

## **KARAKTERISTIK PASIEN TUBERKULOSIS PARU SENSITIF OBAT USIA TUA YANG MENGALAMI KONVERSI SPUTUM PADA AKHIR PENGOBATAN DI RSUD RADEN MATTAHER TAHUN 2023–2025**

**Dinda Khairunnisa<sup>1</sup>, Dicky Wahyudi<sup>2</sup>, Huntari Harahap<sup>3</sup>, Makrup Effendy<sup>2</sup>**  
**Email: dindakhairunnisa12.08@gmail.com**

<sup>1</sup>Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi

<sup>2</sup>Departemen Pulmonologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi

<sup>3</sup>Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi

### **Abstrak**

Tuberkulosis paru pada usia tua memiliki karakteristik klinis yang dipengaruhi oleh perubahan fisiologis akibat proses penuaan. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan karakteristik pasien tuberkulosis paru sensitif obat usia tua yang mengalami konversi sputum pada akhir pengobatan di RSUD Raden Mattaher Jambi tahun 2023–2025. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional deskriptif dengan desain potong lintang yang menggunakan data sekunder dari Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB) pada 60 pasien berusia  $\geq 45$  tahun yang mengalami konversi sputum dan memenuhi kriteria penelitian. Sebagian besar pasien berusia 45–59 tahun (58,3%), laki-laki (80,0%), memiliki IMT normal (56,7%), dan tidak merokok (55,0%). Sebagian besar pasien juga tidak memiliki diabetes melitus (88,3%), HIV (100%), hepatitis (96,7%), hipertensi (90,0%), maupun riwayat tuberkulosis sebelumnya (91,7%). Dapat disimpulkan bahwa pasien dalam penelitian ini didominasi oleh kelompok pra-lansia, laki-laki, dan pasien dengan IMT normal, dengan proporsi perokok yang cukup besar, serta sebagian besar tidak memiliki komorbid yang diteliti maupun riwayat tuberkulosis sebelumnya.

**Kata Kunci** tuberkulosis paru; tuberkulosis sensitif obat; konversi sputum; usia tua; karakteristik pasien

**Abstract** | *Pulmonary tuberculosis in older adults has clinical characteristics influenced by physiological changes associated with aging. This study aimed to describe the characteristics of older patients with drug-sensitive pulmonary tuberculosis who experienced sputum conversion at the end of treatment at Raden Mattaher General Hospital, Jambi, from 2023 to 2025. This quantitative observational descriptive study with a cross-sectional design used secondary data from the Tuberculosis Information System (SITB) involving 60 patients aged  $\geq 45$  years who experienced sputum conversion and met the study criteria. Most patients were aged 45–59 years (58.3%), male (80.0%), had a normal body mass index (BMI) (56.7%), and were non-smokers (55.0%). Most patients also had no diabetes mellitus (88.3%), HIV infection (100%), hepatitis (96.7%), hypertension (90.0%), or previous history of tuberculosis (91.7%). In conclusion, the patients in this study were predominantly pre-elderly, male, and had a normal BMI, with a considerable proportion of smokers, and most had neither the comorbidities assessed nor a previous history of tuberculosis.*

**Keywords:** pulmonary tuberculosis; drug-sensitive tuberculosis; sputum conversion; older adults; patient characteristics

Alamat Korespondensi : dindakhairunnisa12.08@gmail.com

Alamat institusi : Jalan Letjen Soeprapto Nomor 33, Kecamatan Telanaipura, Kota Jambi, Provinsi Jambi

## Pendahuluan

Tuberkulosis merupakan penyakit infeksi yang menjadi masalah kesehatan global. Indonesia termasuk negara dengan beban tuberkulosis tertinggi di dunia dan menempati peringkat kedua berdasarkan estimasi jumlah kasus. Pada tahun 2024, estimasi insiden tuberkulosis di Indonesia mencapai 1.090.000 kasus, dengan angka kejadian sebesar 300–499 per 100.000 penduduk (World Health Organization, 2025). Di Provinsi Jambi, tercatat 7.793 kasus tuberkulosis, sedangkan Kota Jambi menempati peringkat kedua dengan 2.442 kasus (Pemerintah Kota Jambi, 2025).

