

GAMBARAN RADIOLOGI TORAKS PADA PASIEN TB PARU ATIPIKAL DENGAN DIABETES MELITUS TIPE 2 BERDASARKAN STATUS KONTROL GLIKEMIK DAN INDEKS MASSA TUBUH DI RSU ROYAL PRIMA

T Abelio Simbolon^{1*}, Adi Soekardi², Qori Fadillah³

¹⁻³PUI Phyto Degenerative & Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia

Email Korespondensi: abeliosbln18@gmail.com

Disubmit: 22 Juli 2026 Diterima: 18 Agustus 2026 Diterbitkan: 01 September 2026
Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v6i9.27214>

ABSTRACT

Due to compromised immunological responses brought on by hyperglycemia, type 2 diabetes mellitus (DM) impairs radiological manifestations and increases the risk of pulmonary tuberculosis (TB). Patients with type 2 diabetes who have atypical pulmonary TB often show lower zone/lower lobe involvement and more extensive lesions on chest radiography. Although there is currently little evidence in Indonesia, it is believed that body mass index (BMI) influences radiological features in addition to glycemic control. This study looked at the radiographic features of the chest in patients with atypical pulmonary tuberculosis and type 2 diabetes at Royal Prima Medan General Hospital based on their body mass index and glycemic control status. Research Methods: This observational analytical study with a retrospective cross-sectional design analyzed the medical records of 120 atypical pulmonary tuberculosis patients with type 2 diabetes who received treatment at Royal Prima Medan General Hospital between January 2024 and December 2025. The sample was selected using a comprehensive sampling strategy. For both univariate and bivariate data analysis, Fisher's Exact Test, Chi-square test, and Independent Samples t-test were employed, with a significance level of $p < 0.05$. Results: Most patients had uncontrolled glycemic control (58.3%), lower zone/lower lobe involvement (51.7%), and multilobar lesions (61.7%). Glycemic control level was substantially associated with lung lesion size ($p < 0.001$) and lower zone/lower lobe involvement ($p < 0.001$). Furthermore, there was a significant correlation between BMI category and lung lesion size ($p = 0.002$) and lower zone/lower lobe involvement ($p = 0.010$). Age and gender did not significantly correlate with either radiological result ($p > 0.05$). Conclusion: Chest radiographic features were associated with BMI category and glucose control level in atypical pulmonary TB patients with type 2 diabetes, but not with age or gender.

Keywords: Atypical Pulmonary Tuberculosis, Type 2 Diabetes Mellitus, Chest Radiography, Glycemic Control, Body Mass Index.

ABSTRAK

Akibat terganggunya respons imunologis yang disebabkan oleh hiperglikemia, diabetes melitus tipe 2 (DM) mengganggu manifestasi radiologis dan meningkatkan risiko tuberkulosis paru (TB). Pasien dengan diabetes tipe 2 yang menderita TB paru atipikal sering menunjukkan keterlibatan zona bawah/lobus

bawah dan lesi yang lebih luas pada radiografi dada. Meskipun saat ini masih sedikit bukti di Indonesia, diyakini bahwa indeks massa tubuh (BMI) memengaruhi gambaran radiologis selain kontrol glikemik. Studi ini meneliti gambaran radiografi dada pada pasien dengan tuberkulosis paru atipikal dan diabetes tipe 2 di Rumah Sakit Umum Royal Prima Medan berdasarkan indeks massa tubuh dan status kontrol glikemik mereka. Metode Penelitian: Studi observasional analitik dengan desain retrospektif cross-sectional ini menganalisis rekam medis 120 pasien tuberkulosis paru atipikal dengan diabetes tipe 2 yang menerima perawatan di Rumah Sakit Umum Royal Prima Medan antara Januari 2024 dan Desember 2025. Sampel dipilih menggunakan strategi pengambilan sampel komprehensif. Untuk analisis data univariat dan bivariat, digunakan Uji Eksak Fisher, uji Chi-square, dan uji t Sampel Independen, dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Hasil: Sebagian besar pasien memiliki kontrol glikemik yang tidak terkontrol (58,3%), keterlibatan zona bawah/lobus bawah (51,7%), dan lesi multilobar (61,7%). Tingkat kontrol glikemik secara substansial terkait dengan ukuran lesi paru ($p < 0,001$) dan keterlibatan zona bawah/lobus bawah ($p < 0,001$). Selanjutnya, terdapat korelasi signifikan antara kategori BMI dan ukuran lesi paru ($p = 0,002$) dan keterlibatan zona bawah/lobus bawah ($p = 0,010$). Usia dan jenis kelamin tidak berkorelasi signifikan dengan hasil radiologis ($p > 0,05$). Kesimpulan: Gambaran radiografi dada berhubungan dengan kategori BMI dan tingkat kontrol glukosa pada pasien TB paru atipikal dengan diabetes tipe 2, tetapi tidak dengan usia atau jenis kelamin.

Kata Kunci: TB Paru Atipikal, Diabetes Melitus Tipe 2, Radiologi Toraks, Kontrol Glikemik, Indeks Massa Tubuh.

PENDAHULUAN

Tuberkulosis paru (TB), yang sebagian besar menyerang paru-paru tetapi dapat menyebar ke organ lain melalui jalur limfohematogen, disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. (Pan & Liu, 2023). Dalam praktik klinis, foto toraks (radiografi dada) masih menjadi pemeriksaan awal yang penting pada pasien dengan kecurigaan TB karena membantu menilai keterlibatan paru dan pemantauan selama terapi (Morbée & Gosselin, 2024). Diabetes melitus (DM) dan faktor risiko metabolik lainnya berdampak pada tuberkulosis (TB), yang masih merupakan masalah kesehatan masyarakat global utama dengan angka kematian yang tinggi. (WHO, 2024).

