

Gambaran Radiologis Paru dengan Nilai Laju Endap Darah (LED) pada Pasien Tuberculosis Paru dengan Diabetes Melitus Tipe 2 Tidak Terkontrol di RSUD Royal Prima Medan

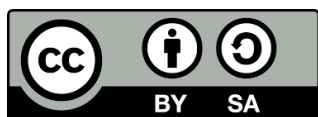
Cahaya Najwa Siregar*, Adi Soekardi, Qori Fadillah

PUI Phyto Degenerative dan Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia, Indonesia

Email : cahayanajwasiregar@gmail.com*

Keywords:

*Pulmonary Tuberculosis;
Uncontrolled Type 2 Diabetes
Mellitus; Chest Radiographic
Findings; Erythrocyte
Sedimentation Rate; ESR.*



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by
Riviera Publishing

Kata Kunci:

**Tuberkulosis Paru; Diabetes
Melitus Tipe 2 Tidak Terkontrol;
Gambaran Radiologis Paru; Laju
Endap Darah (LED).**

Abstract

Pulmonary tuberculosis (TB) with uncontrolled type 2 diabetes mellitus (DM) may worsen inflammation and increase the severity of lung damage. Lung radiological findings are used to assess the severity of lesions, while the erythrocyte sedimentation rate (ESR) is an accessible inflammatory biomarker that may reflect disease activity. This study aimed to analyze the relationship between lung radiological findings and ESR in patients with pulmonary TB and uncontrolled type 2 DM at Royal Prima General Hospital Medan. This analytical observational study used a cross-sectional design involving 100 patients selected through total sampling based on medical records from 2023–2025. Lung radiological findings were classified as minimal, moderately advanced, and far advanced. ESR values were obtained from laboratory examination results. Data were analyzed using univariate analysis and Spearman's correlation test with a significance level of $\alpha = 0.05$. The results showed that most patients had moderately advanced radiological findings (43.0%), followed by far advanced (35.0%) and minimal (22.0%). The mean ESR was 81.34 ± 30.03 mm/hour, with all patients (100%) showing elevated ESR values. Spearman's correlation test demonstrated a very strong positive correlation between lung radiological findings and ESR ($r_s = 0.931$; $p < 0.001$). In conclusion, greater severity of lung radiological findings was associated with higher ESR values in patients with pulmonary TB and uncontrolled type 2 DM.

Abstrak

Tuberkulosis (TB) paru dengan Diabetes Melitus (DM) tipe 2 tidak terkontrol dapat memperberat proses inflamasi dan meningkatkan kerusakan paru. Gambaran radiologis paru digunakan untuk menilai derajat keparahan lesi, sedangkan Laju Endap Darah (LED) merupakan biomarker inflamasi yang dapat mencerminkan aktivitas penyakit. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan gambaran radiologis paru dengan nilai LED pada pasien TB paru dengan DM tipe 2 tidak terkontrol di RSUD Royal Prima Medan. Penelitian ini menggunakan desain analitik observasional dengan pendekatan cross-sectional. Sampel berjumlah 100 pasien yang dipilih menggunakan teknik total sampling berdasarkan data rekam medis periode 2023–2025. Gambaran radiologis paru diklasifikasikan menjadi minimal, *moderately advanced*, dan *far advanced*. Data dianalisis menggunakan analisis univariat dan uji korelasi Spearman

dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar pasien memiliki gambaran radiologis moderately advanced (43,0%), diikuti far advanced (35,0%) dan minimal (22,0%). Nilai rerata LED adalah $81,34 \pm 30,03$ mm/jam dan seluruh pasien (100%) memiliki nilai LED meningkat. Uji Spearman menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat dan bermakna antara gambaran radiologis paru dengan nilai LED ($r_s = 0,931$; $p < 0,001$). Disimpulkan bahwa semakin berat gambaran radiologis paru, semakin tinggi nilai LED pada pasien TB paru dengan DM tipe 2 tidak terkontrol di RSU Royal Prima Medan.