Tuberkulosis sensitif obat (TB-SO) merupakan tuberkulosis yang masih menunjukkan sensitivitas terhadap rifampisin sehingga pasien dapat ditatalaksana dengan regimen obat antituberkulosis (OAT) yang sesuai (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2025). Konversi sputum merupakan salah satu indikator awal keberhasilan pengobatan yang juga dapat mencerminkan pelaksanaan pengawasan pengobatan yang tepat (Rasyid et al., 2022). Kelompok usia tua terdiri atas pra-lansia (45–59 tahun) dan lanjut usia ( $\geq 60$  tahun) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016). Proses penuaan pada kelompok ini menyebabkan berbagai perubahan fisiologis dan peningkatan penyakit penyerta sehingga karakteristik biologisnya berbeda dengan kelompok usia yang lebih muda (Bronson Flint; Prasanna Tadi., 2023).

Karakteristik pasien usia tua dengan tuberkulosis paru dapat digambarkan berdasarkan karakteristik demografis dan klinis, meliputi usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok, indeks massa tubuh (IMT), diabetes melitus, HIV, hepatitis, hipertensi, dan riwayat TB sebelumnya. Gambaran karakteristik pasien tuberkulosis paru sensitif obat usia tua yang mengalami konversi sputum di RSUD Raden Mattaher masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan karakteristik pasien tuberkulosis paru sensitif obat usia tua yang mengalami konversi sputum di RSUD Raden Mattaher tahun 2023–2025.

## Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional dengan desain potong lintang (*cross-sectional*) dan pendekatan deskriptif. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB) periode data tahun 2023–2025. Penelitian ini dilaksanakan di Poli TB-DOTS RSUD Raden Mattaher Jambi pada Juli hingga Agustus 2026.

Populasi target penelitian ini adalah pasien tuberkulosis paru sensitif obat usia tua yang terdiri atas kelompok pra-lansia berusia 45–59 tahun dan lansia berusia  $\geq 60$  tahun. Sampel diambil dengan menggunakan teknik *total sampling*, yaitu seluruh pasien yang memenuhi kriteria penelitian diikutsertakan sebagai sampel, sehingga diperoleh 60 pasien.

Kriteria inklusi meliputi pasien TB paru sensitif obat yang terdiagnosis berdasarkan hasil Tes Cepat Molekuler (TCM), berusia  $\geq 45$  tahun, menjalani terapi TB sensitif obat sesuai pedoman nasional yang berlaku, telah menyelesaikan pengobatan, memiliki hasil pemeriksaan sputum pada bulan kedua dan keenam, serta mengalami konversi sputum. Pasien harus terdaftar dalam SITB dengan data yang lengkap untuk seluruh variabel penelitian. Pasien dapat memiliki TB paru saja maupun TB paru yang disertai TB ekstraparu. Kriteria eksklusi meliputi pasien TB resistan obat, pasien yang hanya terdiagnosis TB ekstra paru tanpa keterlibatan paru. Konversi sputum dalam penelitian ini didefinisikan sebagai perubahan hasil pemeriksaan mikroskopis basil tahan asam (BTA) sputum menjadi negatif pada akhir fase intensif (bulan kedua) dan tetap negatif pada akhir pengobatan (bulan keenam) (Rasyid et al., 2022).

Variabel yang diteliti meliputi karakteristik demografis dan klinis, yaitu usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh (IMT), kebiasaan merokok, diabetes melitus, HIV, hepatitis, hipertensi, dan riwayat tuberkulosis sebelumnya. Data diolah melalui tahapan *editing, coding, entry data, cleaning*. Analisis data dilakukan secara univariat untuk menggambarkan distribusi karakteristik. Data kategorik disajikan dalam bentuk frekuensi (n) dan persentase (%), sedangkan data numerik disajikan dalam bentuk rerata dan simpangan baku atau median serta nilai minimum–maksimum. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan narasi deskriptif.

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi dengan Nomor: 231/DST/UN21.8.9/PT.01.04/2026 dan izin penelitian dari RSUD Raden Mattaher. Kerahasiaan identitas dan data pasien dijaga selama proses pengolahan dan penyajian data, dan data hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

## Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengambilan data yang dilakukan di Poli TB-DOTS RSUD Raden Mattaher, terdapat 238 pasien usia tua dengan tuberkulosis paru. Sebanyak 66 pasien dengan diagnosis klinis dieksklusikan, sehingga tersisa 172 pasien dengan diagnosis bakteriologis. Selanjutnya, sebanyak 108 pasien tidak memenuhi kriteria inklusi karena tidak memiliki data hasil pemeriksaan konversi sputum pada bulan kedua dan keenam, sehingga tersisa 64 pasien. Dari jumlah tersebut, 4 pasien dikeluarkan karena tidak mengalami konversi sputum, sehingga 60 pasien diikutsertakan sebagai sampel penelitian.