Diabetes melitus tipe 2 (DM) yang menyertai penyakit ini dikaitkan dengan peningkatan kejadian tuberkulosis (TB) dan hasil

yang lebih buruk. Hiperglikemia dapat memengaruhi respons imun bawaan dan adaptif, meningkatkan kerentanan seseorang terhadap TB dan mempercepat perkembangan penyakit. (Khalil & Hossain, 2025). Dari sisi radiologi, DM juga dikaitkan dengan manifestasi yang lebih luas dan lebih berat pada foto toraks (Zhan et al., 2022). Studi berbasis computer-aided detection (CAD) menunjukkan pasien TB dengan DM cenderung memiliki kelainan radiologis yang lebih menyeluruh dan lebih sering memperlihatkan kavitas di area yang lebih rendah, termasuk zona tengah dan bawah paru, dibandingkan pasien tanpa DM (Geric et al., 2023).

Tingkat kontrol glikemik juga dapat memengaruhi variasi temuan radiologis. Glukosa darah puasa (GDP) merupakan pengukuran glukosa pada satu waktu setelah

puasa minimal 8 jam, sehingga terutama mencerminkan keadaan glikemik saat pemeriksaan dan bukan rerata glukosa jangka panjang. Dalam penelitian berbasis rekam medis, penggunaan nilai GDP terakhir yang terdokumentasi dalam rentang 6-12 bulan sebelum atau pada saat pemeriksaan foto toraks dipilih untuk menjaga kedekatan temporal antara status glikemik dan gambaran radiologis. Target GDP preprandial bagi sebagian besar orang dewasa dengan diabetes adalah 80-130 mg/dL, dengan tetap mempertimbangkan individualisasi target (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2025). Penelitian Ren et al. (2022) menunjukkan bahwa kadar glukosa darah puasa yang lebih tinggi berkaitan dengan skor CT tuberkulosis yang lebih berat pada pasien TB-DM.

Selain kontrol glikemik, status metabolik yang diwakili oleh IMT juga diduga memengaruhi variasi manifestasi radiologi melalui perubahan respons imun dan inflamasi kronis, IMT rendah pada pasien TB dengan DM dilaporkan berhubungan dengan luaran pengobatan yang lebih buruk, sehingga status antropometrik perlu dipertimbangkan dalam stratifikasi klinis (Veeken et al., 2025). Temuan lokal di RSUD Royal Prima Medan juga menunjukkan hubungan status gizi berbasis IMT dengan derajat lesi foto toraks pada pasien TB dengan DM tipe 2 (Cahyadi et al., 2024).

TB paru pada pasien DM tipe 2 dapat menimbulkan tantangan diagnostik karena sebagian pasien memperlihatkan pola yang kurang khas pada foto toraks, sehingga berisiko menimbulkan kesalahan penilaian awal. Variasi ini diduga dipengaruhi oleh kontrol glikemik (GDP) dan status gizi (IMT), namun pemetaan keduanya terhadap gambaran radiologi di RSUD Royal

Prima Medan masih terbatas. Dalam penelitian ini, "TB paru atipikal" didefinisikan secara operasional sebagai keterlibatan zona bawah atau lobus bawah pada foto toraks karena pola ini dapat menyerupai pneumonia dan menyulitkan interpretasi awal (Kuruva et al., 2021). Selain lokasi lesi, penelitian juga menilai luas keterlibatan paru yang dioperasionalkan sebagai unilobar atau multilobar untuk menggambarkan derajat atau ekstensitas lesi secara lebih objektif (Zhan et al., 2022).

Gambaran TB yang melibatkan zona bawah/lobus bawah sering menyerupai pneumonia sehingga berisiko terjadi keterlambatan diagnosis. Namun, bukti lokal yang menjelaskan apakah (GDP) tidak terkontrol dan kategori IMT berhubungan dengan kecenderungan keterlibatan lobus bawah serta luas lesi pada foto toraks pasien TB-DM tipe 2 masih minim, sehingga diperlukan penelitian untuk memperkuat dasar interpretasi radiologi di RSUD Royal Prima Medan.

Berdasarkan uraian tersebut, kontrol glikemik dan status nutrisi yang tercermin melalui indeks massa tubuh diduga memiliki peranan dalam memengaruhi karakteristik radiologi toraks pada pasien TB paru dengan DM tipe 2. Namun, penelitian yang mengevaluasi hubungan faktor metabolik tersebut terhadap gambaran radiologi TB paru atipikal di Indonesia masih terbatas. Pertanyaan penelitian dalam studi ini adalah apakah terdapat hubungan antara status kontrol glikemik dan indeks massa tubuh dengan gambaran radiologi toraks pada pasien TB paru atipikal dengan diabetes melitus tipe 2 di RSUD Royal Prima Medan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran radiologi toraks pada pasien TB paru atipikal dengan diabetes melitus tipe 2

berdasarkan status kontrol glikemik dan indeks massa tubuh serta menganalisis hubungan kedua faktor tersebut terhadap karakteristik radiologi toraks di RSU Royal Prima Medan.