PENDAHULUAN

Tuberkulosis paru (TB paru) masih merupakan salah satu penyakit infeksi menular utama di dunia dan menjadi penyebab signifikan morbiditas serta mortalitas global. Meskipun strategi pengendalian TB telah lama dijalankan melalui program *End TB Strategy*, angka kejadian TB secara global masih tergolong tinggi, terutama di negara dengan pendapatan rendah dan menengah. *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa TB tetap menjadi salah satu dari sepuluh penyebab kematian tertinggi akibat penyakit infeksi di dunia (World Health Organization, 2023).

Di kawasan Asia, beban TB masih mendominasi epidemi global, dengan sebagian besar kasus berasal dari negara-negara Asia Selatan dan Asia Tenggara. Kepadatan penduduk, ketimpangan sosial ekonomi, serta keterbatasan akses pelayanan kesehatan berkontribusi terhadap tingginya transmisi TB di wilayah ini. WHO mencatat bahwa lebih dari separuh kasus TB dunia berasal dari kawasan Asia, menjadikan wilayah ini sebagai fokus utama pengendalian TB secara regional (World Health Organization South-East Asia Region, 2022).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan beban TB tertinggi di dunia dan menempati peringkat atas dalam jumlah kasus TB global. Tingginya insidensi TB di Indonesia dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kepadatan penduduk, tingkat kepatuhan pengobatan, serta tingginya prevalensi penyakit penyerta. Oleh karena itu, pengendalian TB masih menjadi prioritas utama dalam pembangunan kesehatan nasional Indonesia (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

Di tingkat regional, Provinsi Sumatera Utara termasuk salah satu provinsi dengan jumlah kasus TB yang relatif tinggi di Indonesia. Data Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara menunjukkan bahwa TB paru masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang memerlukan perhatian khusus, terutama di daerah perkotaan dengan mobilitas penduduk yang tinggi. Kota Medan sebagai ibu kota provinsi memiliki kontribusi kasus TB yang signifikan dibandingkan wilayah sekitarnya (Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara, 2023).

RSU Royal Prima Medan sebagai salah satu rumah sakit rujukan di Kota Medan turut menangani jumlah pasien TB paru yang cukup besar, termasuk pasien dengan penyakit penyerta. Keberagaman karakteristik pasien serta kompleksitas kondisi klinis yang ditangani menjadikan RSU Royal Prima Medan sebagai lokasi yang relevan untuk dilakukan penelitian terkait TB paru, khususnya pada pasien dengan komorbiditas tertentu yang berpotensi memperberat perjalanan penyakit.

Di sisi lain, dunia juga menghadapi peningkatan signifikan penyakit tidak menular, terutama Diabetes Melitus tipe 2 (DMT2). Diabetes Melitus merupakan penyakit metabolik kronik yang ditandai oleh hiperglikemia akibat gangguan sekresi insulin atau resistensi insulin. Peningkatan prevalensi DMT2 secara global menimbulkan tantangan baru dalam pengendalian penyakit infeksi, termasuk TB paru, karena diabetes dapat memengaruhi respons imun dan perjalanan penyakit infeksi (International Diabetes Federation, 2023).

Hubungan antara TB paru dan DMT2 bersifat dua arah dan saling memperburuk, terutama pada kondisi DMT2 tidak terkontrol. Hiperglikemia kronik dapat menurunkan fungsi sistem imun seluler, mengganggu aktivitas makrofag alveolar, serta menghambat respons limfosit T terhadap *Mycobacterium tuberculosis*. Kondisi ini menyebabkan pasien TB paru dengan DMT2 tidak terkontrol cenderung mengalami penyakit yang lebih berat dan kerusakan jaringan paru yang lebih luas (Wei et al., 2022).

