critical Ultrasound Examinations*) dan telah dilakukan uji Kappa dengan hasil yang baik (88,89%).

Dari data demografik, semua sampel memiliki diagnosis pneumonia berdasarkan skor CPIS (*Clinical Pulmonary Infection Score*) ≥ 6 . Dari 60 pasien, 44 pasien terdiagnosis sebagai pneumonia nosocomial, 15 pasien terdiagnosis pneumonia komunitas, dan 1 pasien terdiagnosis pneumonia aspirasi. Sedangkan komorbid penyakit selain diagnosis utama yang terbanyak adalah diabetes mellitus pada 9 pasien. Karakteristik subjek dalam penelitian ini hampir berimbang dengan perbandingan antara laki-laki 34 pasien dan perempuan 26 pasien. Rata-rata umur subjek 50,6 tahun dengan usia terendah 18 tahun dan tertua 77 tahun. Berat badan terendah

pasien sampel 45 kg dan tertinggi 95 kg dengan rata-rata keseluruhan 59,95kg, terdapat 3 pasien dengan kriteria obesitas grade 1. Data tinggi badan rata-rata 161,68 cm (150-170 cm) dengan rata-rata indeks massa tubuh (IMT) 22,82 kg/m² (17,6-32,9 kg/m²). Data tinggi badan dipakai untuk menentukan volume tidal pada masing-masing pasien di setting ventilator melalui *predicted body weight*.

Pada penelitian ini didapatkan hasil adanya hubungan negatif yang bermakna antara *Lung Ultrasound Score* (LUS) dengan *P/F ratio*, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai *Lung Ultrasound Score* maka *P/F ratio* akan semakin rendah, tetapi dengan keeratan hubungan yang lemah. Pada penelitian ini didapatkan rata-rata nilai *Lung Ultrasound Score* (LUS) 10,55 dan nilai *P/F ratio* 255,17. Dengan mengambil *cut-off point* nilai LUS 10 memiliki nilai sensitifitas sebesar 64,1% dan spesifisitas sebesar 76,2% untuk memprediksi *P/F ratio* <300.

Keeratan hubungan yang lemah pada penelitian ini mungkin terjadi karena beberapa hal, Dari segi prosedur penelitian, pada kriteria inklusi, sampel dapat dibatasi hanya pada pasien pneumonia dengan skor yang sama dari kriteria CPIS, sehingga diharapkan tingkat keparahan pneumonia pada setiap sampel penelitian adalah sama. Selain itu, pada penelitian ini juga tidak dilakukan pengukuran *air trapping* pada sampel yang bisa mempengaruhi hasil dari *P/F ratio* dan AaDO₂. Dari segi alat ukur yang digunakan untuk penelitian ini, mungkin dapat dicari referensi lain tentang alat ukur ultrasonografi paru yang lain (skoring ultrasonografi paru yang lain), karena pada *Lung Ultrasound Score* (LUS) dapat terjadi bias antara skor 1 dan skor 2 karena kemiripan gambaran ultrasonografi yang dipakai sebagai kriteria skoring pada penelitian ini. Dan dari segi sampel penelitian, pada penelitian ini dilakukan sampling pada semua pasien dengan pneumonia namun tidak memperhitungkan fase penyakit pneumonia sampel tersebut, apakah pada fase awal penyakit ataupun fase akhir penyakit, sehingga terjadi ketidakseragaman sampel pada penelitian ini yang mungkin mempengaruhi keeratan hubungan antar variabel pada penelitian ini.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini mirip jika dibandingkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ciumanghel (2017), penelitian yang dilakukan terhadap 45 pasien dengan disfungsi pernafasan pada pasien yang dirawat di ICU dengan *acute kidney injury*, dimana pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa *B-line score* >17 mempunyai sensitifitas (76%) dan spesifisitas (65%) yang baik dalam memprediksi *P/F ratio* <300.⁽⁴⁾

Hasil yang serupa juga didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Bilotta (2013), penelitian yang dilakukan kepada 45 pasien yang dirawat di NCCU (*Neurocritical Care Unit*), didapatkan hasil bahwa *P/F ratio* lebih rendah ditemukan pada pasien dengan *B-line* >5 dibandingkan dengan pasien dengan *B-line* antara 4 sampai 5, namun pada penelitian ini tidak disebutkan sensitifitas dan spesifisitas dari alat ukur tersebut.⁽⁸⁾

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wang (2016), didapatkan hasil bahwa Lung Ultrasound Score (LUS) memiliki keunggulan dalam hal mendiagnosis dan memantau secara real-time kejadian pneumonia. Pada penelitian yang dilakukan terhadap 179 pasien yang membandingkan akurasi LUS dan X-ray dada untuk mendiagnosis pneumonia, didapatkan bahwa LUS lebih sensitive dibandingkan dengan X-ray dada (sensitifitas sebesar 94,6% melawan 77,7% dan akurasi sebesar 96,1% melawan 83,8%).⁽⁹⁾

