

Perbandingan Gambaran Foto Toraks Antara Pasien Tuberkulosis dengan Diabetes Melitus dan Pasien Tuberkulosis tanpa Diabetes Melitus di RSUP H. Adam Malik Medan

Comparison of Chest X-ray Images Between Tuberculosis Patients with Diabetes Mellitus and Tuberculosis Patients without Diabetes Mellitus at H. Adam Malik General Hospital, Medan

Zikri Putra Lan Lubis^{1*}, Henny Maisara Sipahutar², Melati Silvanni Nasution³,
Evo Elidar Harahap⁴, Dedy Dwi Putra⁵, Taufik Ashar⁶

^{1,2,4,5} Departemen Ilmu Radiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara, Indonesia.

³ Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara, Indonesia.

⁶ Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara, Indonesia.

* Penulis Korespondensi: zikriputralanlbs@gmail.com

Article History:

Naskah Masuk: 15 September 2025;

Revisi: 30 September 2025;

Diterima: 26 Oktober 2025;

Terbit: 28 Oktober 2025.

Keywords: Chest X-ray; Diabetes Mellitus; Fibrosis; Infiltration; Tuberculosis.

Abstract. Diabetes mellitus (DM) and tuberculosis (TB) have a synergistic effect in worsening the disease severity and treatment outcomes. Chest radiography is the standard imaging modality for TB diagnosis, so identifying characteristic chest radiograph findings has the potential to accelerate early diagnosis and anticipate management in TB patients with and without DM. This study aimed to compare chest x-ray findings between tuberculosis patients with and without DM. This was a cross-sectional study of pulmonary TB patients who underwent posteroanterior (PA) chest x-ray at the Pulmonology Clinic of Haji Adam Malik General Hospital from January 2023 to June 2025. Data were obtained from patient medical records. Bivariate analysis used the chi-square test if the data were normally distributed, or the Fisher exact test if the data were not normally distributed. A p-value <0.05 was considered statistically significant. In TB patients with DM, 81.3% of patients had lesions in the upper lung fields, 65.3% had lesions in the middle lung fields, and 50.7% had lesions in the lower lung fields. The most dominant lesion characteristics were infiltrates (73.3%), fibrosis (42.7%), and consolidation (26.7%). In TB patients without DM, 36% of patients had lesions in the upper lung fields, 29.3% of patients had lesions in the middle lung fields, and 21.3% of patients had lesions in the lower lung fields. The most dominant lesion characteristics were infiltrates (44%), consolidation (25.3%), and fibrosis (18.7%). In TB patients with and without diabetes, the majority of patients had lesions in the upper lung fields, and infiltrates were the most dominant lesion.

Abstrak

Diabetes Melitus (DM) dan tuberkulosis (TB) memiliki efek yang sinergis dalam memperburuk keparahan dan hasil pengobatan pasien. Foto Toraks merupakan modalitas pencitraan standar untuk diagnosis TB, sehingga identifikasi karakteristik temuan foto toraks berpotensi untuk mempercepat diagnosis dini danantisipasi manajemen pada pasien TB dengan maupun tanpa DM. Studi ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan luas lesi foto thorax antara pasien tuberkulosis dengan diabetes melitus dan pasien tuberkulosis tanpa diabetes melitus. Studi ini adalah penelitian cross sectional pada pasien TB paru yang melakukan pemeriksaan Foto Toraks Postero Anterior (PA) di Poli Pulmonologi RSUP H. Adam dari Januari 2023 - Juni 2025. Data diperoleh dari rekam medis pasien. Analisis bivariate menggunakan uji chi square jika data berdistribusi normal, atau uji fisher exact jika data berdistribusi tidak normal, nilai $p < 0,05$ dikatakan bermakna secara statistik. Pada pasien TB dengan DM ditemukan 81,3% pasien dengan lesi di lapangan atas, 65,3% pasien dengan lesi di lapangan tengah dan 50,7% pasien dengan lesi di lapangan bawah paru. Karakteristik lesi yang paling dominan adalah infiltrat (73,3%), fibrosis (42,7%), dan konsolidasi (26,7%). Pada pasien TB tanpa DM ditemukan 36% pasien dengan lesi di lapangan atas, 29,3% pasien dengan lesi di lapangan tengah dan 21,3% pasien dengan lesi di lapangan bawah paru. Karakteristik lesi yang paling dominan adalah infiltrat (44%), konsolidasi (25,3%), dan fibrosis (18,7%).

Pada pasien TB dengan maupun tanpa DM ditemukan mayoritas pasien dengan lesi di lapangan atas paru dan lesi yang paling dominan adalah infiltrat.

Kata Kunci: Diabetes Melitus; Fibrosis; Foto Toraks; Infiltrat; Tuberkulosis.

1. PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) telah dilaporkan sebagai faktor risiko untuk tuberkulosis (TB) dan mempersulit manajemen dan pengendalian penyakit TB. DM meningkatkan risiko infeksi TB aktif sebesar 3,11 kali. DM tidak hanya meningkatkan risiko infeksi TB tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan keparahan dan hasil pengobatan yang buruk. Pasien DM memiliki sistem imun yang rendah sehingga memicu perkembangan TB laten menjadi TB aktif yang lebih tinggi. Kontrol glikemik yang buruk secara signifikan berhubungan dengan terjadinya TB.

Indonesia memiliki tingkat insidensi TB sebesar 316 per 100.000 populasi dan merupakan salah satu negara dengan beban TB terbesar di dunia. Pada tahun 2019, Atlas Diabetes dari *International Diabetes Federation's* (IDF) melaporkan bahwa Indonesia adalah salah satu negara dengan penderita diabetes terbatas dengan tingkat insidensi sebesar 10,7 juta orang pada tahun 2019 yang diperkirakan akan meningkat menjadi 16,6 juta orang pada tahun 2045. Sinergi TB-DM diproyeksikan meningkat di Indonesia selama tiga dekade mendatang dengan DM menjadi pemicu utama kejadian dan kematian TB.