## Distribusi Usia Pasien

**Tabel 1. Distribusi Usia Pasien**

| Variabel                  | n  | %    | Rerata $\pm$ SB  | Median | Min-Maks |
|---------------------------|----|------|------------------|--------|----------|
| Usia (tahun)              | 60 | 100  | 58,82 $\pm$ 9,48 | 57,00  | 45–85    |
| Kelompok Usia             |    |      |                  |        |          |
| Pra-lansia (45–59 tahun)  | 35 | 58,3 | 52,17 $\pm$ 3,94 | 52,00  | 45–58    |
| Lansia ( $\geq$ 60 tahun) | 25 | 41,7 | 68,12 $\pm$ 6,67 | 66,00  | 60–85    |

Pasien tuberkulosis paru sensitif obat yang mengalami konversi sputum memiliki rentang usia 45–85 tahun, dengan rerata usia 58,82  $\pm$  9,48 tahun dan median 57 tahun. Sebanyak 35 pasien (58,3%) termasuk kelompok pra-lansia dengan rerata usia 52,17 $\pm$ 3,94 tahun, median 52 tahun, dan rentang usia 45–58 tahun. Sebanyak 25 pasien (41,7%) termasuk kelompok lansia dengan rerata usia 68,12 $\pm$ 6,67 tahun, median 66 tahun, dan rentang usia 60–85 tahun. Dengan demikian, sebagian besar responden dalam penelitian ini merupakan kelompok pra-lansia.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gatete et al. (2023) di Rwanda yang melaporkan bahwa pasien pra-lansia (40–59 tahun) yang mengalami konversi sputum lebih banyak dibandingkan pasien lansia ( $\geq$ 60 tahun), yaitu masing-masing sebanyak 2445 pasien dan 800 pasien. Temuan berbeda dilaporkan oleh Bhatti et al. (2021) di Penang, Malaysia, yang menunjukkan bahwa pasien berusia  $\geq$ 50 tahun yang mengalami konversi sputum lebih banyak dibandingkan kelompok usia 36–50 tahun, masing-masing sebanyak 167 dan 123 pasien.

Secara patofisiologis, penambahan usia berkaitan dengan *immunosenescence*, yaitu penurunan fungsi sistem imun yang dapat mengganggu aktivitas limfosit T dan makrofag dalam mengeliminasi *Mycobacterium tuberculosis* (Singh et al., 2024; Theodorakis et al., 2024). Penuaan juga disertai penurunan fungsi paru dan mekanisme pembersihan mukosiliar yang dapat menghambat eliminasi sekret saluran pernapasan (Bailey, 2022). Meskipun demikian, penelitian ini bersifat deskriptif sehingga proporsi kelompok pra-lansia yang lebih besar tidak dapat diinterpretasikan sebagai bukti bahwa kelompok tersebut memiliki kemungkinan konversi sputum yang lebih tinggi dibandingkan kelompok lansia.

## Karakteristik Demografis Pasien

**Tabel 2. Karakteristik Demografis Pasien**

| Variabel                        | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|---------------------------------|---------------|----------------|
| <b>Jenis Kelamin</b>            |               |                |
| Laki-laki                       | 48            | 80,0           |
| Perempuan                       | 12            | 20,0           |
| <b>Indeks Massa Tubuh (IMT)</b> |               |                |
| Berat badan kurang              | 17            | 28,3           |
| Normal                          | 34            | 56,7           |
| Berat badan lebih               | 5             | 8,3            |
| Obesitas                        | 4             | 6,7            |
| <b>Kebiasaan Merokok</b>        |               |                |
| Tidak                           | 33            | 55,0           |
| Ya                              | 27            | 45,0           |

Pasien yang mengalami konversi sputum didominasi oleh laki-laki, yaitu 48 pasien (80,0%), sedangkan perempuan sebanyak 12 pasien (20,0%). Berdasarkan IMT, lebih dari

separuh pasien memiliki IMT normal (56,7%), sedangkan 28,3% termasuk kategori berat badan kurang, 8,3% berat badan lebih, dan 6,7% obesitas. Berdasarkan kebiasaan merokok, sebagian besar pasien tidak merokok (55,0%), sedangkan 45,0% memiliki kebiasaan merokok.