Pada penelitian yang lain, Wang (2016) melakukan penelitian terhadap 45 pasien dengan sindrom gagal nafas akut yang berat. Terhadap ke 45 pasien tersebut dilakukan perawatan dengan posisi tengkurap, dan dilakukan pemeriksaan ultrasonografi paru pada jam ke 0, 3, dan 6 setelah pasien dilakukan posisi tengkurap. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa pasien dengan *aeration score variation* (ASV) ≥ 5.5 memiliki kecenderungan lebih besar untuk memiliki nilai *P/F ratio* >300 pada hari ke 7 perawatan.⁽¹⁰⁾

Bass (2015) melakukan penelitian terhadap 77 pasien yang masuk ke rumah sakit dengan gagal nafas. Terhadap 77 pasien tersebut dilakukan pemeriksaan saturasi oksigen perifer dengan pulse oximetry dan pemeriksaan ultrasonografi paru untuk menilai *Ultrasound Interstitial Syndrome* (UIS). UIS didefinisikan sebagai adanya minimal 3 buah *B-lines*

pada satu atau lebih lapang paru. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa kombinasi dari pulse oximetry ($SpO_2/FiO_2 \leq 315$) dan hasil UIS-3 (minimal terdapat di satu lapang paru bilateral dan melibatkan minimal 3 lapang paru) untuk dapat menilai adanya suatu gagal nafas akut memiliki nilai sensitifitas sebesar 91% dan spesifisitas sebesar 48%. Kombinasi dari pulse oximetry ($SpO_2/FiO_2 \leq 235$) dan hasil UIS-3 untuk dapat menilai adanya suatu gagal nafas akut yang berat memiliki nilai sensitifitas sebesar 73% dan spesifisitas sebesar 77%.⁽¹¹⁾

Paru-paru yang normal mengandung banyak udara dan sedikit cairan pada permukaan paru-paru, maka dengan pemeriksaan ultrasonografi tidak akan ada struktur padat yang dapat terlihat pada pasien dengan paru-paru yang normal. Pemeriksaan ultrasonografi pada paru-paru yang normal akan menghasilkan gambaran garis parallel yang horizontal, yang biasa disebut *A-line*. Pada kondisi patologis paru-paru, pada pemeriksaan ultrasonografi akan didapatkan gambaran artefak yang lain seperti gambaran *B-line* dan *shred sign/tissue like sign* selain gambaran *A-line* tersebut.

B-line telah diketahui berhubungan dengan banyaknya cairan yang terdapat pada paru-paru yang dapat terjadi pada beberapa kondisi penyakit paru-paru pasien, seperti pada penyakit pneumonia, dan banyaknya cairan di paru-paru akan berkontribusi terhadap penurunan dari *P/F ratio*. Selain gambaran *B-line*, pada ultrasonografi paru juga bisa didapatkan gambaran *shred sign/tissue like sign* yang menunjukkan adanya suatu konsolidasi paru. Konsolidasi paru dihasilkan dari adanya kehilangan aerasi pada paru secara massif seperti pada bronchopneumonia lobaris, kontusio paru, dan atelektasis. Hal ini ditunjukkan dengan adanya gambaran ultrasonografi yang memiliki tekstur seperti jaringan hepar (hepatisasi). Konsolidasi paru mempunyai batas superfisial pada garis pleura atau efusi pleura jika ditemukan dan batas dalam biasanya irregular dengan paru yang teraerasi atau regular pada kasus dimana seluruh lobus terkena. Didalam area konsolidasi dapat terlihat gambaran titik-titik hiperekoik, yang berhubungan dengan bronkus yang terisi udara. Penetrasi gas kearah bronkus yang mengalami

konsolidasi ketika inspirasi menghasilkan gambaran yang lebih jelas dari gambaran titik-titik hiperekoik ini ketika inspirasi⁽¹²⁾. Bila terdapat konsolidasi pada paru, maka hal tersebut akan mempengaruhi proses difusi oksigen dari dalam paru-paru ke pembuluh darah, yang mengakibatkan berkurangnya tekanan parsial oksigen yang ada di dalam darah dan pada akhirnya akan mempengaruhi angka *P/F ratio*.

Banyak sistem skoring untuk paru-paru dengan menggunakan ultrasonografi yang mengacu kepada *B-line* dan *shred sign/tissue like sign* tersebut, seperti halnya pada sistem skoring *Lung Ultrasound Score (LUS)* yang digunakan pada penelitian ini. Maka dengan menggunakan sistem skoring pada *Lung Ultrasound Score (LUS)*, kita dapat dengan mudah mengetahui tingkat keparahan penyakit paru seorang pasien, dalam penelitian ini khususnya pada penyakit pneumonia, dan menghubungkannya dengan kemungkinan keparahan distress respirasi (yang dilihat dari nilai *P/F ratio*) yang dimiliki oleh pasien. Selain itu dengan menggunakan sistem skoring *LUS* yang menggunakan alat ultrasonografi, maka pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan cepat dan langsung disamping tempat tidur pasien, murah, tidak invasif, bisa digunakan secara rutin dan tidak memaparkan radiasi kepada pasien.