KAJIAN PUSTAKA Tuberkulosis (TB)

Tuberkulosis (TB), yang sebagian besar menyerang paru-paru tetapi juga dapat menyerang organ lain, disebabkan oleh penyakit menular *Mycobacterium tuberculosis* (WHO, 2025; Kementerian Kesehatan Indonesia, 2022). Tetesan air liur dilepaskan ketika orang yang terinfeksi batuk, bersin, atau berbicara, dan tetesan ini dapat menyebarkan infeksi, terutama di area dengan ventilasi yang buruk. (CDC, 2025; Mar'iyah & Zulkarnain, 2021).

Setelah terhirup, bakteri difagositosis oleh makrofag dan memicu pembentukan granuloma. Apabila sistem imun gagal mengendalikan infeksi, terjadi nekrosis kaseosa, pembentukan kavitas, serta penyebaran bakteri ke saluran napas sehingga meningkatkan risiko penularan (Alsayed et al., 2023; Tobin, 2024). Faktor yang meningkatkan risiko TB aktif meliputi HIV, diabetes melitus, penggunaan immunosupresan, dan gangguan sistem imun (WHO, 2025; ISTC, 2022).

Secara klinis, TB umumnya ditandai batuk kronis, demam, penurunan berat badan, keringat malam, dan hemoptisis, namun sebagian pasien dapat bersifat subklinis atau asimtomatik sehingga diagnosis sering terlambat (WHO, 2025; CDC, 2025).

TB paru atipikal merupakan bentuk TB dengan manifestasi radiologis yang tidak khas sehingga sering menyerupai pneumonia, keganasan paru, atau penyakit

interstisial. Pasien dengan diabetes melitus, yang menunjukkan keterlibatan lobus bawah dan paru-paru multilobus, alih-alih pola tradisional di apeks, lebih cenderung menunjukkan pola ini. (Rea et al., 2021; Zhan et al., 2022; Pattamapaspong et al., 2024).

Pencitraan dada, pengujian mikrobiologis, dan gejala klinis digunakan untuk mendiagnosis tuberkulosis. Tata laksana utama menggunakan terapi kombinasi obat antituberkulosis selama 4-6 bulan sesuai pedoman WHO dengan mempertimbangkan kondisi komorbid, termasuk diabetes melitus (WHO, 2022; WHO, 2024).

DM Tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 adalah kondisi metabolik kronis yang ditandai dengan hiperglikemia yang disebabkan oleh resistensi insulin dan hilangnya fungsi sel β pankreas secara progresif (Komite Praktik Profesional ADA, 2025). Faktor genetik, obesitas, pola makan yang buruk, dan kurangnya aktivitas fisik semuanya berdampak pada penyakit ini. (PERKENI, 2024).

DM tipe 2 merupakan jenis diabetes terbanyak di dunia. International Diabetes Federation (2025) memperkirakan terdapat sekitar 589 juta penyandang diabetes pada tahun 2024, sedangkan di Indonesia mencapai sekitar 20,4 juta orang dewasa.

Patogenesis DM tipe 2 melibatkan resistensi insulin, inflamasi kronis, stres oksidatif, dan disfungsi sel β yang menyebabkan hiperglikemia persisten (Schwartz et al., 2025; Zhao et al., 2022). Manifestasi klinis meliputi poliuria, polidipsia, polifagia, penurunan berat badan, mudah lelah, hingga komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular (PERKENI, 2024; ADA, 2025).

Diagnosis ditegakkan melalui pemeriksaan glukosa darah atau HbA1c. Penatalaksanaan mencakup modifikasi gaya hidup, edukasi, serta terapi farmakologis yang disesuaikan dengan kondisi pasien. Metformin tetap menjadi terapi lini pertama pada sebagian besar pasien (Davies et al., 2022; ADA, 2025).

Status Kontrol Glikemik (Glukosa Darah Puasa/GDP)

Kadar glukosa darah puasa (FBS) adalah kadar glukosa darah yang diuji setelah minimal 8 jam berpuasa dan digunakan untuk memantau pengelolaan glikemik jangka pendek (ADA, 2025). Menurut pedoman ADA dan PERKENI, status kontrol glikemik diklasifikasikan sebagai terkontrol (80-130 mg/dL) dan tidak terkontrol (>130 mg/dL) dalam penelitian ini (ADA, 2025; PERKENI, 2024)..

Nilai GDP dapat dipengaruhi oleh kepatuhan puasa, infeksi, stres, *penggunaan* kortikosteroid, serta gangguan fungsi hati dan ginjal (Chauhan & Shafiq, 2022). Pada pasien TB-DM, hiperglikemia berhubungan dengan gangguan respons imun sehingga meningkatkan luas lesi paru dan keterlibatan lobus bawah, menjadikan GDP sebagai parameter penting dalam penelitian radiologi TB (Ren et al., 2022; Zhan et al., 2022).

Indeks Massa Tubuh (IMT)

Berat badan (kg) dibagi dengan kuadrat tinggi badan (m²) menghasilkan Indeks Massa Tubuh (BMI), suatu ukuran antropometrik yang digunakan untuk mengevaluasi kesehatan gizi. (Nuttall, 2024). Pada populasi Asia, klasifikasi WHO Asia-Pacific lebih sesuai digunakan karena memiliki batas risiko metabolik yang lebih rendah dibanding klasifikasi global (Gao et al., 2023; Putri et al., 2024).

