

Karakteristik Efusi Pleura pada Penderita Tuberkulosis Paru di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo

Eka Wardhana Lestari

Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia; ekawardhanalestari06@gmail.com

Reeny Purnamasari Juhamran

Departemen Ilmu Bedah, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia;
raenypurnamasari.juhamran@umi.ac.id (koresponden)

Dwi Anggita

Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia; dwianggita@umi.ac.id

Edward Pandu Wiriansya

Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia; edwardpandu.wiriansya@umi.ac.id

Berry Erida Hasbi

Departemen Ilmu Bedah, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia;
berryerida.hasbi@umi.ac.id

Irawaty Djaharuddin

Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin / Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, Makassar, Indonesia; irawaty.muzakkir@gmail.com

ABSTRACT

Tuberculosis is a globally significant infectious disease, with pleural effusion as one of its complications remaining a significant challenge. The aim of this study was to analyze the demographic, clinical, and laboratory characteristics of pulmonary tuberculosis patients with pleural effusion undergoing treatment in a hospital. This was a descriptive study, involving 252 patients. Data were obtained from medical records, consisting of demographic characteristics, pleural fluid analysis, and diagnostic markers such as the Rivalta test, lactate dehydrogenase, and total protein. Data were analyzed descriptively. The analysis results showed that the majority of patients were male (67.5%), with the highest age being 26-45 years (51.2%). The results of pleural fluid analysis showed that the most dominant color of the effusion was brownish yellow (36.1%), with a mean pH of 7.62. The mean protein concentration was 2992.81 mg/dL, and lactate dehydrogenase levels were elevated (mean 1191.36 U/L). The Rivalta test, with positive results in 77.8% of cases, provides supporting evidence for the diagnosis of exudative effusion. These results highlight the inflammatory and immune-mediated nature of pleural effusions in pulmonary tuberculosis. In conclusion, this study emphasizes the importance of comprehensive pleural fluid analysis, including macroscopic and biochemical approaches, for the accurate diagnosis and management of pleural effusions in pulmonary tuberculosis.

Keywords: pulmonary tuberculosis; pleural effusion; patient characteristics

ABSTRAK

Tuberkulosis adalah penyakit menular yang signifikan secara global, dengan salah satu komplikasi yaitu efusi pleura yang tetap menjadi tantangan penting. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik demografis, klinis, dan laboratorium dari pasien tuberkulosis paru dengan efusi pleura yang menjalani perawatan di rumah sakit. Penelitian ini merupakan studi deskriptif, yang melibatkan 252 pasien. Data diperoleh dari rekam medis, terdiri atas karakteristik demografis, analisis cairan pleura, dan penanda diagnostik seperti uji Rivalta, laktat dehidrogenase dan protein total. Data dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar pasien adalah pria (67,5%), dengan usia terbanyak adalah 26-45 tahun (51,2%). Hasil analisis cairan pleura menunjukkan bahwa warna efusi yang paling dominan adalah kuning kecoklatan (36,1%), dengan rerata pH adalah 7,62. Rerata konsentrasi protein adalah 2992,81 mg/dL, dan kadar laktat dehidrogenase meningkat (rerata adalah 1191,36 U/L). Tes Rivalta dengan hasil positif pada 77,8% kasus memberikan data pendukung untuk diagnosis efusi eksudatif. Hasil ini menunjukkan fokus pada sifat inflamasi dan kekebalan yang dimediasi dalam efusi pleura dengan tuberkulosis paru. Sebagai kesimpulan, penelitian ini menekankan pentingnya analisis cairan pleura yang komprehensif, termasuk pendekatan makroskopis dan biokimia, untuk diagnosis dan manajemen efusi pleura dengan tuberkulosis paru yang akurat.

Kata kunci: tuberkulosis paru; efusi pleura; karakteristik pasien

PENDAHULUAN

Tuberkulosis merupakan penyakit infeksi yang telah lama dikenal dan masih menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia, dengan sekitar 1,25 juta kematian pada tahun 2023, termasuk 116.000 di antara pengidap *Human Immunodeficiency Virus* (HIV). Terdapat sekitar 10,8 juta penderita tuberkulosis di seluruh dunia, dengan proporsi laki-laki adalah 55%, dan 12% terjadi pada anak-anak. Terdapat 8 negara dengan jumlah kasus tertinggi yaitu India, Indonesia, Tiongkok, Filipina, Pakistan, Nigeria, Bangladesh, dan Republik Demokratik Kongo, dengan 5 negara teratas menyumbang 56% dari total kasus global, dan Indonesia menjadi penyumbang kasus terbesar kedua. Selain itu, diperkirakan ada 400.000 jiwa yang mengidap tuberkulosis resisten terhadap banyak obat, termasuk resisten terhadap rifampisin. WHO sedang melakukan uji klinis terhadap 15 kandidat vaksin tuberkulosis untuk mencegah infeksi dan meningkatkan hasil pengobatan.⁽¹⁾ Menurut data Kementerian Kesehatan Indonesia pada tahun 2023, terdapat sekitar 694.808 kasus tuberkulosis, dengan 644.839 (93%) di antaranya merupakan tuberkulosis paru.⁽²⁾ Di Indonesia, efusi pleura mencapai 2,7% dari penyakit infeksi saluran pernapasan lainnya, dengan tuberkulosis paru sebagai penyebab utama efusi pleura eksudatif, yang berkisar sekitar 22,9%.⁽³⁾ Efusi pleura, yang merupakan akumulasi cairan di rongga pleura, dapat terjadi akibat peradangan