Namun, ultrasonografi juga memiliki keterbatasan, yaitu hasil pemeriksaan ultrasonografi bersifat subjektif tergantung dari operator yang melakukan ultrasonografi, maka interpretasi bacaan ultrasonografi antara satu operator dengan operator yang lain dapat berbeda. Namun pada penelitian ini, para asisten peneliti telah menjalani Kappa Test dengan hasil uji Kappa yang baik (88,89%), sehingga diharapkan interpretasi ultrasonografi antar asisten peneliti pada satu sampel adalah sama.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah, yang pertama peneliti melakukan penelitian hanya terhadap pasien dengan pneumonia yang telah terventilasi mekanik, sehingga hasil penelitian ini tidak dapat diterapkan kepada kasus distress pernapasan yang diakibatkan oleh hal lain selain pneumonia maupun pada pasien yang belum terventilasi mekanik. Kedua, karena penelitian ini hanya bersifat observasional, maka tidak ada hubungan sebab-akibat yang bisa disimpulkan dari penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Lung Ultrasound Score memiliki korelasi negatif dengan *P/F ratio* pada pasien dengan pneumonia yang dirawat di ICU RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta, dengan koefisien korelasi yang lemah ($r = -0,332$). Saran yang dapat diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan lebih dari satu kali pengukuran *Lung Ultrasound Score* dan *P/F ratio* pada satu sampel agar dapat melihat perubahan dan hubungan dari kedua parameter tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat hubungan *Lung Ultrasound Score* dengan *P/F ratio* pada jenis kasus yang lain, tidak terbatas pada kasus pneumonia saja
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat hubungan *Lung Ultrasound Score* dengan *P/F ratio* pada pasien dengan pneumonia yang belum terventilasi mekanik.
4. Pada kriteria inklusi, sampel dapat dibatasi hanya pada pasien pneumonia dengan skor yang sama dari kriteria CPIS, sehingga diharapkan tingkat keparahan pneumonia pada setiap sampel penelitian adalah sama.
5. Mencari referensi lain tentang alat ukur yang lain (skoring ultrasonografi paru yang lain) yang dapat memperkuat temuan dari hasil penelitian ini.
6. Pengukuran air trapping pada ventilator, agar dapat dijadikan data tambahan dalam analisa hubungan antar variabel yang diukur (*P/F ratio*, $AaDO_2$).
7. Menggunakan *BLUE-protocol* dalam kriteria diagnosis pneumonia pada sampel.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aston SJ. *Pneumonia in the developing world: Characteristic features and approach to management. Journal of the Asian Pacific Society of Respiriology*. 2017;(22): p. 1276-1287.
2. Shioya T, Kagaya M, Sasaki M, Hasegawa H, Kibira S, Miura M. *Clinical Importance of $AaDO_2$ and Pulmonary Artery Pressure as Predicted by Pulsed Doppler Echocardiography at Bedside in Diagnosing Pulmonary Embolism. The Journal of Vascular Diseases*. 1998; 49(1): p. 33-40.

-
3. Larsson A, Guerin C. *Monitoring of Lung Function in Acute Respiratory Distress Syndrome. Annals of Translational Medicine.* 2017; 5(14).
 4. Ciomanghel A, Siriopol I, Blaj M, Siriopol D, Gavrilovici C, Covic A. *B-lines Score on Lung Ultrasound as a Direct Measure of Respiratory Dysfunction in ICU Patients With Acute Kidney Injury. Int Urol Nephrol.* 2017.
 5. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby JJ. *Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure-Induced Lung Recruitment. American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine.* 2011; 183.
 6. Baston C, West TE. *Lung ultrasound in acute respiratory distress syndrome and beyond. Journal of Thoracic Disease.* 2016; 8(12).
 7. Dukic L, Kopcinovic LM, Dorotic A, Barsic I. *Blood gas testing and related measurement : National recommendations on behalf of the coration society of medical biochemistry and laboratory medicine. Biochemica Medica.* 2016; 3(26): p. 318-336.
 8. Bilotta F, Giudici LD, Zeppa IO, Guerra C, Stazi E, Rosa G. *Ultrasound imaging and use of B-lines for functional lung evaluation in neurocritical care. European Jurnal Anesthesiology.* 2013;(30): p. 464-468.
 9. Wang G, Ji X, Xu Y, Xiang X. *Lung ultrasound: a promising tool to monitor ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. Critical Care.* 2016; 20: p. 1-10.
 10. Wang Xt, Ding X, Zhang Hm, Chen H, Su Lx, Liu Dw. *Lung ultrasound can be used to predict the potential of prone positioning and assess prognosis in patients with acute respiratory distress syndrome. Critical Care.* 2016; 20(385).
 11. Bass CM, Sajed DR, Adedipe AA, West TE. *Pulmonary ultrasound and pulse oximetry versus chest radiography and arterial blood gas analysis for the diagnosis of acute respiratory distress syndrome: a pilot study. Critical Care.* 2015; 19: p. 1-11.
 12. Bouhemad B, Mongodi S, Via G, Rouquette I. *Ultrasound for "Lung Monitoring" of Ventilated Patients. Anesthesiology.* 2015; V(122): p. 437-447.
-