Pasien TB paru dengan DM menunjukkan peningkatan frekuensi lesi atipikal paru, yaitu opasitas, lesi konfluen, kavitas, dan berbentuk baji yang menyebar dari hilum ke tepi, terutama di lobus bawah paru, jumlah lesi paru dan keterlibatan parenkim yang luas. Selain itu, ditunjukkan bahwa manifestasi radiologis berpotensi berkorelasi dengan kontrol glikemik pada DM.

Beban ganda TB dan DM merupakan masalah kesehatan masyarakat yang signifikan. Meningkatnya epidemi DM dapat berdampak signifikan terhadap pengendalian TB paru global. Oleh karena itu, penting untuk meneliti pengaruh diabetes terhadap manifestasi TB paru. Oleh karena itu, mempertahankan kadar gula darah pada tingkat normal atau mendekati normal merupakan salah satu aspek paling mendasar dalam perawatan pasien TB Paru dengan DM.

2. METODE DAN BAHAN

Studi ini adalah penelitian *cross sectional* pada pasien TB paru yang melakukan pemeriksaan Foto Toraks Postero Anterior (PA) di Poli Pulmonologi RSUP H. Adam dari Januari 2023 - Juni 2025.

Sampel akan diambil secara *tanpa probability sampling* yaitu dengan teknik *consecutive sampling*. Kriteria inklusi pada studi ini adalah usia subjek penelitian ≥ 18 tahun, mempunyai hasil pemeriksaan Foto toraks PA, hasil pemeriksaan mikrobiologis positif TB di RSUP H. Adam Malik Medan, dan pasien TB Onset Baru. Kelompok pasien DM dengan hasil pemeriksaan nilai Gula Darah Puasa (GDP) ≥ 126 mg/dL atau Gula Darah 2 jam Post Prandial (GD2PP) ≥ 200 mg/dL sedangkan kelompok pasien Tanpa-DM dengan hasil pemeriksaan nilai GDP < 126 mg/dL atau GD2PP < 200 mg/dL di RSUP H. Adam Malik Medan. Pasien dengan *Multidrug-Resistant* (MDR)-TB, TB putus obat, TB Ekstrapulmonal, TB rekurensi, pneumonia, karsinoma, atau abses paru, penyakit endokrin lainnya seperti hipertiroidisme, lupus eritematosus sistemik, artritis reumatoid, diagnosis terinfeksi *Human immunodeficiency viruses* (HIV), gagal ginjal kronis, gangguan jaringan ikat, penyakit hati kronis, penyakit malignansi, pasien dengan terapi steroid atau obat sitotoksik jangka panjang dan yang sedang hamil, dieksklusikan dari studi ini.

Ekstraksi data

Data diperoleh dari rekam medis pasien yang mencakup identitas pasien (usia dan jenis kelamin), indeks massa tubuh, kebiasaan merokok, riwayat penyakit pasien, hasil pemeriksaan nilai GDP atau GD2PP, hasil mikrobiologis Bakteri Tahan Asam (BTA) dan foto toraks PA pasien untuk identifikasi karakteristik dan luas lesi TB Paru. Prosedur penilaian karakteristik dan luas lesi pada foto toraks PA dilakukan peneliti dan dokter spesialis radiologi (pembimbing). Pemeriksaan Foto Toraks menggunakan Alat X-ray dengan merek *Philips Digital Diagnose 4 High Performance* Tipe SRO33100.

Analisis Statistik

Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui distribusi frekuensi masing-masing variable independen yang dipresentasikan dengan jumlah atau frekuensi (n) dan presentase (%). Uji normalitas dilakukan pada variabel numerik pada seluruh subyek penelitian. Analisis bivariate menggunakan uji *chi square* jika data berdistribusi normal, atau uji *fisher exact* jika data berdistribusi tidak normal. Analisis data statistik menggunakan perangkat statistik komputer, nilai $p < 0,05$ dikatakan bermakna secara statistik.

3. HASIL PENELITIAN

Studi ini mengikutsertakan sebanyak 75 orang pasien Tuberkulosis paru dengan DM dan 75 orang pasien Tuberkulosis paru tanpa DM yang melakukan pemeriksaan Foto Toraks Postero anterior (PA) di Poli Pulmonologi RSUP H. Adam Malik dari bulan Januari 2023 - Juni 2025.

Tabel 1. Karakteristik Demografi Pasien Tuberkulosis Paru dengan dan tanpa DM di Rumah Sakit Haji Adam Malik Medan.

Karakteristik Demografi	TB Paru dengan DM	TB Paru tanpa DM	p
Jenis Kelamin, n (%)			
Laki-Laki	39 (52)	45 (60)	0,324 ^a
Perempuan	36 (48)	30 (40)	
Usia, n (%)			
18 – 25 tahun	3 (4)	9 (12)	0,132 ^a
26 – 35 tahun	3 (4)	9 (12)	
36 – 45 tahun	9 (12)	5 (6,7)	
46 – 55 tahun	27 (36)	21 (28)	
56 – 65 tahun	20 (26,7)	16 (21,3)	
> 65 tahun	13 (17,3)	15 (20)	
IMT, n (%)			
Underweight	18 (24)	25 (33,3)	0,011 ^a
Normoweight	26 (34,7)	33 (44)	
Overweight	17 (22,7)	15 (20)	
Obesitas	14 (18,7)	2 (2,7)	
Pendidikan, n (%)			
Tidak Sekolah	1 (1,3)	0	0,602 ^b
SD	4 (5,3)	6 (8)	
SMP	2 (2,7)	4 (5,3)	
SMA	60 (80)	60 (80)	
Perguruan Tinggi	8 (10,7)	5 (6,7)	
Pekerjaan, n (%)			
IRT	25 (33,3)	18 (24)	0,080 ^b
Wiraswasta	28 (37,3)	34 (45,3)	
PNS	7 (9,3)	1 (1,3)	
Pegawai Swasta	2 (2,7)	5 (6,7)	
Pensiunan	3 (4)	1 (1,3)	
Petani	10 (13,3)	16 (21,3)	
Kebiasaan Merokok, n (%)			
Ya	9 (12)	8 (10,7)	0,797 ^a
Tidak	66 (88)	67 (89,3)	
Gula Darah Puasa, mg/dL	161 (105-345)	89,01±8,67	<0,001 ^c
Gula Darah 2jam PP, mg/dL	215 (141-414)	108 (90-126)	<0,001 ^c