Pada pasien TB dengan DM tipe 2, IMT berhubungan dengan perubahan metabolik, resistensi insulin, dan respons imun. Obesitas dapat meningkatkan inflamasi kronis sehingga berkontribusi terhadap keterlibatan paru yang lebih luas, termasuk lesi multilobar dan lobus bawah (Rajamanickam et al., 2023; Yang et al., 2023).

Dalam penelitian ini, IMT digunakan sebagai variabel independen untuk mengevaluasi hubungannya dengan gambaran radiologi toraks pada pasien TB paru atipikal dengan DM tipe 2, khususnya keterlibatan lower zone dan luas lesi paru (Geraghty et al., 2024; WHO, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis gambaran foto toraks pada pasien TB paru atipikal dengan diabetes melitus tipe 2 berdasarkan status kontrol glikemik dan indeks massa tubuh (IMT) sebagai dasar dalam meningkatkan ketepatan interpretasi foto toraks di RSU Royal Prima Medan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat cross-sectional, kuantitatif, deskriptif, dan observasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan karakteristik radiografi dada individu dengan TB paru atipikal dan diabetes melitus tipe 2 berdasarkan status kontrol glikemik dan indeks massa tubuh (BMI). Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Royal Prima Medan menggunakan rekam medis pasien yang menjalani rontgen dada antara Januari 2024 dan Desember 2025. Periode pengumpulan dan analisis data adalah Januari hingga April 2026.

Populasi penelitian terdiri dari seluruh pasien yang didiagnosis menderita TB paru atipikal dan diabetes melitus tipe 2 di Rumah

Sakit Royal Prima Medan selama periode penelitian. Semua rekam medis yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dimasukkan dalam sampel penelitian karena ukuran sampel ditetapkan menggunakan metode pengambilan sampel lengkap.

Kriteria inklusi meliputi pasien berusia ≥ 18 tahun dengan diagnosis TB paru atipikal yang telah terkonfirmasi, memiliki diagnosis diabetes melitus tipe 2, tersedia hasil foto toraks, data glukosa darah puasa (GDP) yang diperiksa dalam rentang 6-12 bulan sebelum atau pada saat pemeriksaan foto toraks, serta data tinggi badan dan berat badan yang lengkap untuk perhitungan IMT. Kriteria eksklusi meliputi rekam medis yang tidak lengkap, foto toraks dengan kualitas yang tidak memadai untuk interpretasi, pasien dengan riwayat penyakit paru lain yang dapat mengganggu interpretasi radiologi (seperti keganasan paru atau fibrosis luas), serta pasien dengan tuberkulosis ekstraparu tanpa keterlibatan paru. Instrumen penelitian terdiri atas:

1. Lembar pengumpulan data rekam medis, yang digunakan untuk memperoleh karakteristik pasien meliputi usia, jenis kelamin, diagnosis TB paru atipikal, diagnosis diabetes melitus tipe 2, nilai glukosa darah puasa (GDP), tinggi badan, berat badan, dan hasil interpretasi radiologi toraks.
2. Foto toraks (*chest X-ray*) yang diinterpretasikan berdasarkan hasil gambaran radiologis TB paru atipikal, meliputi lokasi lesi, distribusi zona paru, keterlibatan lobus bawah (*lower lung field*), luas lesi, kavitas, infiltrat, konsolidasi, nodul, efusi pleura, dan

temuan radiologis lain sesuai kriteria penelitian.

3. Lembar klasifikasi status kontrol glikemik, yaitu GDP terkontrol (80-130 mg/dL) dan tidak terkontrol (>130 mg/dL) berdasarkan rekomendasi American Diabetes Association (ADA) 2025.
4. Lembar klasifikasi indeks massa tubuh (IMT) berdasarkan kriteria WHO Asia-Pacific, yaitu *underweight*, *normal*, *overweight*, obesitas I, dan obesitas II.

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran rekam medis pasien yang memenuhi kriteria penelitian. Selanjutnya dilakukan pencatatan karakteristik responden, hasil pemeriksaan GDP, penghitungan IMT berdasarkan data tinggi dan berat badan, serta pencatatan hasil interpretasi foto toraks menggunakan lembar pengumpulan data yang telah disiapkan.

Penelitian ini telah *memperoleh* izin penelitian dari Rumah Sakit Royal Prima Medan dan persetujuan etika dari Komisi Etika Penelitian Kesehatan Universitas Prima Indonesia sebelum proses pengumpulan data. Program statistik digunakan untuk menganalisis data. Distribusi rontgen dada, kategori BMI, status kontrol glikemik, dan karakteristik responden semuanya dijelaskan menggunakan analisis univariat. Data kategorikal ditampilkan sebagai frekuensi dan persentase, sedangkan data numerik ditampilkan sebagai rata-rata jika terdistribusi normal atau median jika tidak. Karena sifat deskriptif penelitian ini, temuan analisis ditampilkan sebagai distribusi rontgen dada menurut kategori indeks massa tubuh dan

status kontrol glikemik tanpa pengujian hipotesis inferensial.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden

Variabel	Ukuran/Kategori	Hasil
Usia, tahun	Mean $\pm$ SD	49,10 $\pm$ 11,25
GDP, mg/dL	Median (min-maks)	137 (95,4-223,2)
IMT, kg/m ²	Mean $\pm$ SD	24,21 $\pm$ 4,86
Jenis kelamin	n (%)	
Laki-laki	73	60,8
Perempuan	47	39,2
Status kontrol glikemik	n (%)	
Terkontrol	50	41,7
Tidak terkontrol	70	58,3
Kategori IMT Asia-Pasifik	n (%)	
Underweight	15	12,5
Normal	36	30,0
Overweight	22	18,3
Obes I	32	26,7
Obes II	15	12,5

Sebagian besar pasien berjenis kelamin laki-laki, yaitu 73 pasien (60,8%). Berdasarkan status kontrol glikemik, sebagian besar pasien termasuk tidak terkontrol, yaitu 70

pasien (58,3%). Berdasarkan kategori IMT Asia-Pasifik, kelompok terbanyak adalah IMT normal sebanyak 36 pasien (30,0%), diikuti obes I sebanyak 32 pasien (26,7%).