yang disebabkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis*, dan dapat memperburuk kondisi pernapasan pasien, menimbulkan gejala seperti sesak napas, nyeri dada, dan batuk.^(4,5) Tuberkulosis resisten obat merupakan tantangan kesehatan serius di Kota Makassar, di mana kuman *M. tuberculosis* tidak lagi dapat dibunuh oleh satu atau lebih obat anti tuberkulosis. Pada tahun 2020, tercatat 112 pasien terkonfirmasi tuberkulosis resisten obat, namun hanya 66% yang memulai pengobatan. Pengobatan yang panjang (hingga 18 bulan) dan rendahnya kesadaran pasien menjadi faktor penghambat, dengan hanya 31% pasien menyelesaikan pengobatan pada tahun 2019.⁽⁶⁾ Di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, efusi pleura pada pasien tuberkulosis paru menjadi perhatian khusus karena dampak klinis yang signifikan terhadap kualitas hidup pasien.⁽⁷⁾ Penanganan efusi pleura yang tepat sangat penting untuk meningkatkan prognosis pasien tuberkulosis paru, dan berbagai metode diagnostik serta terapeutik telah dikembangkan, termasuk penggunaan *adenosine deaminase* (ADA) sebagai biomarker untuk membedakan antara efusi pleura tuberkulosis dan non-tuberkulosis.^(8,9) Memahami karakteristik klinis pasien dengan efusi pleura sangat penting untuk menegakkan diagnosis, pencegahan penyakit, serta pengobatan yang efektif.⁽¹⁰⁾ Studi sebelumnya menunjukkan bahwa efusi pleura pada pasien tuberkulosis paru dapat berhubungan dengan berbagai faktor risiko, termasuk status gizi, riwayat kesehatan, dan kepatuhan terhadap pengobatan.^(11,12)

Efusi pleura merupakan komplikasi klinis yang sering terjadi pada pasien tuberkulosis paru, dengan prevalensi mencapai 22,9% di Indonesia. Kondisi ini tidak hanya memperburuk gejala pernapasan seperti sesak napas, nyeri dada, dan batuk, tetapi juga dapat memengaruhi prognosis dan kualitas hidup pasien. Penelitian ini penting dilakukan karena pemahaman mendalam tentang karakteristik efusi pleura, termasuk parameter makroskopis, pH, jenis dan jumlah leukosit, serta kadar glukosa dan laktat dehidrogenase (LDH), dapat membantu dalam diagnosis yang lebih akurat dan penanganan yang tepat. Selain itu, data ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan protokol klinis yang lebih efektif, mengurangi komplikasi, dan meningkatkan keberhasilan pengobatan tuberkulosis paru. *Case fatality rate* (CFR) yang tinggi pada kasus efusi pleura terutama disebabkan oleh keterlambatan diagnosis dan penanganan yang tidak tepat, serta komplikasi serius seperti empiema, sepsis, atau gagal napas. Efusi pleura yang disebabkan oleh tuberkulosis paru sering disertai dengan kondisi sistemik yang berat, seperti malnutrisi atau infeksi HIV, yang memperburuk prognosis pasien. Dampak nyata dari CFR yang tinggi ini mencakup peningkatan angka kematian, beban ekonomi yang signifikan akibat biaya perawatan yang tinggi, dan penurunan kualitas hidup pasien serta keluarga mereka. Selain itu, CFR yang tinggi juga mencerminkan tantangan dalam sistem kesehatan, seperti kurangnya akses ke fasilitas diagnostik dan terapeutik yang memadai, serta rendahnya kesadaran masyarakat tentang gejala dan risiko efusi pleura.

Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam mengenai karakteristik efusi pleura pada pasien tuberkulosis paru di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, dengan mengumpulkan data dari pasien yang dirawat selama periode Januari 2023 hingga Juni 2024. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi berbasis bukti untuk meningkatkan manajemen klinis dan hasil pengobatan pasien tuberkulosis paru dengan efusi pleura, serta berkontribusi terhadap pengembangan kebijakan kesehatan yang lebih baik di Indonesia, sehingga kualitas hidup pasien dapat ditingkatkan dan morbiditas dan mortalitas akibat tuberkulosis paru dapat ditekan.

METODE

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif deskriptif,⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ yang bertujuan untuk menggali karakteristik efusi pleura pada pasien tuberkulosis paru di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, Makassar, selama periode Juli hingga Oktober 2024. Populasi target penelitian ini adalah seluruh pasien tuberkulosis paru yang disertai efusi pleura, dengan sampel diambil dari rekam medis pasien yang dirawat antara Januari 2023 hingga Juni 2024. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *total sampling*, sehingga diperoleh ukuran sampel adalah 252 pasien. Teknik *total sampling* dilakukan dengan mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Kriteria inklusi meliputi: (1) pasien dengan diagnosis tuberkulosis paru yang dikonfirmasi secara klinis atau bakteriologis, (2) usia pasien berkisar dari balita hingga lansia, dan (3) ketersediaan data lengkap mengenai analisis cairan pleura, termasuk pH, jumlah leukosit, kadar LDH, glukosa, dan protein total. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup: (1) pasien dengan efusi pleura yang disebabkan oleh kondisi non-TB (misalnya, gagal jantung atau keganasan), (2) data rekam medis yang tidak lengkap atau tidak dapat diakses, dan (3) pasien yang tidak menjalani pemeriksaan cairan pleura selama periode penelitian. Penelitian ini telah mendapatkan *ethical clearance* dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia dengan nomor: 277/A.1/KEP-UMI/VII/2024, dan seluruh data pasien akan dijaga kerahasiaannya serta hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