Data disajikan dengan rerata±SD dan median (min-max)

^aChi Square, ^bKruskal Wallis, ^cMann Whitney

Sebagian besar pasien TB Paru dengan DM berjenis kelamin laki-laki, berusia antara 46–55 tahun, obesitas, lulusan SMA, profesi wiraswasta dengan kadar gula darah puasa sebesar 161 (105-345) mg/dL dan gula darah 2 jam setelah makan sebesar 215 (141-414) mg/dL. (Tabel 1).

Sebagian besar pasien TB Paru tanpa DM berjenis kelamin laki-laki berusia 56–65 tahun, *underweight*, lulusan SMA, profesi petani dengan kadar gula darah puasa sebesar 89,01±8,67 mg/dL dan gula darah 2 jam setelah makan sebesar 108 (90-126) mg/dL. (Tabel 1).

Tabel 2. Perbedaan Luas Lesi antara Foto Thorax Penderita Tuberkulosis Paru Dengan dan Tanpa Diabetes Melitus di Rumah Sakit Haji Adam Malik Medan.

Luas Lesi	TB Paru dengan DM	TB Paru tanpa DM	p
Minimal	23 (30,7)	22 (29,3)	0,112*
Moderate	35 (46,7)	25 (33,3)	
Far Advance	17 (22,7)	28 (37,3)	

**Chi Square*

Hasil uji statistik dengan Chi-Square menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna antara kedua kelompok dalam hal luas lesi ($p = 0,112$). Meskipun secara numerik kelompok TB Paru tanpa DM memiliki proporsi lebih tinggi pada kategori *far advance*, sementara kelompok TB Paru dengan DM lebih banyak berada pada kategori *moderate*. (Tabel 2).

Tabel 3. Perbedaan Lokasi Lesi antara Foto Thorax Penderita Tuberkulosis Paru Dengan dan Tanpa Diabetes Melitus di Rumah Sakit Haji Adam Malik Medan.

Lokasi Lesi	TB Paru dengan DM	TB Paru tanpa DM	p*
Lapangan Atas, n (%)			
Ada	61 (81,3)	27 (36)	<0,001
Tidak Ada	14 (18,7)	48 (64)	
Lapangan Tengah, n (%)			
Ada	49 (65,3)	22 (29,3)	<0,001
Tidak Ada	26 (34,7)	53 (70,7)	
Lapangan Bawah, n (%)			
Ada	38 (50,7)	16 (21,3)	<0,001
Tidak Ada	37 (49,3)	59 (78,7)	

**Chi Square*

Berdasarkan hasil analisis foto thorax, terdapat perbedaan bermakna dalam distribusi lokasi lesi antara pasien TB paru dengan DM dan TB paru tanpa DM ($p < 0,001$). Secara keseluruhan, pasien TB Paru dengan DM lebih sering menunjukkan involusi multipel lapangan paru, termasuk lapangan atas, tengah, dan bawah. Temuan ini dapat mencerminkan perbedaan respons imun atau pola penyebaran infeksi pada pasien dengan kadar gula darah yang tinggi. Perbedaan lokasi lesi ini dapat membantu klinisi dalam mempertimbangkan kemungkinan komorbid DM berdasarkan temuan radiologis pada pasien TB Paru. (Tabel 3).

Tabel 4. Perbedaan Karakteristik Lesi antara Foto Thorax Penderita Tuberkulosis Paru Dengan dan Tanpa Diabetes Melitus di Rumah Sakit Haji Adam Malik Medan.

Karakteristik Lesi	TB Paru dengan DM	TB Paru tanpa DM	p
Infiltrat, n (%)			
Ada	55 (73,3)	33 (44)	<0,001 ^a
Tidak Ada	20 (26,7)	42 (56)	
Konsolidasi, n (%)			
Ada	20 (26,7)	19 (25,3)	0,852 ^a
Tidak Ada	55 (73,3)	56 (74,7)	
Efusi Pleura, n (%)			
Ada	7 (9,3)	6 (8)	0,772 ^a
Tidak Ada	68 (90,7)	69 (92)	
Kavitas, n (%)			
Ada	12 (16)	7 (9,3)	0,220 ^a
Tidak Ada	63 (84)	68 (90,7)	
Kalsifikasi, n (%)			
Ada	0	0	-
Tidak Ada	75 (100)	75 (100)	
Fibrosis, n (%)			
Ada	32 (42,7)	14 (18,7)	0,001 ^a
Tidak Ada	43 (57,3)	61 (81,3)	
Nodul Tuberkuloma, n (%)			
Ada	2 (2,7)	1 (1,3)	1,000 ^b
Tidak Ada	73 (97,3)	74 (98,7)	
Milier, n (%)			
Ada	0	6 (8)	0,028 ^b
Tidak Ada	75 (100)	69 (92)	

^aChi Square, ^bFischer's Exact

Kelompok TB Paru dengan DM memiliki proporsi infiltrat yang lebih tinggi secara bermakna dibandingkan kelompok TB Paru tanpa DM, yaitu sebesar 73,3% (55 dari 75 pasien) vs 44% (33 dari 75 pasien), dengan $p < 0,001$. Ditemukan perbedaan yang sangat bermakna dalam proporsi fibrosis, di mana kelompok TB Paru dengan DM memiliki fibrosis lebih tinggi dibandingkan kelompok TB Paru tanpa DM (42,7% vs 18,7%, $p = 0,001$). Fibrosis yang lebih sering ditemukan pada kelompok TB dengan DM mungkin mencerminkan proses inflamasi kronik atau respon jaringan paru yang berbeda akibat pengaruh metabolisme gula darah yang terganggu. (Tabel 4).