Dominasi pasien laki-laki dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian Ibrahim et al. (2022) yang melaporkan bahwa pasien tuberkulosis lebih banyak berjenis kelamin laki-laki (62,43%) dibandingkan perempuan (37,56%). Temuan berbeda dilaporkan oleh (Deshmukh et al., 2023) yang menunjukkan bahwa kecenderungan konversi sputum lebih cepat pada perempuan dengan proporsi konversi sputum pada bulan kedua sebesar 85% dibandingkan 81% pada laki-laki. Dominasi pasien laki-laki dapat berkaitan dengan lebih tingginya risiko kejadian tuberkulosis pada laki-laki. Laki-laki memiliki paparan risiko yang lebih tinggi, seperti kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, dan faktor hormonal (testosteron) yang menghambat respon imun (Isbaniah F. dkk, 2021).

Pada karakteristik IMT, sebagian besar pasien memiliki IMT normal (56,7%), sedangkan 28,3% termasuk kategori berat badan kurang. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sari et al. (2019) yang melaporkan bahwa pasien dengan IMT normal merupakan kelompok terbanyak yang mengalami konversi sputum (66,67%), dibandingkan pasien dengan berat badan kurang (16,67%). Sebaliknya, Paik et al. (2025) melaporkan bahwa proporsi pasien dengan IMT <18,5 kg/m<sup>2</sup> yang mengalami konversi sputum sebesar 47,48%, lebih tinggi dibandingkan pasien dengan IMT ≥18,5 kg/m<sup>2</sup> sebesar 39,33%. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi konversi sputum berdasarkan status IMT dapat bervariasi antarpelelitian. Secara fisiologis, status gizi yang kurang pada pasien tuberkulosis dapat berkaitan dengan penurunan fungsi imun dan cadangan fisiologis tubuh sehingga berpotensi memengaruhi kemampuan tubuh dalam mengendalikan infeksi (Wagnew et al., 2023).

Berdasarkan kebiasaan merokok, pasien yang tidak merokok sedikit lebih banyak dibandingkan pasien yang merokok, masing-masing sebesar 55,0% dan 45,0%. Proporsi perokok yang cukup besar dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kebiasaan merokok masih ditemukan pada pasien tuberkulosis paru usia tua yang mengalami konversi sputum. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bernet-Sanchez et al. (2023) yang melaporkan bahwa terdapat 53,7% pasien yang mengalami konversi sputum merupakan non-perokok. Secara patofisiologis, paparan asap rokok dapat mengganggu fungsi makrofag alveolar, termasuk fagositosis dan aktivitas bakterisidal terhadap *Mycobacterium tuberculosis*, serta memengaruhi respons imun melalui perubahan respons Th1/Th2 dan peningkatan aktivasi sel T regulator. Gangguan tersebut dapat melemahkan pertahanan imun dan memengaruhi konversi sputum (Diana H. Quan, Alexander J. Kwong, 2022).

## Karakteristik Klinis Pasien

**Tabel 3. Karakteristik Klinis Pasien**

| Variabel                | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|-------------------------|---------------|----------------|
| <b>Diabetes Melitus</b> |               |                |
| Tidak Ada               | 53            | 88,3           |
| Ada                     | 7             | 11,7           |
| <b>HIV</b>              |               |                |
| Tidak Ada               | 60            | 100            |
| Ada                     | 0             | 0              |
| <b>Hepatitis</b>        |               |                |
| Tidak Ada               | 58            | 96,7           |
| Ada                     | 2             | 3,3            |

|                                        |    |      |
|----------------------------------------|----|------|
| <b>Hipertensi</b>                      |    |      |
| Tidak Ada                              | 54 | 90,0 |
| Ada                                    | 6  | 10,0 |
| <b>Riwayat Tuberkulosis Sebelumnya</b> |    |      |
| Tidak Ada                              | 55 | 91,7 |
| Ada                                    | 5  | 8,3  |

Sebagian besar pasien yang mengalami konversi sputum tidak memiliki diabetes melitus (53 pasien;(88,3%), sedangkan 7 pasien (11,7%) memiliki diabetes melitus. Seluruh pasien tidak memiliki HIV (100%). Sebanyak 58 pasien (96,7%) tidak memiliki hepatitis dan 2 pasien (3,3%) memiliki hepatitis. Sebanyak 54 pasien (90,0%) tidak memiliki hipertensi, sedangkan 6 pasien (10,0%) memiliki hipertensi. Sebagian besar pasien juga tidak memiliki riwayat tuberkulosis sebelumnya (91,7%). Distribusi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar pasien yang mengalami konversi sputum dalam penelitian ini tidak memiliki komorbid yang diteliti maupun riwayat tuberkulosis sebelumnya.

