



CHARACTERISTICS OF TUBERCULOUS MENINGITIS PATIENTS AT M.DJAMIL PADANG HOSPITAL IN 2024

Fanny Adhy Putri¹, Yuliarni Syafrita¹✉, Djong Hon Tjong², Dwitya Elvira³, Nurvalinda¹

¹Departemen Neurologi, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas

²Departemen Biologi Universitas Andalas, ³Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas
ysyafrita@yahoo.com

Abstrak

Meningitis tuberkulosis (MTB) merupakan bentuk Tuberkulosis ekstra paru yang paling berat, dengan angka morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Diperkirakan setidaknya terdapat 100.000 orang menderita MTB setiap tahunnya. Laporan Global TB 2022 memperkirakan bahwa pada tahun 2021 terdapat setidaknya 13.400 kasus MTB di Indonesia atau sekitar 8% dari estimasi global. Mengetahui karakteristik pasien meningitis tuberkulosis di RS M. Djamil Padang Tahun 2024. Penelitian deskriptif dengan metode *cross sectional*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan mengumpulkan data rekam medis pasien MTB di RS M. Djamil Padang dari Januari hingga Desember 2024. Jumlah sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi adalah 45 orang. Data dianalisis menggunakan SPSS. Analisis univariat digunakan untuk menilai karakteristik subjek penelitian dan disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi. Pasien MTB yang diteliti memiliki rerata usia 31 tahun, didominasi oleh jenis kelamin laki-laki (55,6%). Pasien MTB yang diteliti lebih banyak memiliki status gizi *normoweight* (64,4%) dan hanya 17,8% pasien yang memiliki status gizi *underweight*. Hanya 13,3% pasien MTB yang memiliki riwayat tuberkulosis sebelumnya dan 6,7% pasien memiliki status *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) positif. Sekitar 4,76% dan 11,1% pasien memiliki komorbid diabetes dan hipertensi. Sebagian besar pasien berada pada BMRC stadium II (71,1%). Hidrosefalus merupakan temuan hasil pemeriksaan CT Scan yang paling sering ditemui yaitu 46,7%. Hanya 26,7% pasien yang meninggal saat rawatan. Meningitis TB lebih sering ditemukan pada laki-laki, berada pada *British Medical Research Council* (BMRC) stadium II, mengalami hidrosefalus, dan lebih dari seperempat pasien MTB mengalami kematian saat rawatan.

Kata Kunci: Karakteristik pasien, *meningitis tuberkulosis*.

Abstract

Tuberculous meningitis (TBM) is the most severe form of extrapulmonary TB, causing high morbidity and mortality. The Global TB 2022 report estimates that there are at least 100,000 people with MTB each year. In 2021, there were at least 13,400 MTB cases in Indonesia, or about 8% of the global estimate. To determine the characteristics of tuberculous meningitis patients at M. Djamil Padang Hospital in 2024. A descriptive study with cross-sectional method. The sampling technique used was purposive sampling by collecting medical record data of TBM patients at Dr. M. Djamil Padang Hospital in 2024. The number of samples that met the inclusion and exclusion criteria was 45 sample. Data were analyzed using SPSS. Univariate analysis was used to assess the characteristics of patient and presented in the form of a frequency distribution table. The average age of TBM patients in this study was 31 years, dominated by male gender (55.6%). Most of the TBM patients had normal nutritional status (64.4%) and only 17.8% of patients were underweight. Only 13.3% of TBM patients had a history of TB and 6.7% of patients had positive HIV status. Around 4.76% and 11.1% of patients had comorbid DM and hypertension. Most patients were in stage II BMRC (71.1%). Hydrocephalus was the most common CT Scan finding, which was 46.7%. Only 26.7% of patients died during treatment. Tuberculous meningitis is more common in men, with stage II BMRC, has hydrocephalus, and more than a quarter of MTB patients died during treatment.