Pola milier lebih sering ditemukan pada kelompok TB Paru tanpa DM, yaitu sebesar 8% (6 dari 75 pasien), sedangkan pada kelompok TB Paru dengan DM tidak ditemukan kasus milier ($p = 0,028$). Meskipun jumlahnya kecil, temuan ini menunjukkan bahwa TB milier lebih sering terjadi pada pasien tanpa komorbid DM. (Tabel 4).

4. DISKUSI

Diabetes Mellitus (DM) dapat meningkatkan risiko TB sebesar 1,5-7,8 kali lipat. DM memengaruhi proses infeksi TB dan respons terhadap pengobatan TB. Bila kadar gula darah sewaktu (GDS) >200 mg/hari, maka paru-paru secara signifikan lebih mungkin mengalami lesi kavitas dibandingkan dengan semua pasien dengan atau tanpa DM yang memiliki kadar GDS <200 mg/hari. Selain itu, TB juga dapat menyebabkan intoleransi glukosa dan memperburuk kontrol glikemik pada pasien DM.

Hasil studi ini menunjukkan profil gula darah puasa dan 2 jam setelah makan secara signifikan lebih tinggi pada kelompok TB Paru dengan DM ($p < 0,001$). Alkabab et al. menemukan pasien TB paru dengan DM memiliki median kadar GDS yang lebih tinggi daripada pasien tanpa-DM (198,0 mg/dL [144,0–288,0] vs 95,4 mg/dL [86,4–109,8], $P < 0,01$). Proporsi kavitas paru secara signifikan lebih besar pada pasien dengan GDS >200 mg/hari (16 [52,0%]) dibandingkan pada pasien dengan GDS <200 mg/dL (24 [27,0%], $P = 0,03$). Ditemukannya kavitas paru secara signifikan berhubungan dengan adanya DM dan kadar HbA1c yang tinggi pada pasien DM. Chhabra et al. juga menunjukkan bahwa GDP pasien TB dengan DM secara signifikan lebih tinggi daripada pasien TB non DM (221.81 ± 80.3068 vs 97.36 ± 13.3467 mg/dl; $p < 0.0001$).

Kontrol glikemik dan peradangan memengaruhi manifestasi radiografi pada pasien TB dengan DM. Beban bakteri yang tinggi dan peradangan berlebih menyebabkan perkembangan lesi paru yang lebih luas, kavitasi, dan infiltrasi yang meluas ke lebih banyak lobus.

Luas dan Lokasi Lesi antara Foto Thorax Penderita Tuberkulosis Paru Dengan dan Tanpa Diabetes Melitus

Gambaran radiologi toraks pasien TB ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk durasi penyakit dan status imunologis pasien. Sebagian besar pasien TB dengan DM memiliki pola radiologis tipikal yang terdiri dari lesi konfluen, kavitas, dan berbentuk baji yang menyebar dari hilus ke tepi, terutama di zona bawah paru-paru. Sedangkan pada pasien TB non-DM, lesi biasanya berupa infiltrat di lobus atas. Pada TB paru dengan DM, lesi TB lebih banyak ditemukan pada lapang paru bagian bawah dibandingkan lapang paru bagian atas. Diabetes meningkatkan ventilasi alveolar (VA) dan menurunkan perfusi (Q), mengakibatkan terjadinya peningkatan VA/Q *mismatch* dan meningkatkan P_{AO_2} pada lapangan bawah paru, hal ini menyebabkan lesi TB paru pada DM lebih sering terjadi pada lapangan bawah paru.

Secara keseluruhan, pasien TB Paru dengan DM pada studi ini lebih sering menunjukkan involusi multipel lapangan paru, termasuk lapangan atas, tengah, dan bawah. Soerono et al. menemukan lesi TB paru dengan kategori luas pada 90,6% pasien TB dengan DM dan sebagian besar ditemukan terdistribusi secara merata di semua lapangan paru. Jenis lesi paru berupa konsolidasi/infiltrat ditemukan pada 32 responden; kavitas ditemukan pada 15 responden; dan lesi efusi pleura ditemukan pada 5 responden. Sejalan dengan studi ini, Studi Barot et al. menunjukkan keterlibatan multizona juga lebih dominan pada kelompok TB dengan DM dengan GDP ≥ 126 mg/dL (15/20, 75%) dibandingkan kelompok TB non DM (11/20, 55%).

Pada studi ini, secara numerik kelompok TB Paru tanpa DM memiliki proporsi lebih tinggi pada kategori *far advance*, sementara kelompok TB Paru dengan DM lebih banyak berada pada kategori *moderate*, namun perbedaan ini tidak mencapai tingkat signifikansi statistik. Berbeda dengan studi ini, Pinem et al. mendeskripsikan distribusi luas lesi pada pasien TB paru sebagai berikut: pada pasien non-DM tipe 2, 8 (8%) menunjukkan lesi minimal, 35 (35%) lesi sedang, dan 7 (7%) lesi luas. Sebaliknya, di antara pasien dengan DM tipe 2, 6 (6%) menunjukkan lesi minimal, 29 (29%) lesi sedang, dan 15 (15%) lesi luas.