Pada variabel diabetes melitus, temuan ini sejalan dengan penelitian Feng et al. (2026) yang melaporkan bahwa proporsi pasien yang mengalami konversi sputum tanpa diabetes melitus (83,89%) lebih besar daripada yang memiliki diabetes melitus (16,11%). Diabetes melitus dapat meningkatkan kerentanan terhadap tuberkulosis melalui hiperglikemia yang mengganggu fungsi imun, termasuk fagositosis dan produksi sitokin. Kondisi tersebut juga dapat mengganggu pertahanan paru sehingga berpotensi memperlambat konversi sputum (Rahami et al., 2024).

Pada variabel HIV, seluruh pasien yang mengalami konversi sputum dalam penelitian ini tidak memiliki HIV (100%). Kondisi tersebut dapat berkaitan dengan karakteristik populasi penelitian maupun distribusi kasus di lokasi penelitian. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Baskaran & Lian (2022) yang melaporkan bahwa seluruh pasien (100%) yang mengalami konversi sputum pada bulan kedua berstatus HIV negatif. Infeksi HIV pada pasien tuberkulosis dapat menurunkan jumlah dan fungsi sel CD4+. Gangguan imunitas tersebut juga dapat memengaruhi farmakokinetik awal isoniazid dan etambutol sehingga dapat menyebabkan keterlambatan konversi sputum (Sossen et al., 2025).

Berdasarkan status hepatitis, sebagian besar pasien yang mengalami konversi sputum tidak memiliki hepatitis (96,7%), sedangkan pasien dengan hepatitis hanya sebesar 3,3%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Feleke et al. (2020) yang melaporkan bahwa sebagian besar pasien (89,5%) yang tidak memiliki koinfeksi hepatitis B mengalami luaran pengobatan yang baik. Bhatti et al. (2021) melaporkan hal yang berbeda, yaitu terdapat 13 pasien (61,9%) dengan komorbid hepatitis mengalami konversi sputum, sedangkan 8 pasien (38,1%) tidak mengalami konversi sputum. Secara patofisiologis, hepatitis dapat mengganggu fungsi hati yang berperan dalam metabolisme dan eliminasi obat antituberkulosis sehingga dapat memengaruhi konversi sputum (Feleke et al., 2020).

Pada karakteristik hipertensi, sebagian besar pasien yang mengalami konversi sputum tidak memiliki hipertensi, yaitu sebanyak 54 pasien (90,0%), sedangkan 6 pasien (10,0%) memiliki hipertensi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Baskaran & Lian (2022) yang melaporkan bahwa terdapat 81,5% pasien yang mengalami konversi sputum pada bulan kedua tidak memiliki hipertensi. Secara patofisiologis, inflamasi kronis pada hipertensi dapat memengaruhi respons imun melalui peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS) sehingga memengaruhi konversi sputum (Zhang et al., 2023).

Berdasarkan riwayat tuberkulosis sebelumnya, sebagian besar pasien yang mengalami konversi sputum tidak memiliki riwayat tuberkulosis sebelumnya, yaitu 55 pasien (91,7%), sedangkan 5 pasien (8,3%) memiliki riwayat tuberkulosis sebelumnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Asemahagn (2021) yang melaporkan bahwa terdapat 225 pasien (80%) tanpa riwayat tuberkulosis sebelumnya mengalami konversi sputum. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Gatete et al. (2023), yaitu 90,43% pasien tanpa riwayat tuberkulosis sebelumnya mengalami konversi sputum. Secara teoretis, riwayat tuberkulosis sebelumnya dapat memengaruhi respons terhadap pengobatan akibat paparan obat antituberkulosis dan resistensi akibat terapi sebelumnya yang tidak adekuat. Riwayat infeksi tersebut juga dapat menyebabkan kerusakan struktural paru yang berpotensi mengganggu pembersihan sekret. Kedua kondisi tersebut secara teoretis dapat memengaruhi respons terapi dan proses konversi sputum (Gatete et al., 2023; Meghji et al., 2025).