Keywords: Patient characteristics, *Tuberculous Meningitis*

©Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2025

* Corresponding author :

Address : Limau Manis, Pauh, Padang, Sumatera Barat

Email : ysyafrita@yahoo.com

Phone : +6281363308825

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb). Penyakit ini terus menimbulkan ancaman kesehatan bagi masyarakat global.(Seid et al., 2023) Tuberkulosis diketahui menyebabkan kematian pada hampir 1,5 juta orang pada tahun 2018 dan Indonesia merupakan negara dengan jumlah penderita TB terbanyak ketiga di dunia setelah India dan Cina.(Charles et al., 2021; Zakiyyah et al., 2022) Tuberkulosis sebagian besar bermanifestasi sebagai penyakit paru-paru, namun juga dapat menyerang bagian tubuh lainnya, dikenal sebagai TB ekstra paru. Sekitar 5% dari semua kasus TB ekstra paru merupakan meningitis tuberkulosis (MTB) yang disebabkan oleh penyebaran infeksi Mtb ke dalam meningen dan cairan serebrospinal (CSS).(Charles et al., 2021)

Meningitis tuberkulosis merupakan bentuk TB yang paling berat, dengan angka morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Diperkirakan setidaknya terdapat 100.000 orang menderita MTB setiap tahunnya.(Charles et al., 2021) Data *PLOS Global Public Health* memperkirakan bahwa pada tahun 2019 terdapat 164.000 orang dewasa yang didiagnosis dengan MTB secara global dan 23% diantaranya didiagnosis dengan HIV positif.(Dodd et al., 2021) Sementara itu, laporan Global TB 2022 memperkirakan bahwa pada tahun 2021 terdapat setidaknya 13.400 kasus MTB di Indonesia atau sekitar 8% dari estimasi global.(Nijman et al., 2023)

Penegakan diagnosis MTB sangat sulit dan terus menjadi tantangan bagi klinisi, dikarenakan onsetnya yang cepat, gejala yang tidak spesifik, dan sulitnya mendeteksi Mtb pada CSS.(Foppiano Palacios & Saleeb, 2020; Seid et al., 2023) Meningitis tuberkulosis dapat menunjukkan gambaran klinis yang bervariasi meliputi perubahan status mental, kejang, kelumpuhan saraf kranial, dan defisit neurologis focal. Pemeriksaan CSS merupakan *gold standard* untuk mendiagnosis MTB. Identifikasi basil tahan asam pada CSS, baik dengan pemeriksaan apusan maupun kultur, diperlukan untuk menegakkan diagnosis definitif MTB.(Seid et al., 2023)

Meskipun pemeriksaan kultur merupakan pemeriksaan pilihan untuk mendiagnosis Mtb, pemeriksaan ini memerlukan waktu yang lama dan dapat menyebabkan keterlambatan diagnosis.(Seid et al., 2023) Hal inilah yang menyebabkan tingginya angka mortalitas pada pasien MTB yaitu 30–40% dan mencapai > 60% pada pasien dengan HIV positif. Sementara itu, lebih dari separuh pasien yang mampu bertahan hidup akan mengalami gejala sisa yang menyebabkan kecacatan seumur hidup.(Foppiano Palacios & Saleeb, 2020) Resistensi obat dan infeksi HIV juga meningkatkan kesulitan penanganan pasien dengan MTB.(Seid et al., 2023) Sampai saat ini belum ada penelitian yang membahas tentang karakteristik pasien meningitis TB di RS M. Djamil Padang.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan metode *cross sectional*. Teknik sampel

yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan mengambil data rekam medis pasien yang didiagnosis dengan meningitis TB di RS M. Djamil Padang periode Januari – Desember 2024, serta memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi penelitian. Kriteria inklusi meliputi pasien yang berusia 18-59 tahun, dinyatakan *definite, probable*, dan *possible* mengalami meningitis TB berdasarkan skor Marais, dan bersedia menandatangani *informed consent*. Sementara itu, kriteria eksklusi penelitian ini meliputi riwayat penggunaan obat anti tuberkulosis (OAT) lebih dari 3 hari sebelum dilakukan pungsi lumbal, pasien yang hamil dan menyusui, pasien dengan gangguan faal hepar yang ditandai dengan peningkatan kadar SGOT dan SGPT > 5 kali nilai normal sebelum penggunaan obat anti tuberkulosis (OAT), dan pasien yang gagal dilakukan pungsi lumbal.