Studi Avuthu et al. menunjukkan pasien TB paru dengan DM yang tidak terkontrol dengan lesi *far advance* sebesar 40,43% pasien, lesi *moderate* pada 48,9% pasien dan lesi minimal pada 10,6% pasien, berbeda dengan pasien TB paru dengan DM yang memiliki kontrol glikemik yang optimal dimana hanya 4,36% pasien dengan lesi *far advanced*, 39,1% pasien dengan lesi *moderate* dan sebanyak 56,5% pasien dengan lesi minimal. Terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada kedua kelompok ($p < 0,01$). Mahlshale et al. menunjukkan lesi luas dan lesi sedang ditemukan pada sebagian besar pasien dalam kelompok

kontrol glikemik buruk dibandingkan dengan kontrol glikemik optimal (40,43% vs. 4,35% dan 48,9% vs. 39,1%, masing-masing). Selain itu, lesi minimal lebih sering ditemukan pada kelompok kontrol glikemik optimal (10,6% pada kelompok kontrol glikemik buruk vs. 56,5% pada kelompok kontrol glikemik optimal). Perbedaan ini signifikan secara statistik ($P < 0,001$).

Chiang et al. menunjukkan bahwa pasien TB paru dengan DM secara signifikan lebih beresiko dengan opasitas pada lapangan paru bagian bawah, lesi parenkim yang luas, dan kavitas baik multiple maupun yang berukuran besar (≥ 3 cm). Selain itu, pasien TB paru dengan DM juga secara signifikan lebih mungkin memiliki kavitas multiple dan berukuran besar (> 3 cm) dibandingkan dengan pasien TB paru tanpa DM. Mekanisme manifestasi radiologis yang lebih parah dapat dikaitkan dengan hiperstimulasi leukosit oleh TB dan kondisi hiperglikemia, yang mengakibatkan ‘penuaan dini’ paru-paru pada pasien dengan komorbiditas TB dengan DM.

Layali et al. menemukan bahwa subjek dengan lesi luas 3.8 kali berpeluang memiliki DM dibandingkan lesi minimal ($P = 0,03$). Pasien TB paru dengan DM yang memiliki lesi luas adalah 27 pasien (64,29%) sedangkan pada pasien TB paru tanpa DM hanya pada 15 pasien (35,71%). Lokasi lesi atipikal (lesi yang melibatkan lapangan bawah paru) ditemukan lebih banyak pada pasien TB paru dengan DM yaitu sebanyak 30 pasien (73,17%) dan pada subjek TB paru tanpa DM hanya pada 11 pasien (26,83%). Pada kelompok TB dengan DM lebih sering ditemukan kavitas, gambaran opasitas pada lapangan bawah paru, jumlah kavitas yang multipel dan kavitas berukuran > 3 cm.

Secara radiologis, temuan Grover dkk menunjukkan peningkatan keterlibatan lobus bawah dan penyakit multilobar pada pasien TB-DM sementara predominasi lobus atas tetap menjadi ciri khas tuberkulosis paru pada non-penderita diabetes, pasien diabetes sering menunjukkan penyakit di zona paru-paru bagian tengah dan bawah, yang dapat menyerupai pneumonia bakteri atau keganasan yang menyebabkan kebingungan diagnosis. Temuan ini tidak hanya mencerminkan sifat penyakit yang lebih merusak pada penderita diabetes tetapi juga potensinya untuk berkontribusi terhadap penularan yang berkelanjutan karena beban basil yang persisten. Selain itu, bukti imunologi menunjukkan bahwa *advanced glycation end-products* (AGE) dan stres oksidatif mengganggu fungsi fibroblas dan pengendapan kolagen, yang menyebabkan penundaan penyembuhan pada penderita diabetes.

DM dikaitkan dengan penurunan kadar sitokin esensial yang krusial untuk mengendalikan pertumbuhan Mtb, seperti IFN- γ dan TNF- α . Makrofag dari individu diabetes menunjukkan penurunan sekresi sitokin inflamasi seperti IL-1 β dan TNF- α . DM dan TB

dikaitkan dengan peningkatan kadar sitokin proinflamasi sistemik, termasuk IL-1 β , IL-6, dan IL-18, bersama dengan sitokin antiinflamasi seperti IL-10. Paparan glukosa tinggi yang berkepanjangan akan membuat respons makrofag menjadi sensitif terhadap rangsangan sitokin dan mengurangi aktivitas fagositosisnya. Respon imun yang menurun dan berkurangnya pembunuhan bakteri intraseluler pada pasien DM berpotensi meningkatkan jumlah bakteri, peradangan kronis, dan memfasilitasi penyebaran bakteri dan kondisi TB yang lebih parah. Selain itu, komplikasi mikrovaskular DM, seperti gangguan aliran darah dan oksigenasi jaringan yang buruk pada situasi nefropati, menciptakan kondisi hipoksia yang mendukung kelangsungan hidup Mtb. Terakhir, peradangan kronis yang disebabkan oleh DM (stres ketidakseimbangan redoks) memperburuk kerusakan paru-paru akibat TB, sehingga menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan MTB dan memperparah keparahan penyakit.

Penurunan imunitas tubuh baik imunitas tubuh alami maupun didapat menjadi penyebab terjadinya peningkatan derajat keparahan TB (lesi luas, kavitas multipel dan kavitas yang besar). Peningkatan insidensi TB paru pada pasien DM juga disebabkan karena terdapat defek pada makrofag alveolar atau limfosit T. Jumlah makrofag alveolar yang rendah mengakibatkan lebih hebatnya perluasan lesi TB paru dan peningkatan jumlah bakteri TB dalam sputum pasien TB dengan DM. Selain disfungsi imunitas yang telah disebutkan di atas, terdapat juga gangguan fungsi sel epitel pernapasan serta motilitas silia. Hiperglikemia memperburuk kerusakan jaringan dengan mengganggu respon imun, mengganggu pembentukan granuloma, dan meningkatkan peradangan. Selain itu, angiogenesis abnormal pada pasien TB-DMT2 dapat berkontribusi terhadap kerusakan paru-paru lebih lanjut.

Perez-Guzman melaporkan bahwa proporsi pasien tuberkulosis dengan keterlibatan paru-paru bagian bawah meningkat secara progresif seiring bertambahnya usia dan mengusulkan bahwa perubahan yang disebabkan oleh usia dalam peningkatan ventilasi alveolar dan penurunan perfusi mendukung multiplikasi *Mycobacterium tuberculosis* di zona paru-paru bagian bawah. Hal ini juga perlu dipertimbangkan mengingat mayoritas pasien studi ini sudah berusia lanjut.