Variabel independen dalam penelitian ini meliputi tuberkulosis bakteriologis dan tuberkulosis klinis, sedangkan variabel dependen mencakup jenis cairan pleura, pH, warna, jumlah leukosit, dan hasil pemeriksaan lainnya. Data dikumpulkan melalui catatan rekam medis, analisis cairan pleura, dan gambaran foto thoraks pasien. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk mengetahui distribusi frekuensi dan persentase dari variabel yang diteliti. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 25.⁽¹⁷⁾ Frekuensi dan persentase dari variabel independen serta variabel dependen digunakan untuk menggambarkan karakteristik efusi pleura. *Mean*, median, dan simpangan baku digunakan untuk menggambarkan data numerik, seperti kadar pH, jumlah leukosit, dan parameter biokimia lainnya.

HASIL

Tabel 1 menunjukkan bahwa mayoritas pasien adalah laki-laki (67,5%). Ini mengindikasikan bahwa efusi pleura lebih umum terjadi pada pria dibandingkan wanita, mencerminkan tren epidemiologis yang sering diamati dalam kasus tuberkulosis, yakni pria lebih rentan terhadap penyakit ini. Mayoritas pasien berada pada kelompok usia dewasa (51,2%) dan disusul oleh kelompok remaja (25%), yang menunjukkan bahwa efusi pleura lebih umum terjadi pada kelompok dewasa, yang merupakan kelompok usia paling aktif secara sosial dan ekonomi.

Tabel 2 menyajikan karakteristik hasil laboratorium darah. Hasil ini menunjukkan bahwa median neutrofil adalah 76,45, dengan *mean* 73,54, yang menunjukkan adanya dominasi neutrofil dalam respons imun pasien.

Sementara itu, median limfosit adalah 12,20, dengan *mean* 13,92, yang mencerminkan kontribusi limfosit dalam proses inflamasi. Rasio neutrofil terhadap limfosit (NLR) memiliki median 6,10 dan *mean* 9,13, yang menunjukkan adanya sifat inflamasi sistemik yang signifikan. Kadar LDH memiliki median 7,70 dan *mean* 7,67, yang menunjukkan kerusakan jaringan dan peradangan. Kadar protein total juga menunjukkan median 7,70 dan *mean* 7,66, yang mencerminkan peningkatan permeabilitas vaskular.

Tabel 1. Distribusi jenis kelamin dan usia pasien tuberkulosis paru dengan efusi pleura

Variabel demografis	Kategori	Frekuensi	Persentase
Jenis kelamin	Laki-laki	170	67,5
	Perempuan	82	32,5
Usia	Balita	3	1,2
	Anak-anak	25	9,9
	Remaja	63	25
	Dewasa	129	51,2
	Lansia	32	12,7

Tabel 2. Karakteristik hasil pemeriksaan hematologi pasien tuberkulosis paru dengan efusi pleura

Hasil pemeriksaan hematologi	Median	Mean $\pm$ simpangan baku
Neutrofil	76,45	73,54 $\pm$ 16,09
Limfosit	12,20	13,92 $\pm$ 10,46
NLR	6,10	9,13 $\pm$ 9,20
LDH	7,70	7,67 $\pm$ 0,62

Tabel 3 menunjukkan karakteristik dan tampilan makroskopik warna cairan efusi pleura. Warna kuning kecoklatan mendominasi hingga 36,1%, diikuti oleh warna kuning (34,1%). Temuan ini menunjukkan bahwa warna kuning dan variasi kekuningan merupakan ciri khas dari efusi pleura yang terkait dengan proses inflamasi, yang konsisten dengan karakteristik eksudatif pada pasien TB.

Tabel 4 menyajikan karakteristik analisis cairan pleura. Rerata jumlah leukosit adalah 5,969,72, yang menunjukkan adanya respons imun yang signifikan terhadap infeksi. Sel polimorfonuklear (PMN) memiliki rerata 44,45, sedangkan sel mononuklear (MN) menunjukkan rerata 56,64, yang mencerminkan dominasi limfosit dalam efusi pleura tuberkulosis. Rerata pH cairan pleura adalah 7,621, yang menunjukkan lingkungan yang kurang asam, yang merupakan ciri khas efusi pleura akibat tuberkulosis. Rerata LDH adalah 1191,36, yang menunjukkan adanya kerusakan jaringan dan peradangan. Rerata glukosa cairan pleura adalah 127,17, yang lebih rendah daripada kadar normal serum, tetapi lebih tinggi daripada efusi malignan. Kadar protein total mencapai 2,992,81, yang mencerminkan peningkatan permeabilitas vaskular yang khas pada pleuritis tuberkulosis.