Jumlah sampel yang diteliti pada penelitian ini adalah 45 orang. Karakteristik pasien yang diteliti meliputi data demografi (usia, jenis kelamin, status gizi yang diklasifikasikan berdasarkan indeks massa tubuh (IMT) menurut kriteria Asia-Pasifik), riwayat kesehatan (riwayat TB sebelumnya, komorbid DM, hipertensi, dan HIV), stadium penyakit, hasil pemeriksaan CT-Scan (hidrosefalus, tuberkuloma, vaskulitis), dan *outcome* pasien (meninggal, atau hidup). Stadium penyakit MTB ditentukan berdasarkan kriteria *British Medical Research Council* (BMRC) yang dimodifikasi dengan kriteria sebagai berikut: stadium I didefinisikan sebagai *Glasgow Coma Scale* (GCS) 15 tanpa defisit neurologis focal. Stadium II didefinisikan sebagai GCS 15 dengan defisit neurologis atau GCS 11 – 14. Derajat III didefinisikan sebagai GCS ≤ 10 dengan atau tanpa defisit neurologis focal

Data dianalisis menggunakan SPSS versi 25. Analisis univariat digunakan untuk menilai karakteristik subjek penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi. Penelitian ini diajukan ke komite etik penelitian RS M. Djamil Padang untuk mendapatkan persetujuan dan dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dan dilakukan setelah mendapatkan persetujuan. Penelitian ini telah lulus uji etik dari Tim Komite Etik Penelitian RS M. Djamil Padang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasien MTB yang diteliti memiliki rerata usia 31 tahun dan di dominasi oleh jenis kelamin laki-laki yaitu 55,6%. Pasien MTB yang diteliti lebih banyak memiliki status gizi *normoweight* (64,4%) dan hanya 17,8% pasien yang memiliki status gizi *underweight*. Hanya 13,3% pasien MTB yang memiliki riwayat TB sebelumnya dan 6,7% pasien memiliki status HIV positif. Sekitar 4,76% pasien memiliki komorbid DM dan 11,1% diantaranya memiliki komorbid hipertensi. Sebagian besar pasien berada pada BMRC stadium II yaitu 71,1%. Hidrosefalus merupakan temuan hasil pemeriksaan CT Scan yang paling sering ditemui yaitu 46,7%, diikuti oleh vaskulitis (20,0%) dan tuberkuloma (2,2%) dan 26,7% pasien meninggal saat rawatan, seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Dasar Subjek Penelitian

Variabel	f (%)	Median
Umur		31
Jenis Kelamin		
Laki laki	25 (55,6)	
Perempuan	20 (44,4)	
IMT		
Underweight	8 (17,8)	
Normoweight	29 (64,4)	
Overweight	6 (13,3)	
Obesitas	2 (4,4)	
Riwayat Penyakit		
Riwayat TB sebelumnya	6 (13,3)	
Status HIV positif	3 (6,7)	
Riwayat DM	2 (4,76)	
Riwayat Hipertensi	5 (11,1)	
Stadium Penyakit (BMRC)		
I	1 (2,2)	
II	32 (71,1)	
III	12 (26,7)	
Hasil Pemeriksaan CT Scan		
Hidrosefalus	21 (46,7)	
Tuberkuloma	1 (2,2)	
Vaskulitis	9 (20,0)	
Status Luaran Pasien		
Hidup	33 (73.3)	
Meninggal	12 (26.7)	