Karakteristik Lesi antara Foto Thorax Penderita Tuberkulosis Paru Dengan dan Tanpa Diabetes Melitus

Hasil studi ini menunjukkan kelompok TB Paru dengan DM memiliki proporsi infiltrat dan fibrosis lebih tinggi dibandingkan kelompok TB Paru tanpa DM (infiltrate: 73,3% vs 44%, $p < 0,001$; fibrosis: 42,7% vs 18,7%, $p = 0,001$). Sejalan dengan studi ini, Subkhan et al.

menunjukkan temuan radiologi rontgen dada yang paling sering ditemukan pada pasien TB paru DM dengan $\text{GDP} \geq 126$ mg/dl adalah fibroinfiltrat dan konsolidasi (33,33%), diikuti fibroinfiltrat saja (26,67%). Tampubolon et al. menunjukkan gambaran foto toraks pada pasien TB paru dan DM yang paling sering ditemukan ialah fibrosis (95,2%), infiltrat (90,5%), kavitas dan efusi pleura (masing-masing 47,6%).

Pinem et al. juga mendeskripsikan jenis lesi pada pasien TB paru yaitu pada pasien TB non-DMT2, 11 (11%) memiliki lesi infiltratif, 31 (31%) lesi infiltratif dan fibrotik, dan 8 (8%) lesi fibrotik. Di antara pasien TB dengan DM tipe 2, 15 (15%) menunjukkan lesi infiltratif, 25 (25%) lesi infiltratif dan fibrotik, dan 10 (10%) lesi fibrotik. Sejalan dengan studi ini, luas lesi yang paling sering diamati pada pasien TB dengan DM adalah sedang, sedangkan jenis lesi yang paling umum adalah infiltrat dengan fibrosis.

Distribusi gambaran rontgen dada yang paling sering pada pasien TB dengan DM dalam studi Fadillah et al adalah kavitas (53%), infiltrat dan fibrosis (20%). Sedangkan pada pasien TB non-DM adalah fibrosis (35%), kavitas (27%), efusi pleura (20%), infiltrat (14%), dan limfadenopati (1%). Ngom et al. menunjukkan lesi paru pada pasien DM yang menjalani pemeriksaan rontgen thorax adalah opasitas/ infiltrasi interstisial difus (30,43%), kavitas (21,73%), infiltrasi alveolar (17,4%), efusi pleura (8,69%), konsolidasi lobal, efusi asites dan TB milier (4,34%). Dari 43 pasien DM dengan TB ditemukan 36 pasien dengan TB paru (83,7%).

Studi Patel et al. menyimpulkan bahwa pasien tuberkulosis dan DM lebih mungkin menunjukkan gambaran radiologi yang atipikal. Huang et al. menunjukkan bahwa pasien TB paru dengan DM menunjukkan peningkatan frekuensi lesi atipikal yaitu lesi pada lobus bawah paru, lebih sedikit opasitas retikulonodular, dan lesi yang lebih luas. Dibandingkan dengan pasien tanpa-DM, pola lesi atipikal dan lesi luas pada CXR lebih umum terjadi pada pasien DM. Selain itu, pasien DM yang tidak terkontrol lebih mungkin menunjukkan temuan atipikal ($P < 0,001$) dan lesi yang lebih luas ($P < 0,001$) pada CXR.

Jagmohan et al. dalam studinya yang membandingkan temuan CXR pada pasien TB paru dengan dan tanpa DM menemukan gambaran kavitas pada 18,99% pasien dengan DM dan 10,71 % pada pasien tanpa DM; konsolidasi pada 39,24% pasien dengan DM dan 29,76% pada pasien tanpa DM; fibrokavitas pada 13,92% pasien dengan DM dan 9,52% pada pasien tanpa DM; dan fibrosis pada 11,39% pasien dengan DM dan 25% pada pasien tanpa DM, dan perbedaan ini menunjukkan signifikansi statistik ($p=0,004$).

Temuan radiografi menunjukkan bahwa lesi infiltratif sering ditemukan pada pasien TB diabetes dan non-diabetes. Pada pasien diabetes, lesi kavitas dan fibrotik cenderung berkembang setelah lesi infiltratif, sedangkan pasien non-diabetes lebih mungkin mengembangkan lesi nodular setelah infiltrat.

Proses patogenik TB paru melibatkan beberapa faktor virulensi, termasuk kandungan asam mikolat yang tinggi dalam kapsul luar bakteri, yang menghambat fagositosis oleh makrofag alveolar. Selama proses infeksi, dua perubahan morfologi utama terjadi pada makrofag: pembentukan sel raksasa berinti banyak dan sel epiteloid. Seiring bertambahnya jumlah bakteri, makrofag terakumulasi di area paru-paru tertentu, mengakibatkan nekrosis kaseosa dan kavitas paru.

Pasien TB paru dan DM tipe 2 menunjukkan manifestasi klinis yang lebih berat dan rentang gejala yang lebih luas dibandingkan pasien yang hanya menderita TB. Pemeriksaan radiologis pasien TB dengan DM tipe 2 menunjukkan lesi multilobar yang lebih luas dan frekuensi kavitas yang lebih tinggi. Mikroskopi apusan sputum untuk basil tahan asam (BTA) membutuhkan waktu yang lebih lama untuk transisi dari kultur positif ke negatif pada pasien TB dengan DM tipe 2. Temuan rontgen toraks pada pasien DM tipe 2 dengan TB paru cenderung lebih berat dibandingkan pasien tanpa DM. Kavitas diamati pada 75% pasien TB paru dengan DM tipe 2 bersamaan.