Table 2. Distribusi *Outcome Radiologis*

Keterlibatan Lower Zone / Lobus Bawah	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Tidak	58	48,3
Ya	62	51,7
Luas Lesi Paru	n	%
Unilobar	46	38,3
Multilobar	74	61,7

Berdasarkan Tabel 2, keterlibatan lower zone/lobus bawah ditemukan pada 62 pasien (51,7%), sedangkan 58 pasien (48,3%) tidak menunjukkan keterlibatan lower zone/lobus bawah. Pada

penilaian luas lesi paru, sebagian besar pasien memiliki lesi multilobar sebanyak 74 pasien (61,7%), sedangkan lesi unilobar ditemukan pada 46 pasien (38,3%).

Table 3. Hubungan Variabel Operasional dengan Keterlibatan Lower Zone / Lobus Bawah

Variabel	Tidak n (%)	Ya n (%)	pValue
Usia, mean $\pm$ SD	49,86 $\pm$ 11,46	48,39 $\pm$ 11,09	0,475
Jenis kelamin			0,521
Laki-laki	37 (50,7)	36 (49,3)	
Perempuan	21 (44,7)	26 (55,3)	
Status kontrol glikemik			<0,001
Terkontrol	38 (76,0)	12 (24,0)	
Tidak terkontrol	20 (28,6)	50 (71,4)	
Kategori IMT Asia-Pasifik			0,010
Underweight	7 (46,7)	8 (53,3)	
Normal	25 (69,4)	11 (30,6)	
Overweight	12 (54,5)	10 (45,5)	
Obes I	10 (31,3)	22 (68,8)	
Obes II	4 (26,7)	11 (73,3)	

Berdasarkan Tabel 3, rerata usia pasien tanpa keterlibatan lower zone/lobus bawah adalah 49,86 $\pm$ 11,46 tahun, sedangkan rerata usia pasien dengan keterlibatan lower zone/lobus bawah adalah 48,39 $\pm$ 11,09 tahun. Hasil uji Independent Samples T-Test menunjukkan p = 0,475, sehingga tidak terdapat perbedaan usia yang bermakna berdasarkan keterlibatan lower zone/lobus bawah. Jenis kelamin juga tidak memiliki hubungan bermakna dengan keterlibatan lower zone/lobus bawah. Keterlibatan lower zone/lobus bawah ditemukan pada 36 pasien laki-laki (49,3%) dan 26 pasien perempuan (55,3%), dengan p = 0,521.

Status kontrol glikemik memiliki hubungan bermakna

dengan keterlibatan lower zone/lobus bawah. Pada pasien dengan glikemik terkontrol, keterlibatan lower zone/lobus bawah ditemukan pada 12 pasien (24,0%). Pada pasien dengan glikemik tidak terkontrol, keterlibatan lower zone/lobus bawah ditemukan pada 50 pasien (71,4%). Hasil uji Chi-Square menunjukkan p < 0,001. Kategori IMT Asia-Pasifik juga memiliki hubungan bermakna dengan keterlibatan lower zone/lobus bawah, dengan p = 0,010. Proporsi keterlibatan lower zone/lobus bawah lebih tinggi pada kelompok obes I sebanyak 22 pasien (68,8%) dan obes II sebanyak 11 pasien (73,3%).

Table 4. Hubungan Variabel Operasional dengan Luas Lesi Paru

Variabel	Unilobar n (%)	Multilobar n (%)	pValue
Usia, mean $\pm$ SD	49,11 $\pm$ 10,93	49,09 $\pm$ 11,51	0,995
Jenis kelamin			0,705
Laki-laki	27 (37,0)	46 (63,0)	
Perempuan	19 (40,4)	28 (59,6)	

Status kontrol glikemik		<0,001
Terkontrol	37 (74,0)	13 (26,0)
Tidak terkontrol	9 (12,9)	61 (87,1)
Kategori IMT Asia-Pasifik		0,002
Underweight	5 (33,3)	10 (66,7)
Normal	23 (63,9)	13 (36,1)
Overweight	7 (31,8)	15 (68,2)
Obes I	10 (31,3)	22 (68,8)
Obes II	1 (6,7)	14 (93,3)

Berdasarkan Tabel 4, rerata usia pasien dengan lesi unilobar adalah $49,11 \pm 10,93$ tahun, sedangkan rerata usia pasien dengan lesi multilobar adalah $49,09 \pm 11,51$ tahun. Hasil uji Independent Samples T-Test menunjukkan $p = 0,995$, sehingga tidak terdapat perbedaan usia yang bermakna berdasarkan luas lesi paru. Jenis kelamin tidak memiliki hubungan bermakna dengan luas lesi paru. Lesi multilobar ditemukan pada 46 pasien laki-laki (63,0%) dan 28 pasien perempuan (59,6%), dengan $p = 0,705$. Status kontrol glikemik memiliki hubungan bermakna

dengan luas lesi paru. Pada kelompok glikemik terkontrol, lesi multilobar ditemukan pada 13 pasien (26,0%). Pada kelompok glikemik tidak terkontrol, lesi multilobar ditemukan pada 61 pasien (87,1%). Hasil uji Chi-Square menunjukkan $p < 0,001$. Kategori IMT Asia-Pasifik juga memiliki hubungan bermakna dengan luas lesi paru, dengan $p = 0,002$. Proporsi lesi multilobar paling tinggi ditemukan pada kelompok obes II sebanyak 14 pasien (93,3%), diikuti obes I sebanyak 22 pasien (68,8%), overweight sebanyak 15 pasien (68,2%), dan underweight sebanyak 10 pasien (66,7%).