Pasien MTB yang diteliti memiliki rerata usia 31 tahun dan di dominasi oleh jenis kelamin laki-laki yaitu 55,6%. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gerine Nijman di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo (RSCM) Jakarta dan RS Hasan Sadikin Bandung, dimana pasien MTB yang diteliti memiliki rerata usia 31 tahun (IQR 24–46) dan 57,1% diantaranya berjenis kelamin laki-laki.(Nijman et al., 2023) Penelitian yang dilakukan Xiaolin Zhu dkk juga menemukan hasil yang hampir serupa, dimana usia rata-rata pasien MTB kategori usia 18-59 tahun adalah 32,1±12,9 tahun, dengan persentase laki-laki lebih besar dibandingkan perempuan, yaitu 58% berbanding 42%.(Zhu et al., 2023) Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Saddam Ahmad Hasib dkk menemukan rerata usia pasien MTB yang sedikit lebih muda yaitu 29.00±11.01 dan didominasi oleh jenis kelamin laki-laki (55,4%). Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan populasi yang diteliti.(Hasib et al., 2025) Faktor genetik seperti gen TLR dan gen LTA4H diketahui membuat dewasa muda lebih rentan terhadap MTB. Penelitian yang dilakukan oleh Firman Prayudi dkk menunjukkan bahwa usia ($p=0,194$) dan jenis kelamin ($p=0,598$) bukan merupakan faktor prognosis yang signifikan pada pasien MTB.(Munir et al., 2020)

Pasien MTB yang diteliti lebih banyak memiliki status gizi *normoweight* (64,4%) dan hanya 17,8% pasien yang memiliki status gizi *underweight*. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hua He dkk, dimana IMT pasien MTB adalah 23.47 ± 2.38 .(He et al., 2024) Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Lakkana Boonyagars dkk menemukan rerata IMT pasien MTB yang lebih rendah, yaitu 20.92 ± 3.85 .(Boonyagars et al., 2021) Penelitian yang dilakukan oleh Mailing Huang dkk juga menemukan hanya 6,3% dan 4,0% pasien *definite* dan *probable* MTB yang mengalami malnutrisi ($IMT < 18,5 \text{ kg/m}^2$). (Huang et al., 2023) Imunitas

seluler memainkan peran penting dalam respons imun terhadap infeksi Mtb. Malnutrisi diketahui dapat mengganggu fungsi sel T, khususnya produksi sitokin T-helper-1 dan fungsi efektor antimikobakteri makrofag. Pasien TB juga mengalami peningkatan metabolisme dan penurunan nafsu makan yang memperberat kondisi malnutrisi yang sudah ada. Sehingga, lingkaran setan antara TB dan malnutrisi terus berlanjut. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa malnutrisi meningkatkan risiko kematian pada pasien TB dan MTB. Memperbaiki gaya hidup dan status gizi tidak hanya dapat menurunkan kejadian TB dan MTB, tetapi juga meningkatkan prognosis.(Huang et al., 2023)

Seseorang yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah, terutama mereka yang terinfeksi HIV, lebih rentan terhadap infeksi Mtb paru dan ekstra paru. Infeksi HIV menyebabkan penurunan jumlah sel T CD4 secara bertahap, yang dapat mengganggu respons kekebalan tubuh terhadap patogen, dengan demikian, membuat seseorang lebih rentan terhadap beberapa infeksi oportunistik, termasuk Mtb.(Navasardyan, Abdou, et al., 2023) Hanya 13,3% pasien MTB dalam penelitian ini yang memiliki riwayat TB sebelumnya dan 6,7% pasien memiliki status HIV positif. Penelitian yang dilakukan oleh Gerine Nijman di Rumah sakit Cipto Mangunkusumo hospital (RSCM) Jakarta dan RS Hasan Sadikin hospital Bandung menemukan bahwa riwayat pengobatan TB sebelumnya (27,6%) dan HIV (23,1%) merupakan komorbid yang paling sering ditemui, sedangkan komorbid diabetes hanya ditemukan pada 5,8% pasien. Jaime Soria dkk menemukan bahwa 24% pasien yang diteliti memiliki riwayat TB sebelumnya dan 38% pasien terinfeksi HIV pada saat diagnosis. Penelitian yang dilakukan oleh Lakkana Boonyagars dkk menemukan persentase yang lebih besar, dimana 55,75% subjek yang diteliti memiliki HIV positif.

Perbedaan hasil ini dapat disebabkan oleh perbedaan jumlah subjek yang diteliti.