Derajat keparahan TB paru pada pasien dengan DMT2 tidak terkontrol dapat dievaluasi melalui pemeriksaan radiologis paru. Foto toraks merupakan modalitas utama yang digunakan untuk menilai luas dan derajat lesi paru, yang secara umum diklasifikasikan menjadi minimal, moderately advanced, dan far advanced. Gambaran radiologis yang lebih luas mencerminkan tingkat keparahan penyakit dan berkaitan dengan proses inflamasi yang lebih berat (Zhan et al., 2022).

Selain pemeriksaan radiologis, parameter laboratorium berupa Laju Endap Darah (LED) sering digunakan sebagai penanda inflamasi sistemik. LED merupakan pemeriksaan sederhana yang mencerminkan aktivitas inflamasi kronik dan sering meningkat pada pasien TB aktif. Pada pasien TB paru dengan DMT2 tidak terkontrol, nilai LED cenderung lebih tinggi akibat kombinasi inflamasi infeksi dan gangguan metabolik, sehingga berpotensi mencerminkan tingkat keparahan penyakit (Brigden, 2020).

Meskipun berbagai penelitian telah menilai gambaran radiologis TB paru maupun perubahan LED secara terpisah, penelitian yang secara khusus mengkaji hubungan antara gambaran radiologis paru dengan nilai LED pada pasien TB paru dengan DMT2 tidak terkontrol masih terbatas, terutama di Indonesia. Keterbatasan data lokal ini menunjukkan adanya research gap yang perlu diteliti lebih lanjut untuk mendukung pengelolaan pasien berbasis bukti (Jung et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai hubungan antara gambaran radiologis paru dan nilai Laju Endap Darah (LED) pada pasien TB paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol di RSUD Royal Prima Medan menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami tingkat keparahan penyakit serta menjadi dasar pertimbangan klinis dalam evaluasi dan penatalaksanaan pasien TB paru dengan DMT2 tidak terkontrol (World Health Organization, 2024).

Untuk menganalisis hubungan antara gambaran radiologis paru dengan nilai Laju Endap Darah (LED) pada pasien Tuberkulosis paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol di RSUD Royal Prima Medan.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara gambaran radiologis paru dengan nilai Laju Endap Darah (LED) pada pasien Tuberkulosis paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol di RSUD Royal Prima Medan. Manfaat penelitian ini adalah memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami tingkat keparahan penyakit serta menjadi dasar pertimbangan klinis dalam evaluasi dan penatalaksanaan pasien TB paru dengan DMT2 tidak terkontrol.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analitik observasional dan desain cross-sectional, yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara gambaran radiologis paru dengan nilai Laju Endap Darah (LED) pada pasien Tuberkulosis paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol di RSUD Royal Prima Medan. Pengukuran

variabel independen (gambaran radiologis paru) dan variabel dependen (nilai LED) dilakukan pada waktu yang bersamaan, tanpa memberikan intervensi kepada subjek penelitian. Pendekatan ini dipilih karena efisien dari segi waktu dan biaya serta sesuai untuk menggambarkan hubungan antar variabel dalam satu periode pengamatan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di RSUD Royal Prima Medan menggunakan data dari Instalasi Rekam Medik serta unit terkait yang memiliki data pemeriksaan radiologi dan laboratorium. Penelitian direncanakan berlangsung dari bulan Januari sampai dengan Juni 2026, meliputi tahap persiapan, pengurusan izin, pengambilan data, pengolahan dan analisis data, hingga penyusunan laporan.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh pasien Tuberkulosis paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol yang menjalani pemeriksaan di RSUD Royal Prima Medan periode Januari 2023 - Desember 2025, sebanyak 100 pasien. Teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling, yaitu seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak memenuhi kriteria eksklusi dijadikan sampel penelitian, sehingga jumlah sampel adalah 100 pasien.