Table 5. Ringkasan Hasil Analisis Bivariat

Variabel	Keterlibatan Lower Zone/Lobus Bawah	Luas Lesi Paru
Usia	$P = 0,475$ (Tidak bermakna)	$P = 0,995$ (Tidak bermakna)
Jenis Kelamin	$P = 0,521$ (Tidak bermakna)	$P = 0,705$ (Tidak bermakna)
Status Kontrol Glikemik	$P < 0,001$ (Bermakna)	$P < 0,001$ (Bermakna)
Kategori IMT Asia-Pasifik	$P = 0,010$ (Bermakna)	$P = 0,002$ (Bermakna)

Hasil ini menunjukkan bahwa *kondisi* metabolik dan status antropometri memiliki keterkaitan dengan pola keterlibatan radiologis pada pasien TB paru atipikal dengan komorbid DM tipe 2. Pasien dengan kontrol glikemik tidak terkontrol lebih sering menunjukkan

keterlibatan lower zone/lobus bawah dan lesi multilobar. Selain itu, peningkatan kategori IMT terutama obes I dan obes II cenderung berkaitan dengan proporsi keterlibatan lower zone/lobus bawah dan lesi multilobar yang lebih tinggi.

PEMBAHASAN

Sebanyak 120 individu dengan diabetes melitus tipe 2 (DM) yang menderita tuberkulosis paru atipikal berpartisipasi dalam penelitian ini. Mayoritas responden (60,8%) memiliki lesi paru multilobar, kontrol glikemik yang tidak terkontrol, dan berjenis kelamin laki-laki. Temuan ini mendukung konsep bahwa DM meningkatkan risiko TB aktif serta memperberat manifestasi klinis dan radiologis melalui gangguan sistem imun (Krishna & Jacob, 2021).

Distribusi pasien didominasi laki-laki dengan rerata usia 49,10 tahun, sejalan dengan penelitian Zhan et al. (2022) dan Idwar et al. (2025). Namun, baik tingkat lesi paru-paru maupun keterlibatan zona bawah/lobus bawah tidak berkorelasi secara signifikan dengan usia atau jenis kelamin dalam penelitian ini.

Status kontrol glikemik merupakan faktor yang paling berhubungan dengan gambaran radiologis. Pasien dengan glukosa darah puasa (GDP) tidak terkontrol memiliki proporsi keterlibatan lower zone/lobus bawah sebesar 71,4% dibandingkan 24,0% pada kelompok terkontrol ($p < 0,001$). Selain itu, lesi multilobar ditemukan pada 87,1% pasien dengan GDP tidak terkontrol, jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok terkontrol (26,0%; $p < 0,001$). Hiperglikemia diduga mengganggu fungsi neutrofil dan makrofag sehingga meningkatkan beban bakteri dan memperluas kerusakan jaringan paru. Temuan ini konsisten dengan penelitian Ren et al. (2022) dan Galib et al. (2025), meskipun penelitian ini menggunakan GDP sebagai indikator kontrol glikemik.

Indeks Massa Tubuh (IMT) juga menunjukkan hubungan bermakna dengan gambaran radiologis. Keterlibatan lower zone/lobus

bawah paling banyak ditemukan pada kelompok obesitas II (73,3%) dan obesitas I (68,8%) ($p = 0,010$). Demikian pula, lesi multilobar lebih sering dijumpai pada kelompok obesitas dibandingkan IMT normal. Hasil ini menunjukkan bahwa status metabolik dan obesitas dapat memperburuk manifestasi TB melalui resistensi insulin dan inflamasi kronis, sejalan dengan penelitian Skowronski et al. (2022), Min et al. (2023), dan Khalil et al. (2025).

Sebaliknya, jenis kelamin dan usia tidak menunjukkan hubungan yang bermakna terhadap distribusi maupun luas lesi paru. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor metabolik, terutama kontrol glikemik dan IMT, lebih berperan dibandingkan karakteristik demografi dalam menentukan pola radiologis TB-DM.

Secara keseluruhan, sebanyak 51,7% pasien mengalami keterlibatan lower zone/lobus bawah dan 61,7% memiliki lesi multilobar. Hasil ini mendukung penelitian Yang et al. (2023) dan Dev et al. (2025) yang melaporkan bahwa pasien TB dengan DM cenderung memiliki gambaran radiologis yang lebih luas dan atipikal dibandingkan pasien tanpa DM.