Hubungan meningitis TB, hipertensi, dan DM telah banyak dibahas. Individu dengan diabetes, khususnya DM tipe 2, menunjukkan peningkatan kadar stres oksidatif, yang menyebabkan kerusakan sel dan inflamasi. Kondisi ini dapat menurunkan kemampuan sistem imun untuk melawan infeksi Mtb, khususnya di sistem saraf pusat (SSP). Produksi *reactive oxygen species* (ROS) yang berlebihan pada pasien DM menyebabkan kerusakan jaringan, termasuk jaringan otak, yang berkontribusi pada perkembangan MTB. *Reactive oxygen species* (ROS) juga dapat memengaruhi integritas sawar darah otak atau *blood brain barrier* (BBB)—mekanisme pertahanan utama SSP. Kerusakan pada sel endotel yang melapisi BBB meningkatkan permeabilitas terhadap patogen dan berkontribusi pada perkembangan MTB. Mekanisme yang hampir serupa juga terlihat pada pasien dengan komorbid hipertensi.(Navasardyan, Yeganyan, et al., 2023) Sekitar 4,76% pasien yang diteliti pada penelitian ini memiliki komorbid DM dan 11,1% diantaranya memiliki komorbid hipertensi. Hasil penelitian ini hampir serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Mailing Huang dkk, dimana komorbid DM dan hipertensi pada pasien MTB yang diteliti yaitu 9,4% dan 7,1% pada pasien *definite* MTB; 9,1% dan 11% pada pasien *probable* MTB.(Huang et al., 2023) Penelitian yang dilakukan oleh Lakkana Boonyagars dkk menemukan persentase komorbid DM dan hipertensi yang lebih sedikit yaitu masing-masing sebesar 6,90%.(Boonyagars et al., 2021)

Sebagian besar pasien dalam penelitian ini berada pada BMRC stadium II yaitu 71,1%. Hasil yang hampir serupa juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Gerine Nijman di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo (RSCM) Jakarta dan RS Hasan Sadikin Bandung, dimana MTB stadium II lebih sering ditemui yaitu 79,1%, diikuti oleh stadium III (16,9%), dan stadium I (4,1%).(Nijman et al., 2023) Penelitian yang dilakukan Xiaolin Zhu dkk menemukan bahwa pada pasien MTB dengan kategori usia 18-59 tahun paling sering ditemui pada stadium II yaitu 55%, diikuti oleh stadium I (33%) dan stadium III (12%).(Zhu et al., 2023) Penelitian yang dilakukan oleh Firman Prayudi dkk juga menemukan bahwa *moderate stage* (stadium II) (49%) merupakan stadium penyakit yang paling sering ditemui, diikuti oleh *severe stage* (stadium III) (41%), dan *mild stage* (stadium I) (10%).(Munir et al., 2020) Jaime Soria dkk juga menemukan bahwa pasien MTB paling sering ditemui pada stadium II (50,6%), diikuti oleh stadium I (35,3%), dan stadium III (14,1%).(Soria et al., 2019) Penelitian yang dilakukan oleh Saddam Ahmad Hasib dkk menemukan bahwa pasien MTB lebih sering ditemui pada stadium III (48,9%), diikuti oleh stadium II (34,8%), dan stadium I (16,3%). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh subjek yang diteliti oleh Saddam Ahmad Hasib dkk merupakan pasien yang sudah menunjukkan komplikasi hidrocefalus, sehingga memengaruhi prognosis.(Hasib et al., 2025) Penelitian yang dilakukan oleh Firman Prayudi dkk menyatakan

bahwa stadium lanjut (stadium II, III) memiliki hubungan yang signifikan dengan mortalitas ($p=0,001$). (Munir et al., 2020)

Meningitis TB dapat menyebabkan beberapa komplikasi seperti hidrocefalus, infark vaskulitis, tuberkuloma, dan araknoiditis optokiasmatik. Hidrocefalus merupakan salah satu komplikasi meningitis TB yang paling umum dan paling berat. Hidrocefalus dapat ditemukan pada dua pertiga pasien dengan meningitis TB dan umumnya dikaitkan dengan prognosis yang buruk.(Hasib et al., 2025) Hidrocefalus merupakan temuan hasil pemeriksaan CT Scan yang paling sering ditemui pada subjek penelitian ini yaitu 46,7%, diikuti oleh vaskulitis (20,0%) dan tuberkuloma (2,2%). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Firman Prayudi dkk dimana 47% pasien yang diteliti hidrocefalus, dan tuberkuloma ditemukan pada 17% pasien.(Munir et al., 2020) Penelitian yang dilakukan Xiaolin Zhu dkk juga menemukan bahwa menemukan bahwa gambaran tuberkuloma intrakranial hanya ditemukan pada 2% pasien yang diteliti.(Zhu et al., 2023) Yongjun Huo dkk menemukan gambaran hidrocefalus hanya pada 27,2% pasien dan 25% pasien diantaranya memiliki gambaran tuberkuloma otak multipel. Adanya tuberkulosis ekstrakranial dan temuan brain MRI yang khas merupakan faktor pendukung penting dalam menegakkan diagnosis dini MTB. Pemeriksaan pencitraan dinilai sangat penting untuk menentukan prognosis meningitis TB.(Huo et al., 2019)