Kriteria inklusi meliputi pasien dengan diagnosis TB paru dan DM tipe 2 tidak terkontrol yang tercatat dalam rekam medis, berusia ≥ 18 tahun, memiliki hasil pemeriksaan foto toraks dan LED, serta rekam medis yang lengkap dan terbaca jelas. Kriteria eksklusi meliputi pasien dengan penyakit penyerta lain yang dapat memengaruhi gambaran radiologis atau nilai LED secara signifikan (misalnya keganasan paru, pneumonia berat, penyakit autoimun aktif, infeksi akut berat non-TB, keganasan sistemik), pasien dengan komorbid HIV/AIDS, serta pasien dengan data rekam medis tidak lengkap.

Variabel dan Definisi Operasional

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah gambaran radiologis paru (derajat lesi paru berdasarkan hasil foto toraks), sedangkan variabel terikat adalah nilai Laju Endap Darah (LED), yaitu parameter laboratorium yang mencerminkan proses inflamasi sistemik. Definisi operasional variabel disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur/Sumber Data	Skala	Kategori
Gambaran radiologis paru	Derajat lesi paru berdasarkan hasil pemeriksaan foto toraks pada pasien TB paru dengan DM tipe 2	Rekam medis dan hasil foto toraks	Ordinal	Minimal, Moderately Advanced, Far Advanced
Laju Endap Darah (LED)	Kecepatan pengendapan eritrosit sebagai penanda inflamasi sistemik	Hasil pemeriksaan laboratorium	Numerik	Normal/Meningkat
Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol	Kondisi DM tipe 2 dengan kontrol glikemik buruk berdasarkan catatan rekam medis	Rekam medis	Nominal	GDP
Usia	Lama hidup pasien sejak lahir hingga saat pemeriksaan	Rekam medis pasien	Rasio	<45 th; 45–59 th; ≥60 th
Jenis Kelamin	Identitas biologis pasien berdasarkan rekam medis	Rekam medis pasien	Nominal	Laki-laki/Perempuan

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen penelitian berupa lembar ekstraksi data rekam medis yang mencakup identitas pasien (usia, jenis kelamin), derajat gambaran radiologis paru, dan nilai LED. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari rekam medis pasien, meliputi hasil pemeriksaan foto toraks dan nilai LED.

Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul diolah melalui tahapan editing, coding, dan tabulasi, kemudian dianalisis menggunakan SPSS. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi karakteristik responden (usia, jenis kelamin), gambaran radiologis paru, dan nilai LED, disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi, persentase, mean, dan standar deviasi. Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan antara gambaran radiologis paru (data ordinal) dengan nilai LED (data numerik) menggunakan uji korelasi Spearman, dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakteristik Responden

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari 100 pasien TB paru dengan DM tipe 2 tidak terkontrol di RSUD Royal Prima Medan. Karakteristik responden berdasarkan usia dan jenis kelamin disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Karakteristik Responden Berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin

Karakteristik	Kategori	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Usia	Dewasa muda (<45 tahun)	30	30,0
	Dewasa madya (45–59 tahun)	41	41,0
	Lansia (≥60 tahun)	29	29,0
Jenis Kelamin	Laki-laki	72	72,0
	Perempuan	28	28,0
Total		100	100,0

Kelompok usia terbanyak adalah dewasa madya (45–59 tahun) sebanyak 41 responden (41,0%), diikuti dewasa muda sebanyak 30 responden (30,0%) dan lansia sebanyak 29 responden (29,0%). Berdasarkan jenis kelamin, mayoritas responden adalah laki-laki (72,0%).

Distribusi Gambaran Radiologis Paru dan Nilai LED

Gambaran radiologis paru diklasifikasikan menjadi tiga kategori sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Gambaran Radiologis Paru

Gambaran Radiologis Paru	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Minimal	22	22,0
Moderately Advanced	43	43,0
Far Advanced	35	35,0
Total	100	100,0

Gambaran radiologis paru terbanyak adalah kategori moderately advanced (43,0%), diikuti far advanced (35,0%), dan minimal (22,0%), menunjukkan bahwa sebagian besar pasien memiliki derajat lesi sedang hingga berat.