### **Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sebanyak 108 dari 172 pasien dengan diagnosis bakteriologis tidak dapat diikutsertakan karena tidak memiliki hasil pemeriksaan sputum bulan kedua dan keenam, sehingga terdapat kemungkinan bias seleksi. Kedua, penelitian ini hanya melibatkan pasien yang mengalami konversi sputum tanpa kelompok pembanding, sehingga tidak dapat menilai hubungan antara karakteristik pasien dan konversi sputum. Ketiga, penggunaan data sekunder dari SITB bergantung pada kelengkapan dan ketepatan pencatatan.

### **Kesimpulan**

Pasien tuberkulosis paru sensitif obat usia tua yang mengalami konversi sputum di RSUD Raden Mattaher Jambi tahun 2023–2025 didominasi oleh kelompok pra lansia (45–59 tahun), laki-laki, dan pasien dengan IMT normal. Sebagian besar pasien tidak memiliki diabetes melitus, HIV, hepatitis, hipertensi, maupun riwayat tuberkulosis sebelumnya.

### **Saran**

Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel dan periode penelitian yang lebih luas serta kelompok pembanding pasien yang tidak mengalami konversi sputum, untuk memperoleh gambaran karakteristik yang lebih komprehensif dan menilai faktor yang berhubungan dengan konversi sputum. Kelengkapan pencatatan data klinis dan hasil pemeriksaan sputum dalam SITB juga perlu ditingkatkan.

### **Daftar Referensi**

- Asemahagn, M. A. (2021). Sputum smear conversion and associated factors among smear - positive pulmonary tuberculosis patients in East Gojjam Zone , Northwest Ethiopia : a longitudinal study. *BMC Pulmonary Medicine*, 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01483-w>
- Bailey, K. L. (2022). Aging Diminishes Mucociliary Clearance of the Lung. *Advances in Geriatric Medicine and Research*, 4(2), 1–11. <https://doi.org/10.20900/agmr20220005>.
- Baskaran, N., & Lian, L. S. (2022). Factors influencing delay in sputum conversion in smear-positive pulmonary tuberculosis patients in primary care in Kuala Lipis

- Pahang. *International Journal of Health Sciences*, 6(July), 46906–46923. <https://doi.org/https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS7.13077>
- Bernet-Sanchez, A., Santín, M., & Gros-nav, L. (2023). *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases Time to sputum conversion in patients with pulmonary tuberculosis: A score to estimate the infectious period e-Re n*. 31(March). <https://doi.org/10.1016/j.jctube.2023.100361>
- Bhatti, Z., Khan, A. H., Azhar, S., Sulaiman, S., Laghari, M., Ali, I., & Hyder, B. (2021). Determining the risk factors associated with delayed sputum conversion at the end of the intensive phase among tuberculosis patients. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 27(8), 10–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.26719/2021.27.8.755>
- Bronson Flint; Prasanna Tadi. (2023). *Physiology Aging*. International University of the Health Sciences. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556106/?report=classic>
- Deshmukh, S., Sane, M., Gaikwad, S., Sahasrabudhe, T., & Barthwal, M. (2023). Sex Differences in TB Clinical Presentation , Drug Exposure , and Treatment Outcomes in India. *CHEST*, 163(4), 778–789. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.09.024>
- Diana H. Quan, Alexander J. Kwong, P. M. H. and W. B. (2022). *No smoke without fire : the impact of cigarette smoking on the immune control of tuberculosis*. March. <https://doi.org/10.1183/16000617.0252-2021>
- Feleke, B. E., Feleke, T. E., Adane, W. G., & Girma, A. (2020). Impacts of hepatitis B and hepatitis C co-infection with tuberculosis , a prospective cohort study. *Virology Journal*, 17, 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12985-020-01385-z>
- Feng, Y., Zhang, Z., Guo, J., Luo, S., Zhang, Y., & Liu, Z. (2026). Comorbidity profiles and their impact on treatment outcomes in elderly patients with pulmonary tuberculosis : a single-center retrospective cohort study. *BMC Infectious Diseases*, 26(1), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12879-026-13459-4>
- Gatete, G., Njunwa, K. J., Migambi, P., Ntaganira, J., & Ndagijimana, A. (2023). Prevalence and factors associated with sputum smear non-conversion after two months of tuberculosis treatment among smear-positive pulmonary tuberculosis patients in Rwanda : a cross-sectional study. *BMC Infectious Diseases*, 23, 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12879-023-08395-6>
- Ibrahim, M. N., Rosmawati, N., Husain, N., & Daud, A. (2022). Epidemiology and Risk Factors of Delayed Sputum Smear Conversion in Malaysian Aborigines with Smear-Positive Pulmonary Tuberculosis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph19042365>
- Isbaniah F. dkk. (2021). *Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia* (Edisi Revi). Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI).
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 10 (2016).
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2025). *Buku Panduan Tenaga Medis dan Tenaga Kesehatan Tuberkulosis*. <https://www.tbindonesia.or.id/wp-content/uploads/2025/01/Buku-Panduan-Tenaga-Medis-dan-Kesehatan-Tuberkulosis.pdf>
- Meghji, J., Auld, S. C., Bisson, G. P., & Khosa, C. (2025). *Post-tuberculosis lung disease : Towards prevention , diagnosis and care*. 13(5), 460–472. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(24\)00429-6](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(24)00429-6)
- Paik, G., Sau, M., Kumari, K., As, A., & Debbarma, S. (2025). Sputum smear conversion and its associated factors among sputum-positive pulmonary tuberculosis patients of a tribal community in West Bengal. *Asian Journal of Medical Sciences*, 16(9), 65–71. <https://doi.org/10.71152/ajms.v16i9.4679>