Didapatkan 26,7% pasien yang diteliti dalam penelitian ini yang meninggal saat rawatan. Penelitian yang dilakukan oleh Gerine Nijman di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo (RSCM) Jakarta dan RS Hasan Sadikin Bandung menemukan hasil yang hampir serupa, dimana angka kematian di dalam rumah sakit pada pasien MTB yaitu 22,3%.(Nijman et al., 2023) Penelitian *systematic review* dan meta-analisis yang dilakukan oleh Getachew Seid dkk menemukan estimasi *case fatality rate* pada pasien MTB adalah 20,42%.(Seid et al., 2023) Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Jaime Soria dkk menemukan angka *in-hospital mortality* yang lebih tinggi yaitu 30,4%. Angka *in hospital mortality* ditemukan lebih tinggi pada pasien dengan infeksi HIV, berusia di atas 40 tahun, hasil pemeriksaan kultur CSS positif TB, dan pasien yang berada pada stadium II atau III.(Soria et al., 2019) Hasil yang hampir serupa juga terlihat pada penelitian yang dilakukan oleh Ling Wang dkk, dimana usia lanjut, skor GCS yang rendah, adanya defisit neurologis, dan hidrocefalus diidentifikasi sebagai faktor risiko independen untuk mortalitas pada pasien MTB stadium II dan III.(Wang et al., 2024)

SIMPULAN

Meningitis TB lebih sering terjadi pada laki-laki. Status gizi dapat menentukan prognosis pasien dengan MTB. Riwayat TB sebelumnya, status HIV positif, riwayat DM dan hipertensi merupakan komorbid yang dapat meningkatkan kemungkinan seseorang mengalami MTB. Sebagian besar pasien MTB berada pada BMRC

stadium II. Hidrosefalus merupakan temuan hasil pemeriksaan CT Scan yang paling sering ditemui dan lebih dari seperempat pasien MTB mengalami kematian saat rawatan.

DAFTAR PUSTAKA

Boonyagars, L., Sangketchon, C., & Pholtawornkulchai, K. (2021). Presentation, Clinical Characteristics, and Treatment Outcomes among Tuberculous Meningitis Patients with and Without HIV Infection at Vajira Hospital, Thailand: A Retrospective Cohort Study. *Journal of the International Association of Providers of AIDS Care*, 20, 1–8.
<https://doi.org/10.1177/23259582211045551>

Charles, M. M., Regan, S. S., Gerhard, W., & Novel, N. C. (2021). Tuberculous Meningitis: Pathogenesis, Immune Responses, Diagnostic Challenges, and the Potential of Biomarker-Based Approaches. *Journal of Clinical Microbiology*, 59(3), 1–16.

Dodd, P. J., Osman, M., Cresswell, F. V., Stadelman, A. M., Lan, N. H., Thuong, N. T. T., Muzyamba, M., Glaser, L., Dlamini, S. S., & Seddon, J. A. (2021). The global burden of tuberculous meningitis in adults: A modelling study. *PLOS Global Public Health*, 1(12), 1–15.
<https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0000069>

Foppiano Palacios, C., & Saleeb, P. G. (2020). Challenges in the diagnosis of tuberculous meningitis. *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases*, 20, 100164.
<https://doi.org/10.1016/j.jctube.2020.100164>