Tabel 3. Karakteristik dan tampilan makroskopik (warna)

Warna ACP	Frekuensi	Persentase
Cokelat	7	2,8
Cokelat kemerahan	19	7,5
Kuning	86	34,1
Kuning kecoklatan	91	36,1
Kuning keruh	39	15,5
Merah	9	3,6
Putih keruh	1	4

Tabel 4. Karakteristik analisis cairan pleura

Analisis cairan pleura	Mean
Leukosit	5,969,72 ($\pm$ 10476,06)
PMN	44,45 ($\pm$ 34,37)
MN	56,64 ($\pm$ 34,33)
pH	7,621 ($\pm$ 0,44)
LDH	1,191,36 ($\pm$ 3167,199)
Glukosa	127,17 ($\pm$ 62,51)

Tabel 5. Karakteristik efusi pleura pada penderita tuberkulosis paru berdasarkan tes Rivalta

Tes Rivalta	Frekuensi	Persentase
Negatif	56	22,2
Positif	196	77,8

Tabel 5 menunjukkan karakteristik efusi pleura berdasarkan hasil tes Rivalta. Sebanyak 77,8% pasien menunjukkan hasil positif pada tes Rivalta, yang mengindikasikan adanya efusi pleura eksudatif. Tabel 6 menunjukkan karakteristik efusi pleura berdasarkan kesan analisis cairan pleura. Sebanyak 71,4% pasien teridentifikasi memiliki efusi pleura eksudatif.

Tabel 7 menyajikan karakteristik efusi pleura berdasarkan kriteria Light. Sekitar 17,5% pasien menunjukkan rasio total protein cairan pleura (PF) terhadap serum lebih dari 50%, yang mengindikasikan sifat eksudatif. Sementara itu, 25,8% pasien memiliki rasio LDH cairan pleura terhadap serum lebih dari 60%, yang juga mendukung diagnosis efusi eksudatif. Sebanyak 72,6% pasien menunjukkan kadar LDH cairan pleura lebih dari 200 U/L, yang merupakan indikator kuat dari efusi pleura eksudatif yang terkait dengan proses inflamasi.

Tabel 6. Karakteristik efusi pleura pada penderita tuberkulosis paru berdasarkan kesan analisis cairan pleura

Kesan	Frekuensi	Persentase
Transudat	72	28,6
Eksudat	180	71,4

Tabel 7. Karakteristik efusi pleura pada penderita tuberkulosis paru berdasarkan kriteria Light

Tipe	Frekuensi	Persentase
Total protein PF/serum >50%	44	17,5
LDH PF/serum >60%	65	25,8
LDH PF >200	183	72,6

PEMBAHASAN

Dominasi pria yang diamati (67,5%) dalam studi ini sejalan dengan tren global dalam epidemiologi tuberkulosis, yakni pria lebih banyak terkena dampaknya. Efusi pleura tuberkulosis lebih sering terjadi pada pria karena kemungkinan paparan yang lebih tinggi terhadap faktor risiko seperti merokok, bahaya pekerjaan, dan perbedaan dalam perilaku mencari layanan kesehatan.⁽¹⁸⁾ Pola demografis serupa dilaporkan dalam sebuah studi di mana 86% kasus melibatkan pasien pria, yang menekankan pentingnya menangani kerentanan berbasis gender dalam program pengendalian tuberkulosis. Tingginya prevalensi di kalangan orang dewasa berusia 26–45 tahun (51,2%) juga konsisten dengan pola epidemiologi global, di mana kelompok usia ini umumnya merupakan kelompok yang paling aktif secara sosial dan ekonomi, menyebabkan peningkatan paparan terhadap faktor risiko. Perbandingan dengan penelitian tersebut menunjukkan tren serupa, yang menggarisbawahi pentingnya intervensi

kesehatan masyarakat yang ditujukan untuk demografi ini. Distribusi demografi ini menggarisbawahi perlunya intervensi yang ditargetkan dengan fokus pada pria dewasa dan subkelompok rentan seperti anak-anak dan lansia. Alat diagnostik dini, termasuk uji *adenosine deaminase* (ADA) dan biopsi pleura, sangat penting untuk intervensi tepat waktu.^(18,19)

Karakteristik laboratorium efusi pleura pada pasien tuberkulosis paru dalam penelitian ini memberikan gambaran penting tentang dinamika inflamasi dan metabolisme penyakit TB, dengan variasi yang luas dalam jumlah leukosit, pH, LDH, glukosa, dan kadar protein total mencerminkan interaksi kompleks antara respons imun inang dan patologi tuberkulosis. Temuan laboratorium menekankan nilai diagnostik analisis cairan pleura pada pasien tuberkulosis, di mana kadar LDH dan protein yang meningkat, bersama dengan proporsi limfosit yang tinggi, merupakan indikator penting efusi tuberkulosis, melengkapi penanda diagnostik yang sudah ada seperti *adenosine deaminase* dan *interferon-gamma*.

Rerata leukosit 5,969,72 sel/ μ L dengan dominasi sel mononuklear (56,64%) mengindikasikan respons yang didominasi oleh limfosit, ciri khas dari efusi pleura tuberkulosis, sejalan dengan temuan yang menggambarkan dominasi respons imun yang dimediasi oleh Th1 pada efusi pleura terkait tuberkulosis.⁽²⁰⁾ Persentase neutrofil median sebesar 76,45% dan *mean* 73,54 menunjukkan respons imun bawaan yang dominan, karakteristik inflamasi akut yang umum diamati pada efusi pleura tuberkulosis. Sebaliknya, persentase limfosit median sebesar 12,20% dan *mean* 13,92 mencerminkan aktivasi sekunder imunitas adaptif. Rasio neutrofil terhadap limfosit (NLR) menyoroti sifat inflamasi sistemik dari penyakit ini, dengan variabilitas yang mencerminkan beragam respons imun yang dipengaruhi oleh faktor-faktor spesifik inang dan penyakit.⁽²¹⁾