Nilai LED dianalisis sebagai data numerik maupun kategori, dengan hasil disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Statistik Deskriptif dan Kategori Nilai LED

Variabel	N	Min	Maks	Mean	Std. Deviation
Nilai LED (mm/jam)	100	27	140	81,34	30,033

Kategori LED	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Normal	0	0,0
Meningkat	100	100,0
Total	100	100,0

Nilai rerata LED adalah 81,34 mm/jam (SD 30,033), dengan rentang 27–140 mm/jam. Seluruh responden (100%) berada pada kategori LED meningkat, tanpa satu pun responden pada kategori normal.

Rerata LED Berdasarkan Gambaran Radiologis Paru**Tabel 5.** Rerata Nilai LED Berdasarkan Gambaran Radiologis Paru

Gambaran Radiologis Paru	N	Min	Maks	Mean LED	Std. Deviation
Minimal	22	27	54	42,77	7,515
<i>Moderately Advanced</i>	43	56	90	73,72	10,680
<i>Far Advanced</i>	35	91	140	114,94	15,886

Tampak pola peningkatan rerata LED seiring dengan semakin beratnya gambaran radiologis paru: minimal (42,77 mm/jam), moderately advanced (73,72 mm/jam), dan far advanced (114,94 mm/jam).

Hubungan Gambaran Radiologis Paru dengan Nilai LED**Tabel 6.** Hasil Uji Korelasi Spearman antara Gambaran Radiologis Paru dan Nilai LED

Variabel yang Dianalisis	N	Koefisien Korelasi (r_s)	p-value	Interpretasi
Gambaran radiologis paru dengan nilai LED	100	0,931	<0,001	Hubungan positif sangat kuat dan bermakna

Hasil uji Spearman menunjukkan koefisien korelasi 0,931 dengan $p < 0,001$, yang berarti terdapat hubungan positif sangat kuat dan bermakna antara gambaran radiologis paru dengan nilai LED. Hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima: semakin berat gambaran radiologis paru, semakin tinggi nilai LED. Uji Chi-square tidak digunakan karena kategori LED tidak memiliki variasi data (seluruh responden berada pada kategori meningkat), sehingga korelasi Spearman lebih tepat karena mempertahankan nilai LED dalam bentuk numerik.

Pembahasan**Karakteristik Responden**

Kelompok usia terbanyak adalah dewasa madya (45–59 tahun), sejalan dengan meningkatnya risiko DM tipe 2 pada usia dewasa dan lansia akibat penurunan sensitivitas insulin dan akumulasi faktor risiko. Hiperglikemia kronik pada DM tipe 2 tidak terkontrol mengganggu respons imun seluler, termasuk aktivitas makrofag dan limfosit T terhadap *Mycobacterium tuberculosis*, sehingga kelompok usia ini memiliki risiko ganda berupa risiko diabetes dan risiko infeksi TB yang tetap tinggi. Dominasi responden laki-laki (72,0%) dapat berkaitan dengan faktor perilaku dan paparan, seperti kebiasaan merokok, aktivitas kerja di lingkungan berisiko, serta keterlambatan mencari pengobatan.

Gambaran Radiologis Paru

Dominasi kategori *moderately advanced* dan *far advanced* (78,0% dari sampel) sesuai dengan konsep bahwa TB paru pada pasien DM tipe 2 tidak terkontrol cenderung memiliki manifestasi radiologis lebih luas dan berat. Hiperglikemia kronik menurunkan efektivitas sistem imun seluler sehingga tubuh kurang optimal membatasi pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*, menyebabkan proses inflamasi dan destruksi jaringan paru berlangsung lebih luas. Banyaknya pasien dengan kategori sedang-berat juga dapat menggambarkan bahwa

pasien terdiagnosis ketika penyakit sudah cukup berat, sehingga memerlukan perhatian klinis dan pemantauan terapi yang lebih ketat.