Hasib, S. A., Rizvi, I., Garg, R. K., Bajaj, A., Malhotra, H. S., Kumar, N., Uniyal, R., Pandey, S., Verma, R., & Sharma, P. K. (2025). Prognostic Model to Predict Outcome of Adult Patients with Tuberculous Meningitis Undergoing Ventriculoperitoneal Shunt Surgery: A Prospective Observational Study. *World Neurosurgery*, 194(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2024.12.021>

He, H., Xu, J., Peng, Q., Li, Y., Huang, Y., Zhang, Y.-L., & Li, X. (2024). The application value of cerebrospinal fluid immunoglobulin in tuberculous meningitis. *Microbiology Spectrum*, 12(6), 1–10.
<https://doi.org/10.1128/spectrum.00157-24>

Huang, M., Ma, Y., Ji, X., Jiang, H., Liu, F., Chu, N., & Li, Q. (2023). A study of risk factors for tuberculous meningitis among patients with tuberculosis in China: An analysis of data between 2012 and 2019. *Frontiers in Public Health*, 10(1), 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1040071>

Huo, Y., Zhan, Y., Liu, G., & Wu, H. (2019). Tuberculosis meningitis: Early diagnosis and treatment with clinical analysis of 180 patients. *Radiology of Infectious Diseases*, 6(1), 21–25.
<https://doi.org/10.1016/j.jrid.2018.07.002>

Munir, B., Prayudi, F., Setianto, C. A., & S, S. (2020). Factors Affecting Prognosis of

Tuberculous Meningitis in Saiful Anwar General Hospital Malang. *MNJ (Malang Neurology Journal)*, 6(1), 1–4.
<https://doi.org/10.21776/ub.mnj.2020.006.01.1>

Navasardyan, I., Abdou, A., Kades, S., Misakyan, Y., Ochsner, J., Subbian, S., & Venketaraman, V. (2023). Tuberculosis meningitis coexisting with HIV Infection: a comprehensive review. *Frontiers in Tuberculosis*, 1(5).
<https://doi.org/10.3389/ftubr.2023.1242869>

Navasardyan, I., Yeganyan, S., Nguyen, H., Vaghashia, P., Subbian, S., & Venketaraman, V. (2023). Role of Oxidative Stress in Tuberculosis Meningitis Infection in Diabetics. *Biomedicines*, 11(9).
<https://doi.org/10.3390/biomedicines11092568>

Nijman, G., Imran, D., Dian, S., Ganiem, A. R., Estiasari, R., Maharani, K., Yolanda, R., Supriatin, M., Alisjahbana, B., Lestari, B. W., Hamers, R. L., Hill, P. C., & van Crevel, R. (2023). Tuberculous meningitis patient pathways and delays to diagnosis in Indonesia: a retrospective cohort study. *BMJ Public Health*, 1(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1136/bmjph-2023-000052>

Seid, G., Alemu, A., Dagne, B., & Gamtesa, D. F. (2023). Microbiological diagnosis and mortality of tuberculosis meningitis: Systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 18(2 February), 1–14.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279203>

Soria, J., Metcalf, T., Mori, N., Newby, R. E., Montano, S. M., Huaroto, L., Ticona, E., & Zunt, J. R. (2019). Mortality in hospitalized patients with tuberculous meningitis. *BMC Infectious Diseases*, 19(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1186/s12879-018-3633-4>

Wang, L., Gu, Z., Chen, X., Yu, X., & Meng, X. (2024). Analysis of risk factors for long-term mortality in patients with stage II and III tuberculous meningitis. *BMC Infectious Diseases*, 24(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1186/s12879-024-09561-0>

Zakiyyah, N. C., Gunadharma, S., & Ganiem, A. R. (2022). Outcomes of Tuberculous Meningitis Patients with or without Hydrocephalus from a Tertiary Hospital in West Java, Indonesia. *Althea Medical Journal*, 9(4), 198–205.
<https://doi.org/10.15850/amj.v9n4.2304>

Zhu, X., He, N., Tong, L., Gu, Z. H., & Li, H. (2023). Clinical characteristics of tuberculous meningitis in older patients compared with younger and middle-aged patients: a retrospective analysis. *BMC Infectious Diseases*, 23(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1186/s12879-023-08700-3>