Peningkatan kadar LDH mencerminkan kerusakan jaringan dan peradangan, yang konsisten dengan patofisiologi TB31. Kriteria Light juga mengonfirmasi karakteristik eksudatif efusi pleura pada sebagian besar kasus.⁽²²⁾ Konsentrasi protein yang tinggi menunjukkan peningkatan permeabilitas vaskular dan kapiler, sejalan dengan laporan yang menekankan nilai diagnostik kadar protein dalam membedakan efusi eksudatif dari transudatif. Kadar protein yang tinggi menunjukkan akumulasi cairan protein, ciri khas pleuritis tuberkulosis.⁽²³⁾

Rerata kadar glukosa pada cairan pleura 127,17 mg/dL menurun dibandingkan dengan nilai normal serum, namun tetap lebih tinggi dibandingkan kadar yang biasanya ditemukan pada efusi malignan atau parapneumonik. Hal ini konsisten dengan aktivitas metabolisme sel-sel imun pada efusi yang terkait dengan tuberkulosis, di mana konsentrasi glukosa pada efusi tuberkulosis sering berkurang dibandingkan dengan kadar serum normal tetapi lebih tinggi dibandingkan pada keganasan atau empiema. Temuan ini berkorelasi dengan kebutuhan metabolisme sel imun yang aktif di rongga pleura.⁽²⁴⁾ Rerata pH yang relatif tinggi (7,62) dibandingkan dengan efusi malignan mencerminkan lingkungan eksudatif yang kurang asam, yang menjadi ciri khas efusi pleura akibat tuberkulosis. Variabilitas signifikan dalam kadar NLR dan limfosit yang diamati dalam penelitian ini menunjukkan respons imun yang heterogen di antara pasien TB, yang dapat dikaitkan dengan faktor genetik individu, pengaruh lingkungan, dan tahap perkembangan penyakit. Penelitian telah menunjukkan bahwa efusi pleura tuberkulosis ditandai oleh respons imun Th1 yang dominan, ditandai dengan peningkatan kadar *interferon-gamma* (IFN- γ) dan IP-10, yang berkontribusi terhadap variabilitas ini.⁽²⁰⁾

Penelitian ini menunjukkan variasi warna makroskopis efusi pleura pada pasien tuberkulosis paru, dengan warna kekuningan yang mendominasi, sejalan dengan karakteristik inflamasi dan eksudatif efusi pleura terkait tuberkulosis. Tingginya prevalensi efusi kuning-coklat (36,1%) dan kuning (34,1%) mencerminkan sifat eksudatif efusi pleura tuberkulosis, yang biasanya kaya akan protein dan sel inflamasi yang menggambarkan dominasi efusi berwarna jerami dan kaya limfosit pada tuberkulosis, menekankan relevansi diagnostiknya.⁽¹⁸⁾ Keberadaan efusi kuning keruh (15,5%) menunjukkan peningkatan kandungan sel dan protein, yang sering merupakan hasil dari respons imun akibat radang selaput dada tuberkulosis yang memicu infiltrasi sel yang intens ke dalam rongga pleura. Efusi merah kecokelatan (7,5%) dan merah (3,6%) kemungkinan mengindikasikan kebocoran pembuluh darah atau reaksi hemoragik pada pleura, sejalan dengan pengamatan empiema tuberkulosis atau radang selaput dada tuberkulosis lanjut, di mana kerusakan kapiler lebih jelas. Selain itu, munculnya warna cairan yang tidak umum seperti efusi cokelat (2,8%) dan putih keruh (4,0%) yang lebih jarang dapat menunjukkan infeksi sekunder yang mendasarinya atau serpihan dari peradangan kronis, dengan mengindikasikan bahwa efusi tersebut mungkin disebabkan oleh perkembangan penyakit yang berkepanjangan atau patologi yang ada bersamaan.⁽²³⁾ Keragaman warna efusi juga menyoroti diagnosis banding, seperti keganasan atau efusi parapneumonik, di mana efusi non-tuberkulosis lebih cenderung serosa atau purulen dan tidak memiliki dominasi limfosit yang khas pada tuberkulosis. Penempatan makroskopis efusi pleura memberikan petunjuk diagnostik langsung, meskipun awal, dan warna kekuningan, khususnya, harus mendorong tes diagnostik lebih lanjut seperti ADA, sitologi, dan kultur untuk mengonfirmasi tuberkulosis.

Penelitian ini sejalan dengan hasil yang menunjukkan bahwa rasio leukosit secara signifikan lebih tinggi pada efusi pleura tuberkulosis sebesar 95,9% dibandingkan dengan efusi pleura non-tuberkulosis yang hanya 77,8%.⁽²⁵⁾ Hal ini disebabkan oleh aktivasi respon inflamasi oleh imunitas bawaan ketika individu terpajan dengan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang memicu kerja neutrofil, makrofag, monosit, sel Natural Killer (NK), dan sel dendritik untuk mengakumulasi bakteri. Penelitian ini juga sejalan dengan laporan yang menemukan bahwa dominasi jenis leukosit terbanyak dalam analisis mikroskopis cairan pleura adalah MN sebesar 39,9% dibandingkan dengan PMN yang hanya 5,13%, menunjukkan bahwa cairan tersebut berasal dari peradangan kronik pada pleura, meningkatkan kemungkinan proses penyakit kronik seperti keganasan.⁽²⁶⁾ Selain itu, pasien tuberkulosis paru dengan efusi pleura memiliki tingkat pH yang rendah, tanpa satupun yang memiliki pH lebih besar dari 7,40.⁽²⁷⁾ Kadar LDH cairan pleura lebih tinggi pada efusi tuberkulosis, dengan kadar LDH >200 IU/L dan presentasi LDH ACP 622, menunjukkan bahwa *tuberculosis pleural effusion* (TPE) merupakan salah satu penyebab utama pembentukan cairan eksudat secara global dengan tingkat LDH yang sangat tinggi.⁽²⁸⁻³⁰⁾ Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pengukuran tingkat glukosa pada cairan pleura normal dengan rata-rata hasil <200 mg/dl, dan sebagian ditemukan <60 mg/dl. Terakhir, penelitian mencatat nilai