Turkar dkk menemukan pola milier hanya ditemukan pada 1 pasien diabetes, sedangkan pola milier ditemukan pada 15 pasien nondiabetes. Pada studi ini, pola milier lebih sering ditemukan pada kelompok TB Paru tanpa DM, yaitu sebesar 8% (6 dari 75 pasien), sedangkan pada kelompok TB Paru dengan DM tidak ditemukan kasus milier ($p = 0,028$).

Pasien dengan diabetes yang tidak terkontrol ($HbA1c > 9\%$) lebih mungkin menunjukkan peningkatan jumlah kavitas di lapangan paru-paru bagian bawah dan keterlibatan lobus yang lebih banyak. Respon imun bawaan yang terganggu telah dibuktikan pada pasien dengan diabetes. Hiperglikemia dikombinasikan dengan stres oksidatif menginduksi sitokin IL-17A, IL-8, dan IL-10 yang lebih tinggi di paru-paru, yang berkontribusi pada respons proinflamasi. Beberapa komponen lain dari imunitas bawaan seperti fungsi neutrofil, makrofag, DC, sel NK secara signifikan terganggu pada individu dengan DM, yang menyebabkan presentasi antigen yang tertunda dan aktivitas mikrobisida yang tidak optimal. Ekspresi sitokin yang berlebihan, seperti CRP, pada pasien TB-DM berhubungan dengan peningkatan rekrutmen dan infiltrasi neutrofil, yang menyebabkan peradangan dan nekrosis lebih lanjut, dan kemudian berpotensi mengakibatkan pembentukan kavitas.

Mekanisme lain yang berkontribusi terhadap peradangan berat adalah disfungsi imun adaptif. Gangguan sel T helper 1 menurunkan produksi IFN γ , yang melemahkan aktivitas membunuh makrofag dan menyebabkan kegagalan pengendalian pertumbuhan mikobakteri. Beban bakteri yang tinggi dan peradangan berlebih menyebabkan perkembangan lesi paru yang lebih luas, kavitasi, dan infiltrasi yang meluas ke lebih banyak lobus.

TB dan DM digambarkan sebagai "sindemi". Di satu sisi, perubahan sistem pernapasan terkait DM seperti gangguan pembersihan mukosiliar dan mikroangiopati paru, memfasilitasi pembentukan dan penyebaran bakteri TB di paru-paru. Selain itu, DM meningkatkan risiko infeksi TB, perkembangan penyakit dan kematian. Sementara di sisi lain, TB dapat menyebabkan intoleransi glukosa, memperburuk kontrol glikemik, dan memperburuk perkembangan diabetes.

5. KESIMPULAN

Pada pasien TB dengan DM ditemukan proporsi lebih tinggi pasien dengan lesi *moderate*, lesi di lapangan atas, dan karakteristik lesi yang paling dominan adalah infiltrat, fibrosis, dan konsolidasi.

Pada pasien TB tanpa DM ditemukan proporsi lebih tinggi pasien dengan lesi *far advance*, lesi di lapangan atas dan karakteristik lesi yang paling dominan adalah infiltrat, konsolidasi, dan fibrosis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada Supervisor dan Staff Departemen Ilmu Radiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara, RSUP H. Adam Malik Medan, Indonesia yang telah memberikan masukan yang membangun dan membantu dalam menyusun studi ini. Peneliti juga berterima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkabab, Y. M., Enani, M. A., Indarkiri, N. Y., & Heysell, S. K. (2018). Performance of computed tomography versus chest radiography in patients with pulmonary tuberculosis with and without diabetes at a tertiary hospital in Riyadh, Saudi Arabia. *Infection and Drug Resistance*, 11, 37–43. <https://doi.org/10.2147/IDR.S151844>
- Alshoabi, S. A., Almas, K. M., Aldofri, S. A., Hamid, A. M., Alhazmi, F. H., Alsharif, W. M., et al. (2022). The diagnostic deceiver: Radiological pictorial review of tuberculosis. *Diagnostics (Basel)*, 12(2), 306. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020306>

- Avuthu, S., Mahishale, V., Patil, B., & Eti, A. (2015). Glycemic control and radiographic manifestations of pulmonary tuberculosis in patients with type 2 diabetes mellitus. *Sub-Saharan African Journal of Medicine*, 2, 5–9. <https://doi.org/10.4103/2384-5147.151564>
- Awad, S. F., Critchley, J. A., & Abu-Raddad, L. J. (2022). Impact of diabetes mellitus on tuberculosis epidemiology in Indonesia: A mathematical modeling analysis. *Tuberculosis (Edinburgh)*, 134, 102164. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2022.102164>
- Barot, A., Vora, A., Dobariya, O., Parikh, V., Rahumath, S. L., Shah, N., et al. (2024). Clinicoradiological profile of patients having drug-sensitive pulmonary tuberculosis with and without diabetes mellitus in a tertiary care hospital in Ahmedabad, Gujarat, India. *Cureus*, 16(4), e58810. <https://doi.org/10.7759/cureus.58810>
- Barreda, N. N., Arriaga, M. B., Aliaga, J. G., Lopez, K., Sanabria, O. M., Carmo, T. A., Fróes Neto, J. F., Lecca, L., Andrade, B. B., & Calderon, R. I. (2020). Severe pulmonary radiological manifestations are associated with a distinct biochemical profile in blood of tuberculosis patients with dysglycemia. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 139. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-4843-0>
- Boadu, A. A., Yeboah-Manu, M., Osei-Wusu, S., & Yeboah-Manu, D. (2024). Tuberculosis and diabetes mellitus: The complexity of the comorbid interactions. *International Journal of Infectious Diseases*, 146, 107140. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2024.107140>
- Chhabra, M. K., & Kamra, K. S. (2024). Clinic radiological profile of pulmonary TB and diabetes at a tertiary care center. *Journal of Contemporary Clinical Practice*, 10(2), 305–310. Retrieved from <https://jccpractice.com/article/clinic-radiological-profile-of-pulmonary-tb-and-diabetes-at-a-tertiary-care-center-243/>
- Chiang, C. Y., Lee, J. J., Chien, S. T., Enarson, D. A., Chang, Y. C., Chen, Y. T., et al. (2014). Glycemic control and radiographic manifestations of tuberculosis in diabetic patients. *PLoS ONE*, 9(4), e93397. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093397>
- Fadhilah, F., Arief, E., Tabri, N. A., Djaharuddin, I., Santoso, A., & Madolangan, J. (2025). The effect of type 2 diabetes mellitus on clinical symptoms, sputum molecular test results, and lesions in thoracic photos of pulmonary tuberculosis patients. *Italian Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.4081/ijtm.2025.2048>
- Fadillah, N. A., Sulistiana, R., & Handayani, F. (2023). Comparison of chest X-ray of pulmonary TB patients with DM and tanpa DM at Anutapura Palu Hospital in 2020. *Jurnal Eduhealth*, 14(1), 1–8.
- Grover, S., Maan, P., Agarwal, S., Mandorawa, R., Qureshi, M. J., Kaila, S., et al. (2025). Pathological and radiological assessment of tuberculosis lesion in association with diabetes mellitus. *European Journal of Cardiovascular Medicine*, 15(9), 228–234.
- Huang, L. K., Wang, H. H., Lai, Y. C., & Chang, S. C. (2017). The impact of glycemic status on radiological manifestations of pulmonary tuberculosis in diabetic patients. *PLoS ONE*, 12(6), e0179750. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179750>
- Jagmohan, S. V., Sreenath, N., Niveditha, S., Jayan, V., & Pradeep, T. S. (2022). Clinico-radiological spectrum of pulmonary tuberculosis in diabetics and tanpa-diabetics patients at tertiary care centre. *Journal of Cardiovascular Disease Research*, 1–10.