Implikasi klinis penelitian ini adalah perlunya perhatian khusus pada pasien TB paru atipikal dengan DM tipe 2 yang memiliki kontrol glikemik buruk dan IMT di luar kategori normal, karena kelompok ini lebih berisiko mengalami keterlibatan paru yang luas. Oleh karena itu, evaluasi radiologi perlu dipadukan dengan pemantauan kontrol glikemik dan status gizi untuk mendukung diagnosis dan penatalaksanaan yang lebih optimal.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena menggunakan desain retrospektif berbasis rekam

medis, sehingga hubungan kausal tidak dapat dipastikan. Selain itu, faktor seperti lama DM, kepatuhan terapi, riwayat merokok, dan status bakteriologis belum dianalisis secara menyeluruh. Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa status kontrol glikemik dan kategori IMT Asia-Pasifik berhubungan dengan pola radiologis TB paru atipikal pada pasien DM tipe 2, sedangkan usia dan jenis kelamin tidak menunjukkan hubungan yang bermakna (Ren et al., 2022; Yang et al., 2023; Zhan et al., 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 120 pasien TB paru atipikal dengan komorbid diabetes melitus tipe 2 di RSUD Royal Prima, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar pasien berjenis kelamin laki-laki, berusia rata-rata 49,10 tahun, memiliki status kontrol glikemik yang tidak terkontrol, serta memiliki IMT normal berdasarkan klasifikasi Asia-Pasifik. Gambaran radiologis menunjukkan bahwa lebih dari separuh pasien mengalami keterlibatan lower zone/lobus bawah, sedangkan mayoritas pasien memiliki lesi multilobar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa usia dan jenis kelamin tidak berhubungan secara bermakna dengan keterlibatan lower zone/lobus bawah maupun luas lesi paru. Sebaliknya, status kontrol glikemik memiliki hubungan yang bermakna dengan gambaran radiologis, di mana pasien dengan kontrol glikemik tidak terkontrol lebih sering mengalami lesi multilobar. Selain itu, kategori IMT Asia-Pasifik juga berhubungan signifikan dengan keterlibatan lower zone/lobus bawah dan luas lesi paru, dengan proporsi lesi yang lebih luas dan distribusi ke lobus bawah lebih

banyak ditemukan pada kelompok overweight, obes I, dan obes II.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pada pasien diabetes melitus tipe 2 dengan tuberkulosis paru atipikal, tingkat kontrol glikemik dan BMI merupakan karakteristik klinis yang terkait dengan kelainan radiografi dada, meskipun usia dan jenis kelamin tidak berkorelasi secara signifikan. Untuk meningkatkan diagnosis dini dan interpretasi data radiologi yang lebih akurat, temuan kami menyoroti pentingnya pemantauan kontrol glikemik dan status gizi sebagai bagian dari perawatan pasien TB-DM.

SARAN

Pasien dengan tuberkulosis paru atipikal dan diabetes melitus tipe 2, terutama pasien dengan kontrol glikemik tidak terkontrol dan status indeks massa tubuh (IMT) tidak dalam kategori normal, perlu mendapatkan perhatian lebih dari tenaga kesehatan. Evaluasi radiologi toraks secara menyeluruh, pemantauan kadar glukosa darah secara berkala, serta penilaian status gizi perlu dilakukan sebagai bagian dari upaya deteksi dini terhadap progresivitas penyakit dan optimalisasi tata laksana pasien.

Rumah sakit diharapkan dapat meningkatkan kualitas sistem pencatatan rekam medis pasien TB paru dengan diabetes melitus tipe 2 melalui dokumentasi yang lebih lengkap, sistematis, dan terstandar. Data klinis seperti kadar glukosa darah puasa, nilai HbA1c, berat badan, tinggi badan, kategori IMT, riwayat penyakit diabetes, kepatuhan pengobatan, serta karakteristik radiologi toraks (lokasi dan luas lesi) perlu dicatat secara konsisten untuk mendukung pengambilan keputusan klinis maupun penelitian selanjutnya.

Bagi pasien TB paru dengan diabetes melitus tipe 2, diperlukan upaya mempertahankan kontrol glikemik melalui kepatuhan terhadap terapi antidiabetes dan obat antituberkulosis, penerapan pola makan sehat, pengelolaan berat badan, serta pemeriksaan rutin sesuai anjuran tenaga kesehatan. Pengendalian faktor metabolik tersebut diharapkan dapat membantu mengurangi risiko perburukan penyakit, memperbaiki respons terapi, serta menurunkan kemungkinan terjadinya komplikasi.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain penelitian prospektif atau kohort dengan jumlah sampel yang lebih besar dan periode pengamatan yang lebih panjang untuk mengevaluasi perubahan gambaran radiologi toraks selama perjalanan penyakit dan terapi. Penelitian mendatang juga perlu mempertimbangkan variabel lain yang berpotensi memengaruhi manifestasi radiologis TB paru pada pasien diabetes melitus tipe 2, seperti kadar HbA1c sebagai indikator kontrol glikemik jangka panjang, lama menderita diabetes, kepatuhan pengobatan, riwayat merokok, status bakteriologis, komplikasi diabetes, serta penggunaan pemeriksaan pencitraan yang lebih sensitif seperti CT scan toraks. Selain itu, penelitian komparatif antara pasien TB paru dengan dan tanpa diabetes melitus juga diperlukan untuk memperjelas pengaruh diabetes terhadap karakteristik radiologi TB paru..