protein total dengan hasil 8,00, menegaskan bahwa TPE adalah salah satu penyakit yang paling sering menyebabkan pembentukan cairan eksudat secara global dengan kadar LDH dan protein yang sangat tinggi.⁽²⁹⁾

Penggunaan kriteria Light dalam mengkarakterisasi efusi pleura menyediakan kerangka kerja yang kuat untuk membedakan efusi eksudatif dari efusi transudatif, dengan penelitian ini menyoroti prevalensi efusi pleura eksudatif pada pasien tuberkulosis paru, di mana 72,6% kasus menunjukkan kadar LDH cairan pleura (PF) >200 U/L, konsisten dengan profil inflamasi tuberkulosis. Kadar LDH yang meningkat ini menunjukkan cedera jaringan dan peningkatan permeabilitas dalam efusi tuberkulosis, menjadikannya penanda yang mapan untuk efusi pleura eksudatif dan sangat berharga dalam diagnosis tuberkulosis, berkorelasi dengan aktivitas inflamasi.⁽³¹⁾ Selain itu, rasio protein total PF/serum >50% pada 17,5% kasus sesuai dengan karakteristik eksudatif tuberkulosis, menunjukkan kebocoran protein ke dalam rongga pleura akibat kerusakan kapiler, yang menjadi landasan kriteria Light untuk mengidentifikasi eksudat. Rasio LDH PF/serum >60% pada 25,8% kasus juga menggarisbawahi pentingnya gradien biokimia dalam menilai dinamika cairan pleura, mendukung pandangan bahwa rasio LDH sangat penting dalam diagnostik TB, khususnya dalam membedakan efusi tuberkulosis dari penyebab lain seperti gagal jantung. Setelah memenuhi parameter eksudat, 76,9% pasien teridentifikasi sebagai eksudat, dengan pleuritis tuberkulosis yang bermanifestasi sebagai efusi eksudatif, ditandai dengan kadar LDH dan protein yang tinggi, konsisten dengan penelitian yang menunjukkan eksudat akibat peradangan pada tuberkulosis, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan kadar ADA dan LDH. Meskipun peningkatan kadar LDH dalam cairan pleura merupakan ciri yang konsisten dalam efusi pleura terkait tuberkulosis, utilitas diagnostik parameter ini terbatas tanpa pemeriksaan tambahan seperti uji ADA, yang merupakan biomarker hemat biaya yang sering digunakan untuk membantu diagnosis TPE. Kadar ADA yang meningkat menunjukkan respons imun yang dimediasi sel T aktif, umum terjadi pada pleuritis terkait tuberkulosis, dan kombinasi ADA dengan parameter biokimia rutin secara signifikan meningkatkan akurasi diagnostik dalam pengaturan prevalensi tuberkulosis rendah.⁽³²⁾ Analisis yang ditingkatkan dengan pembelajaran mesin mencapai AUC sebesar 0,98, sensitivitas sebesar 91%, dan spesifisitas sebesar 98%. Selain itu, menggabungkan ADA dengan *interferon-gamma* (IFN- γ) dapat meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas diagnostik, sehingga sangat efektif di wilayah endemis tuberkulosis. Kemajuan terkini seperti penggunaan mesin interpretasi data ADA terbukti mengklasifikasikan efusi sebagai tuberkulosis atau non-tuberkulosis dengan presisi yang tinggi, meningkatkan spesifisitas dan mengurangi kebutuhan prosedur invasif.

Hasil positif tes Rivalta pada 77,8% kasus mengonfirmasi kegunaannya dalam membedakan efusi eksudatif, meskipun spesifisitas tes ini terbatas, sehingga diperlukan metode diagnostik tambahan seperti pengujian ADA dan teknik molekuler, misalnya GeneXpert, untuk diagnosis yang akurat. Penelitian yang mendukung pendekatan diagnostik terpadu ini, meningkatkan akurasi dan mengurangi kebutuhan prosedur invasif.^(21,32) Uji Rivalta yang positif juga berkorelasi dengan peningkatan kadar penanda inflamasi seperti ADA dan IFN- γ dalam efusi tuberkulosis, yang telah menunjukkan akurasi diagnostik yang tinggi. Di lingkungan dengan keterbatasan sumber daya, uji Rivalta tetap menjadi pilihan praktis, meskipun kurang spesifik dibandingkan dengan uji molekuler tingkat lanjut, dan penelitian menekankan perannya dalam situasi tersebut, di mana ia membantu membedakan efusi tuberkulosis dari keganasan atau infeksi bakteri. Meskipun Uji Rivalta memberikan petunjuk diagnostik awal, mengintegrasikannya dengan analisis cairan pleura (kadar ADA, glukosa, dan protein) serta tes molekuler seperti GeneXpert secara signifikan meningkatkan hasil diagnostik untuk pleuritis tuberkulosis. Variasi warna cairan secara makroskopis, terutama dominasi efusi berwarna kuning dan kuning kecokelatan, konsisten dengan eksudat inflamasi, yang sejalan dengan temuan yang menekankan relevansi diagnostik penampilan cairan sebagai indikator awal tuberkulosis.⁽¹⁸⁾