- Pemerintah Kota Jambi. (2025). *Rencana Aksi Derah Penanggulangan Tuberkulosis Kota Jambi Tahun 2025-2030*. 6.
- Rahami, N. A., Dewi, R., & Shodikin, M. A. (2024). Diabetes Mellitus Associated with Sputum Conversion Time in Drug-Resistant Pulmonary TB Patients at Dr . Soebandi Regional General Hospital , Jember. *Journal of Respiriology*, 10(79), 195–202. <https://doi.org/10.20473/jr.v10-I.3.2024.195-202>
- Rasyid, Y., Caniago, R. S., Adzani, N. A., & Setiawati, E. (2022). Hubungan Kadar HBA1C dengan Konversi BTA Sputum pada Penderita Tuberkulosis Paru dengan Komorbid Diabetes Melitus Tipe II. *Scientific Journal*, Vol III No, 242–254. <http://journal.scientic.id/index.php/sciena/issue/view/20>
- Sari, D. K., Mega, J. Y., & Harahap, J. (2019). *Nutrition Status Related to Clinical Improvement in AFB-Positive Pulmonary Tuberculosis Patients in Primary Health Centres in Medan , Indonesia*. 7(10), 1621–1627.
- Singh, M., Patel, B., Seo, M., Ahn, P., Wais, N., Shen, H., Nakka, S., Kishore, P., & Venketaraman, V. (2024). *TB and HIV induced immunosenescence : where do vaccines play a role ?* 5(June), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fragi.2024.1385963>
- Sossen, B., Kubjane, M., & Meintjes, G. (2025). Tuberculosis and HIV coinfection : Progress and challenges towards reducing incidence and mortality. *International Journal of Infectious Diseases*, 155, 107876. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2025.107876>
- Theodorakis, N., Feretzakis, G., Hitas, C., Kreouzi, M., Kalantzi, S., Spyridaki, A., Kollia, Z., Verykios, V. S., & Nikolaou, M. (2024). Immunosenescence : How Aging Increases Susceptibility to Bacterial Infections and Virulence Factors. *Microorganisms*, 12, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/microorganisms12102052>
- Wagnew, F., Alene, K. A., Kelly, M., & Gray, D. (2023). The effect of undernutrition on sputum culture conversion and treatment outcomes among people with multidrug-resistant tuberculosis : a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases*, 127, 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2022.11.043>
- World Health Organization. (2025). *Global Tuberculosis Report 2025*. World Health Organization.
- Zhang, Z., Zhao, L., Zhou, X., & Meng, X. (2023). *Role of in fl ammation , immunity , and oxidative stress in hypertension : New insights and potential therapeutic targets*. January, 1–18. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1098725>