Nilai LED

Seluruh responden memiliki kategori LED meningkat, mencerminkan proses inflamasi kronik akibat infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Peningkatan protein fase akut (*fibrinogen*, *imunoglobulin*) menyebabkan eritrosit lebih mudah membentuk rouleaux sehingga LED meningkat. Pada pasien TB paru dengan DM tipe 2 tidak terkontrol, peningkatan LED dapat lebih menonjol karena terdapat dua proses inflamasi bersamaan, yaitu inflamasi infeksi TB dan inflamasi metabolik akibat hiperglikemia kronik. Meski demikian, LED tetap merupakan penanda inflamasi non-spesifik yang perlu dikaitkan dengan kondisi klinis, radiologis, dan laboratorium lainnya.

Hubungan Gambaran Radiologis Paru dengan Nilai LED

Korelasi Spearman sebesar 0,931 ($p < 0,001$) menunjukkan hubungan positif sangat kuat: semakin berat gambaran radiologis paru, semakin tinggi nilai LED. Pola ini diperkuat oleh peningkatan rerata LED secara bertahap dari kategori minimal (42,77 mm/jam) hingga far advanced (114,94 mm/jam). Secara patofisiologis, lesi paru yang lebih luas mencerminkan proses inflamasi dan kerusakan jaringan yang lebih berat, meningkatkan produksi protein fase akut sehingga nilai LED meningkat; kondisi ini diperberat oleh hiperglikemia kronik pada pasien DM tipe 2 tidak terkontrol. Hasil ini mendukung bahwa gambaran radiologis paru dan nilai LED dapat saling melengkapi dalam menilai tingkat keparahan TB paru, meskipun sebagai desain cross-sectional hasil ini tidak dapat menjelaskan hubungan sebab-akibat secara langsung. Pemilihan uji Spearman (dibanding Chi-square) didasarkan pada karakteristik data ordinal (gambaran radiologis) dan numerik (nilai LED), serta pada tidak adanya variasi kategori LED normal dalam sampel.

Implikasi dan Keterbatasan Penelitian

Hasil penelitian ini mengimplikasikan bahwa pemeriksaan LED dapat menjadi parameter pendukung dalam menilai tingkat inflamasi pada pasien TB paru dengan DM tipe 2 tidak terkontrol, meskipun tetap harus digunakan bersama data klinis dan radiologis karena sifatnya yang non-spesifik. Penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain penggunaan data sekunder rekam medis yang bergantung pada kelengkapan pencatatan, desain cross-sectional yang tidak dapat menilai perubahan nilai secara longitudinal selama terapi, belum dianalisisnya faktor perancu lain (anemia, status gizi, lama penyakit, riwayat merokok, kadar HbA1c, CRP), serta dilakukan hanya pada satu rumah sakit sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai hubungan gambaran radiologis paru dengan nilai Laju Endap Darah (LED) pada pasien Tuberkulosis paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol di RSUD Royal Prima Medan, dapat disimpulkan bahwa karakteristik pasien berdasarkan usia didominasi oleh kelompok dewasa madya (45–59 tahun) sebanyak 41 responden (41,0%), diikuti dewasa muda (<45 tahun) sebanyak 30 responden (30,0%) dan lansia (≥ 60 tahun) sebanyak 29 responden (29,0%), sedangkan berdasarkan jenis kelamin responden laki-laki lebih banyak, yaitu 72 responden (72,0%), dibandingkan perempuan sebanyak 28 responden (28,0%). Gambaran radiologis paru paling banyak ditemukan pada