Meskipun penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai karakteristik efusi pleura pada penderita tuberkulosis paru, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, penelitian ini bersifat retrospektif dan dilakukan di satu pusat kesehatan (RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo), sehingga hasilnya mungkin tidak dapat digeneralisasi ke populasi yang lebih luas atau wilayah dengan prevalensi tuberkulosis yang berbeda. Kedua, data yang dikumpulkan terbatas pada periode Januari 2023 hingga Juni 2024, yang mungkin tidak mencakup variasi musiman atau tren epidemiologis jangka panjang. Ketiga, meskipun analisis laboratorium dan makroskopik memberikan gambaran yang komprehensif, tidak semua pasien menjalani tes diagnostik lanjutan seperti uji ADA atau GeneXpert, yang dapat meningkatkan akurasi diagnosis. Keempat, penelitian ini tidak mengeksplorasi faktor risiko spesifik seperti status imunologi, komorbiditas, atau paparan lingkungan, yang dapat memengaruhi karakteristik efusi pleura. Terakhir, keterbatasan dalam ketersediaan data klinis lengkap dan *follow-up* pasien mungkin mengurangi kemampuan untuk mengevaluasi hubungan antara karakteristik efusi pleura dengan hasil klinis jangka panjang. Penelitian lebih lanjut dengan desain prospektif, cakupan geografis yang lebih luas, dan integrasi metode diagnostik yang lebih canggih diperlukan untuk memperkuat temuan ini>

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan bahwa efusi pleura pada pasien tuberkulosis paru lebih dominan terjadi pada laki-laki dan kelompok usia dewasa, dengan karakteristik eksudatif yang ditunjukkan oleh peningkatan kadar LDH, protein, dan dominasi limfosit dalam cairan pleura. Warna kuning kecokelatan dan kuning merupakan tampilan makroskopis yang paling umum, mencerminkan proses inflamasi khas tuberkulosis. Hasil Tes Rivalta positif dan kriteria Light menegaskan sifat eksudatif efusi pleura tuberkulosis. Temuan ini menekankan pentingnya diagnosis dini dan penanganan tepat untuk mengurangi komplikasi dan mortalitas. Disarankan untuk meningkatkan akses ke fasilitas diagnostik lanjutan seperti uji ADA dan GeneXpert, serta mengembangkan strategi intervensi yang ditargetkan, terutama pada kelompok rentan seperti laki-laki dewasa dan pasien dengan komorbiditas. Penelitian lebih lanjut dengan desain prospektif dan cakupan geografis yang lebih luas diperlukan untuk memperkuat temuan ini dan mendukung upaya eliminasi TB di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. Global tuberculosis report 2021. Geneva: World Health Organization: 2021.