- Layali, D. J., Sinaga, B. Y. M., Siagian, P., & Eyanoer, P. C. (2019). Hubungan lesi tuberkulosis paru dengan diabetes melitus terhadap kadar HbA1c. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 39(3), 155–159. <https://doi.org/10.36497/jri.v39i3.67>
- Mahishale, V., Avuthu, S., Patil, B., Lolly, M., Eti, A., & Khan, S. (2017). Effect of poor glycemic control in newly diagnosed patients with smear-positive pulmonary tuberculosis and type-2 diabetes mellitus. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 42(2), 144–151.
- Ngom, N. F., Sow, D., Diop, C. T., Faye, F. A., Diedhiou, D., Ndour, M. A., et al. (2022). Clinical presentation and evolution of tuberculosis of diabetic patients hospitalized at Abass Ndao Hospital from 2010 to 2021. *Health Sciences and Diseases*, 23(5), 94–98.
- Patel, A. K., Rami, K. C., & Ghanchi, F. D. (2011). Radiological presentation of patients of pulmonary tuberculosis with diabetes mellitus. *Lung India*, 28(1), 1. <https://doi.org/10.4103/0970-2113.76308>
- Pinem, D. T., Nasution, I. H., & Pulungan, I. Y. (2025). The correlation between thoracic radiographic findings in pulmonary tuberculosis and type 2 diabetes mellitus. *Buletin Kedokteran & Kesehatan Prima*, 4(1), 1–5.
- Saalai, K. M., & Mohanty, A. (2021). The effect of glycemic control on clinico-radiological manifestations of pulmonary tuberculosis in patients with diabetes mellitus. *International Journal of Mycobacteriology*, 10, 268–270. https://doi.org/10.4103/ijmy.ijmy_133_21
- Soerono, L. U., & Soewondo, W. (2019). The correlation of chest radiographic image of pulmonary tuberculosis in type 2 diabetes mellitus patients with HbA1C level. *The 1st International Conference on Health, Technology and Life Sciences*, 45–51. <https://doi.org/10.18502/cls.v4i12.4156>
- Subkhan, M., Rezacharawa, M. A., Putra, M. A., Laitupa, A. A., Permana, P. B. D., & Irfana, L. (2024). Differences in chest X-ray imaging in pulmonary tuberculosis across various comorbidities. *Berkala Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 11(2), 1–12. <https://doi.org/10.26714/magnamed.11.2.2024.169-180>
- Tampubolon, P. Y., Rondo, A. G. E. Y., & Simanjuntak, M. L. (2022). Gambaran foto toraks pasien tuberkulosis paru dengan diabetes melitus di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou periode Januari–Juni 2022. *Medical Scope Journal*, 4(1), 72–78. <https://doi.org/10.35790/msj.v4i1.44724>
- Turkar, A., Babalik, A., & Feyzullahoglu, G. (2024). Comparison of computed tomography findings in lung tuberculosis in diabetic and nondiabetic patients. *International Journal of Mycobacteriology*, 13, 40–46. https://doi.org/10.4103/ijmy.ijmy_207_23
- Utomo, R., Nugroho, K. H., & Margawati, A. (2016). Hubungan antara status diabetes melitus tipe 2 dengan status tuberkulosis paru lesi luas. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 5(4), 1–10.
- Waseem, M. A., Zahera, M., & Gopalakrishnaiah, V. (2017). Presentation of pulmonary tuberculosis in diabetics and response to anti-tuberculosis therapy. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 5, 5356–5361. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20175454>
- 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

Perbandingan Gambaran Foto Toraks Antara Pasien Tuberkulosis dengan Diabetes Melitus dan Pasien Tuberkulosis tanpa Diabetes Melitus di RSUP H. Adam Malik Medan
cross-sectional study. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 18, 595–602.
<https://doi.org/10.2147/TCRM.S363328>

- Zhan, S., Juan, X., Ren, T., Wang, Y., Fu, L., Deng, G., et al. (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/TCRM.S363328>
- Zhang, P., Xiong, J., Zhan, S., Ren, T., Wang, Y., Fu, L., et al. (2021). Severe radiological manifestation in patients with diabetes and pulmonary tuberculosis: A cross-sectional study. *Research Square*, 1–11. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-812242/v1>