DAFTAR PUSTAKA

- Alsayed, S. S. R., & Gunosewoyo, H. (2023). Tuberculosis: Pathogenesis, current treatment regimens and new drug targets. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5202. <https://doi.org/10.3390/ijms24065202>
- Cahyadi, A. (2024). [Skripsi/penelitian lokal] Hubungan status gizi (IMT) dengan derajat lesi radiografi toraks pada pasien TB-DM tipe 2 terkontrol di RSU Royal Prima Medan.
- Dev C.A.K., Koshy M., Titus D.J., Haritha S., John S.E. (2025). Spectrum of CT Chest Findings in Diabetic Patients with Pulmonary Tuberculosis and the Influence of Glycaemic Control. *International Journal of Academic Medicine and Pharmacy*, 7(3), 647-651.
- Geric, C., Breuninger, M., Jamrozik, E., et al. (2023). Artificial intelligence-reported chest X-ray findings of pulmonary tuberculosis and comorbid diabetes. *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases*, 32, 100367. <https://doi.org/10.1016/j.jctube.2023.100367>
- Fatihah, et al. (2025). Comparing Chest Radiograph Lesion Areas in Pulmonary Tuberculosis Patients with and without Diabetes Mellitus: A 2023 Study at Waled Hospital, Cirebon, Indonesia. *Global Health Management Journal*, 8(2).
- Harahap, B. M. P., & Syafina, I. (2024). Hubungan antara kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus dengan gambaran radiologis tuberkulosis paru di RSUP Haji Adam Malik Medan. *Jurnal Implementa Husada*, 5(2).
- Jung, K.-H., Lee, J. H., Lee, C. T., et al. (2023). The effect of diabetes control status on CT findings in pulmonary tuberculosis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(14),

4725.
<https://doi.org/10.3390/jcm12144725>
- Jung, M. K., Lee, S. Y., Ko, J. M., & Im, S.-A. (2023). The effect of diabetes control status on CT findings in pulmonary tuberculosis: Emphasis on bronchial erosive changes. *Journal of Clinical Medicine*, 12(14), 4725.
<https://doi.org/10.3390/jcm12144725>
- Kacprzak, A., Górska, A., Czerwińska, J., et al. (2022). Atypical pulmonary tuberculosis as the first manifestation of advanced HIV disease—Diagnostic difficulties. *Diagnostics*, 12(8), 1886.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics12081886>
- Khalil, I., & Hossain, M. I. (2025). Tuberculosis and diabetes mellitus: A narrative review on the growing syndemic in low- and middle-income countries. *Discover Public Health*, 22, 400.
<https://doi.org/10.1186/s12982-025-00785-2>
- Kuruva, P., Kandi, S. R., & Kandi, S. (2021). Clinico-radiological profile and treatment outcome of pulmonary tuberculosis with and without type 2 diabetes mellitus. *Indian Journal of Tuberculosis*, 68(2), 249-254.
<https://doi.org/10.1016/j.ijtb.2020.09.020>
- Ismalinda, Ismalinda, Fitri, R. P., & Syafriani, S. (2024). Faktor Yang Mempengaruhi Risiko Kejadian Stunting Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Rejosari Pekanbaru Tahun 2022. *Science: Indonesian Journal of Science*, 1(1), 30-38.
<https://doi.org/10.31004/SCIENCE.V1I1.8>
- Min, J., Kim, J. S., Kim, H. W., Ko, Y., Oh, J. Y., Jeong, Y. J., et al. (2023). Effects of underweight and overweight on mortality in patients with pulmonary tuberculosis. *Frontiers in Public Health*, 11, 1236099.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1236099>
- Morbée, D., & Gosselin, M. (2024). Imaging of pulmonary tuberculosis made easy. *Journal of the Belgian Society of Radiology*.
<https://doi.org/10.5334/jbsr.3778>
- Pattamapaspong, N., Kanthawang, T., Peh, W. C. G., Hammami, N., Bouaziz, M. C., & Ladeb, M. F. (2024). Imaging of thoracic tuberculosis: Pulmonary and extrapulmonary. *BJR Open*, 6(1), tzae031.
[doi:10.1093/bjro/tzae031](https://doi.org/10.1093/bjro/tzae031)
- Qi, M., Li, P.-J., Wang, Y., & Liang, Z.-A. (2021). Clinical features of atypical tuberculosis mimicking bacterial pneumonia. *Open Medicine*, 16(1), 1608-1615.
<https://doi.org/10.1515/med-2021-0349>
- Reddy, K. P. K. (2022). Diabetes among pulmonary tuberculosis cases—An impact of glycemic control on clinico-radiological profile. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 12(5), 703-706.
[doi:10.5455/njppp.2022.12.11395202103112021](https://doi.org/10.5455/njppp.2022.12.11395202103112021)
- Simsek Veske, N., Tural Onur, S., Abalı, H., Kara, K., Tokgöz Akyıl, F., Sökücü, S. N., & Gönenç Ortaköylü, M. (2023). Differentiating pulmonary tuberculosis from bacterial pneumonia: The role of inflammatory and other biomarkers. *Istanbul Medical Journal*, 24(3), 305-311.

- doi:10.4274/imj.galenos.2023.97254
- Veeken, T., et al. (2025). High rates of mortality during drug-resistant tuberculosis treatment among individuals with diabetes mellitus and low body mass index. *Open Forum Infectious Diseases*, 12(7), ofaf344.
- World Health Organization. (2024). *Global tuberculosis report* 2024. World Health Organization.
- Zhan, S., Juan, X., Ren, T., Wang, Y., Fu, L., Deng, G., & Zhang, P. (2022). Extensive radiological manifestation in patients with diabetes and pulmonary tuberculosis: A cross-sectional study. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 18, 595-602. <https://doi.org/10.2147/TCR.M.S363328>