2. Lo Cascio CM, Kaul V, Dhooria S, Agrawal A, Chaddha U. Diagnosis of tuberculous pleural effusions: a review. *Respir Med*. 2021;188:106607.
3. Harjanto AR, Nurdin F, Rahmanoe M. Efusi pleura sinistra masif et causa TB pada anak. *J Major*. 2018;7(3):152–7.
4. Hayuningrum DF. The diagnose of pleura effusion. *J Penelit Perawat Prof*. 2019 Nov 28;2(4):529–36.
5. Rojabani DD, Sari EA, Platini H. Pursed lip breathing dapat menurunkan sesak pada pasien chronic kidney disease (CKD) dengan efusi pleura: case report. *SENTRI J Ris Ilm*. 2024 Feb 3;3(2):577–85.
6. Pemkot Makassar. Satu kader bergerak, berjuta kebermanfaatan untuk menuju eliminasi TBC Kota Makassar. Makassar: Pemerintah Kota Makassar; 2022.
7. Ampow AT, Timban JFJ, Rondo AGEY. Gambaran foto toraks pasien tuberkulosis paru dengan efusi pleura di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Periode Januari-Juni 2022. *Med Scope J*. 2023 Jun 3;5(1):57–63.
8. Patria Dewi PPA, Aryati A, Anniwati L, Marhana IA. Korelasi antara aktivitas adenosine deaminase (ADA) cairan pleura dan hasil leukosit cairan pleura pada penderita efusi pleura. *E-Jurnal Med Udayana*. 2023 Mar 14;12(3):6–11.
9. Amalia RN, Pradjoko I. Nilai diagnostik adenosine deaminase (ADA) cairan pleura pada penderita efusi pleura tuberkulosis. *J Respirasi*. 2016 Apr 2;2(2):35–40.
10. Hutagalung N, Susilawati S, Inggarsih R. Hubungan karakteristik klinis dan etiologi pada pasien efusi pleura di RSUP Dr. Mohammad Hoesin tahun 2019. *J Kedokt dan Kesehat*. 2022 Sep 15;9(3):245–52.
11. Fauza R. Pengaruh status gizi terhadap kejadian TB paru pada anak usia 1-5 tahun yang telah mendapatkan imunisasi BCG di RSUD Imelda Pekerja Indonesia tahun 2016. *J Ilm Kebidanan Imelda*. 2019;5(2):68–73.
12. Yulianti PE, Irnawati I. Gambaran status gizi pada pasien tuberkulosis paru: literature review. *Pros Semin Nas Kesehat*. 2022 Jan 21;1:2314–25.
13. Purnamasari D, Budi DTS, Palebangan CN. Aspek diagnosis dan tatalaksana pasien koinfeksi Human Immunodeficiency Virus (HIV) dengan tuberkulosis (TB): tantangan bagi klinisi di daerah perifer. *J Penyakit Dalam Udayana*. 2022 Dec 30;6(2):25–30.
14. Liberty IA. Metode penelitian kesehatan. Pekalongan: Penerbit NEM; 2024.
15. Swarjana IK. Metode penelitian kesehatan. Surabaya: Andi Offset; 2016.
16. Agnesia Y, Sari SW, Nu'man H, Ramadhani DW, Nopianto. Buku ajar metode penelitian kesehatan. Pekalongan: Penerbit NEM; 2023.
17. Darma B. Statistika penelitian menggunakan SPSS (uji validitas, uji reliabilitas, regresi linier sederhana, regresi linier berganda, uji t, uji F, R²). Bogor: Guepedia; 2021.
18. Shaw JA, Irusen EM, Diacon AH, Koegelenberg CF. Pleural tuberculosis: a concise clinical review. *Clin Respir J*. 2018 May 15;12(5):1779–86.
19. Behera AK, Ganga R, Kumar V, Sahu D, Kiran SS, Gupta RK. Prospective evaluation of safety and diagnostic efficacy of medical thoracoscopy in undiagnosed exudative pleural effusion: experience from a tuberculosis high-burden country. *Cureus*. 2024 Jun 30;16(6):1–9.
20. da Cunha Lisboa V, Ribeiro-Alves M, da Silva Corrêa R, Ramos Lopes I, Mafort TT, Santos AP. Predominance of Th1 immune response in pleural effusion of patients with tuberculosis among other exudative etiologies. *J Clin Microbiol*. 2019 Dec 23;58(1):1–11.
21. Yang X, Che N, Duan H, Liu Z, Li K, Li H. Cell-free mycobacterium tuberculosis DNA test in pleural effusion for tuberculous pleurisy: a diagnostic accuracy study. *Clin Microbiol Infect*. 2020;26(8):1–6.
22. Wang J, Feng Z-X, Ren T, Meng W-Y, Khan I, Fan X-X. Novel clinical biomarkers in blood and pleural effusion for diagnosing patients with tuberculosis distinguishing from malignant tumor. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Oct 14;101(41):e31027.
23. Roustaf F, Sokouti M, Rouy SB, Parsay S. Diagnostic value of pleural fluid adenosine deaminase in patients with pleural tuberculosis. *J Genet Eng Biotechnol Res*. 2022 Nov 24;4(3):393–8.
24. Che N, Ma Y, Ruan H, Xu L, Wang X, Yang X. Integrated semi-targeted metabolomics analysis reveals distinct metabolic dysregulation in pleural effusion caused by tuberculosis and malignancy. *Clin Chim Acta*. 2018 Feb;477:81–8.
25. Lei X, Wang J, Yang Z. Diagnostic accuracy of pleural effusion mononuclear cells/leukocyte ratio in tuberculous pleurisy. *Front Med*. 2021 Mar 18;8:1–7.
26. Sidiq MF, Agustina H, Kulsum ID. Profil klinis, gambaran makroskopis dan mikroskopis cairan efusi pleura pada pasien rawat inap di Departemen Ilmu Penyakit Dalam RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung periode Januari 2016-Desember 2018. *Indones J Chest*. 2020;7(1):1–10.
27. Fahira AD, Syahrudin FI, Kusumawardhani SI, Rahmawati, Anggita D. Gambaran foto thorax pada pasien anak dengan diagnosis tuberkulosis pada tahun 2022-2023. *Innov J Soc Sci Res*. 2024;4(1):9124–34.
28. Putra TRI, Maya P, Hasan M, Pranata A, Salsabila S, Sariningrum HA. Karakteristik pasien efusi pleura non-maligna di RSUD Dr. Zainoel Abidin tahun 2019. *J Penyakit Dalam Indones*. 2022 Apr 2;9(1):15–22.
29. Mercer RM, Corcoran JP, Porcel JM, Rahman NM, Psallidas I. Interpreting pleural fluid results. *Clin Med (Northfield Il)*. 2019 May;19(3):213–7.
30. Li Y, Chen Z, Yang P, Duan H, He J, Gong L. Differentiating between tuberculous and non-tuberculous pleural effusions using the pleural fluid ratio of 10× adenosine deaminase/lactate dehydrogenase. *J Thorac Dis*. 2023 May;15(5):2627–35.
31. González A, Fielli M, Ceccato A, Luna C. Score for differentiating pleural tuberculosis from malignant effusion. *Med Sci*. 2019 Feb 26;7(3):1–6.
32. Garcia-Zamalloa A, Vicente D, Arnay R, Arrospide A, Taboada J, Castilla-Rodríguez I. Diagnostic accuracy of adenosine deaminase for pleural tuberculosis in a low prevalence setting: a machine learning approach within a 7-year prospective multi-center study. *PLoS One*. 2021 Nov 4;16(11):e0259203.