kategori moderately advanced sebanyak 43 responden (43,0%), diikuti far advanced sebanyak 35 responden (35,0%) dan minimal sebanyak 22 responden (22,0%), yang menunjukkan bahwa sebagian besar pasien memiliki gambaran radiologis derajat sedang hingga berat. Nilai LED pasien memiliki rerata 81,34 mm/jam dengan simpangan baku 30,033, nilai minimum 27 mm/jam, dan nilai maksimum 140 mm/jam, dengan seluruh responden (100 responden; 100,0%) berada pada kategori LED meningkat. Terdapat hubungan positif yang sangat kuat dan bermakna antara gambaran radiologis paru dengan nilai LED, dengan koefisien korelasi Spearman sebesar 0,931 dan $p < 0,001$, sehingga semakin berat gambaran radiologis paru, nilai LED cenderung semakin tinggi. Uji Chi-square tidak digunakan karena kategori LED tidak memiliki variasi data—seluruh responden berada pada kategori LED meningkat dan tidak terdapat responden dengan LED normal—sehingga korelasi Spearman lebih tepat digunakan karena mempertahankan nilai LED dalam bentuk numerik dan sesuai dengan skala data radiologis yang bersifat ordinal.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, RSU Royal Prima Medan diharapkan dapat meningkatkan kelengkapan pencatatan rekam medis pasien TB paru dengan komorbid Diabetes Melitus tipe 2, terutama data hasil foto toraks, nilai LED, kadar gula darah, dan parameter kontrol glikemik, guna mendukung evaluasi klinis, pemantauan perjalanan penyakit, dan penelitian selanjutnya. Bagi tenaga kesehatan, nilai LED diharapkan diperhatikan sebagai parameter pendukung dalam menilai tingkat inflamasi pada pasien TB paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol, di mana pasien dengan gambaran radiologis yang lebih berat dan LED yang tinggi perlu mendapatkan pemantauan klinis yang lebih ketat, termasuk pengendalian kadar gula darah dan evaluasi respons terapi TB. Bagi institusi pendidikan, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi ilmiah mengenai hubungan gambaran radiologis paru dan nilai LED pada pasien TB paru dengan Diabetes Melitus tipe 2 tidak terkontrol, sekaligus menjadi dasar bagi mahasiswa atau peneliti selanjutnya untuk mengembangkan kajian yang lebih luas mengenai marker inflamasi pada pasien TB dengan komorbid diabetes. Terakhir, peneliti selanjutnya disarankan melakukan penelitian dengan desain prospektif atau longitudinal agar dapat menilai perubahan nilai LED dan gambaran radiologis sebelum dan sesudah terapi, serta menambahkan variabel lain seperti HbA1c, CRP, leukosit, status gizi, anemia, riwayat merokok, lama pengobatan, dan luas lesi paru yang lebih rinci.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi lainnya.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian, penulisan, maupun publikasi artikel ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Seluruh penulis berkontribusi dalam penyusunan artikel ini. Penulis 1 (Cahaya Najwa Siregar) berperan dalam konseptualisasi penelitian, berperan dalam pengumpulan dan analisis data, berperan dalam interpretasi hasil dan penyusunan naskah, sedangkan penulis lainnya berkontribusi dalam peninjauan, penyuntingan, dan persetujuan akhir naskah.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF

Penulis menyatakan bahwa tidak menggunakan kecerdasan artifisial generatif dalam penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2021). *Cellular and molecular immunology* (10th ed.). Elsevier.
- American Diabetes Association. (2023). Standards of care in diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Suppl. 1), S1–S291. <https://doi.org/10.2337/dc23-Sint>
- Barreda, R., Sánchez, J., & Gómez, M. (2020). Anemia in pulmonary tuberculosis patients and its association with disease severity. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 24(5), 523–530.
- Bommer, C., Heesemann, E., Sagalova, V., Manne-Goehler, J., Atun, R., Bärnighausen, T., & Vollmer, S. (2017). The global economic burden of diabetes in adults aged 20–79 years. *Diabetes Care*, 40(9), 1297–1305.
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S., Morse, S. A., & Mietzner, T. A. (2022). *Jawetz, Melnick, & Adelberg's medical microbiology* (29th ed.). McGraw-Hill Education.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2022). *Tuberculosis (TB): Transmission and pathogenesis*. U.S. Department of Health and Human Services.
- DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., Groop, L., Henry, R. R., Herman, W. H., Holst, J. J., Hu, F. B., & Kahn, C. R. (2021). Type 2 diabetes mellitus. *Nature Reviews Disease Primers*, 7(1), 1–31.
- Felson, B. (2020). *Felson's principles of chest roentgenology: A programmed text* (5th ed.). Elsevier.
- Foe-Essomba, J. R., Kenmoe, S., & Bigna, J. J. (2021). Tuberculosis and diabetes mellitus comorbidity: A syndemic relationship and its impact on public health. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 1–10.
- Grundy, S. M., Stone, N. J., Bailey, A. L., Beam, C., Birtcher, K. K., Blumenthal, R. S., ... & Yeboah, J. (2019). 2018 AHA/ACC guideline on cholesterol management. *Circulation*, 139(25), e1082–e1143.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Hansell, D. M., Bankier, A. A., MacMahon, H., McLoud, T. C., Müller, N. L., & Remy, J. (2020). Fleischner Society: Glossary of terms for thoracic imaging. *Radiology*, 246(3), 697–722.
- Hotamisligil, G. S. (2017). Inflammation, metaflammation and immunometabolic disorders. *Nature*, 542(7640), 177–185. <https://doi.org/10.1038/nature21363>
- Huang, L., Nazarova, E. V., & Russell, D. G. (2017). Clinical and radiological features of pulmonary tuberculosis in patients with diabetes mellitus. *Clinical Infectious Diseases*, 65(6), 1015–1022.
- Huang, Y., Chen, X., Zhang, L., & Wang, H. (2022). Hematological changes in pulmonary tuberculosis patients with diabetes mellitus. *BMC Infectious Diseases*, 22(1), 1–10.
- International Diabetes Federation. (2023). *IDF diabetes atlas* (10th ed.). International Diabetes Federation.
- Jeon, C. Y., & Murray, M. B. (2008). Diabetes mellitus increases the risk of active tuberculosis: A systematic review. *PLoS Medicine*, 5(7), e152. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050152>
- Jung, Y. J., Lee, J. Y., & Park, S. Y. (2023). Radiologic manifestations and laboratory markers in tuberculosis patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review. *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases*, 31, 100350.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Pedoman nasional pelayanan kedokteran tatalaksana tuberkulosis. Direktorat Jenderal P2P.
- Lonroth, K., Jaramillo, E., Williams, B. G., Dye, C., & Raviglione, M. (2019). Drivers of tuberculosis epidemics: The role of risk factors and social determinants. *Social Science & Medicine*, 215, 1–9.
- Meng, X., Zhang, L., Chen, Y., & Wang, H. (2023). The impact of type 2 diabetes mellitus on tuberculosis progression and immune response. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1182456.
- Miyahara, R., Piyaworawong, S., & Naranbhai, V. (2019). Neutrophil-to-lymphocyte ratio as a prognostic marker in pulmonary tuberculosis patients. *Respiratory Medicine*, 158, 105–111.
- Omair, A., Khan, M. A., & Alshammari, A. (2024). Hematological parameters as markers of systemic inflammation in pulmonary tuberculosis. *BMC Pulmonary Medicine*, 24(1), 1–9.
- Perhimpunan Dokter Paru Indonesia. (2022). Pedoman diagnosis dan penatalaksanaan tuberkulosis di Indonesia. PDPI.
- Weiss, G., & Ganz, T. (2021). Anemia of inflammation. *New England Journal of Medicine*, 384(11), 1011–1023. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1916183>
- World Health Organization. (2024). Global tuberculosis report 2024. WHO.
- Zhan, X., Wu, Z., Liang, J., & Liu, Q. (2022). Radiographic patterns of pulmonary tuberculosis in patients with diabetes mellitus. *European Journal of Radiology*, 150, 110234.