

High Sensitivity C-Reactive Protein (Hs-CRP) dan LED sebagai Penanda Inflamasi pada Penderita Tuberculosis (TBC)

Ni Nyoman Ariwidiani^{1*}, Serli², Aini², Jumari¹

¹DIV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Bima Internasional MFH, Mataram

²D3 Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Bima Internasional MFH, Mataram

*Corresponding Author: arhiwidhia13@gmail.com

Article Info

Article History:

Received, 30-11-2025

Accepted, 10-01-2026

Published, 02-07-2026

Kata Kunci:

Tuberculosis,

Hs-CRP,

LED,

Inflammation,

Biomarker

Abstrak

Infeksi Mycobacterium tuberculosis menyebabkan peningkatan produksi sitokin IL-6 sehingga menginduksi sel hati untuk mensintesis protein fase aktif seperti CRP. Peningkatan kadar Hs-CRP dan LED sering dikaitkan dengan peradangan dan infeksi akut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar Hs-CRP dan LED sebagai penanda inflamasi pada penderita TB. Pengumpulan data dilakukan secara observasional analitik dengan desain cross-sectional. Sampel diperoleh secara *probability sampling* dengan menggunakan *simple random sampling* dengan sampel yang diperoleh sebanyak 20 pasien tuberculosis. Pengukuran kadar Hs-CRP dilakukan dengan menggunakan ELISA sedangkan pengukuran kadar LED dilakukan dengan menggunakan Roller 20. Analisis data dilakukan dengan uji statistic korelasi untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel uji. Berdasarkan data pengukuran kadar Hs-CRP dan LED yang diperoleh rerata kadar Hs-CRP yang diperoleh 3,32 mg/L dan rerata kadar LED diperoleh 54,55 mm/jam pada pasien tuberculosis. Uji Korelasi statistic menunjukkan terdapat hubungan kadar Hs-CRP dengan LED pada pasien tuberculosis ($p=0.042$ dengan korelasi sedang dan arah korelasi positif ($t=0.458$). Secara keseluruhan, terdapat hubungan yang bermakna sedang dan berkorelasi positif antara kadar Hs-CRP dan LED sebagai penanda inflamasi pada pasien Tuberculosis.

Abstract

Mycobacterium tuberculosis infection increases IL-6 production, thereby inducing liver cells to synthesise active phase proteins, such as CRP. Increased levels of Hs-CRP and ESR are often associated with inflammation and acute infection. This study aims to determine the relationship between Hs-CRP and ESR levels as markers of inflammation in TB patients. Data collection was conducted using an analytical observational method with a cross-sectional design. Samples were obtained via simple random sampling, with a sample of 20 tuberculosis patients. Measurement of Hs-CRP levels was carried out using ELISA, while measurement of ESR levels was carried out using Roller 20. Data analysis was carried out using a statistical correlation test to determine the relationship between the two test variables. Based on the measurement data for Hs-CRP and ESR levels, the average Hs-CRP level was 3.32 mg/L, and the average ESR level was 54.55 mm/h in tuberculosis patients. Statistical correlation test shows the relationship between Hs-CRP levels and ESR in tuberculosis patients ($p=0.042$ with moderate correlation and positive correlation direction ($t=0.458$). Overall, there is a moderate, positive correlation between Hs-CRP levels and LED, a marker of inflammation, in tuberculosis patients.

Pendahuluan

Tuberculosis (TB) merupakan penyakit yang disebabkan oleh *M.tuberculosis* dan berdasarkan *Global Tuberculosis Report 2023* TB menjadi penyebab kematian kedua terbanyak didunia yang diakibatkan oleh infeksi tunggal setelah COVID-19. beban terberat kasus infeksi tuberculosis

aktif terjadi di negara India (27.9%) dan diikuti oleh Indonesia (9.2%) dan negara-negara lainnya seperti Afrika Selatan (2,9%), Nigeria (4,4%), Filipina (7,0%), Pakistan (5,8%), Bangladesh (3,6%), dan China (7,4%). (World Health Organisation, 2023). Diperkirakan 10 juta orang diseluruh dunia terjangkit TB aktif. Penemuan kasus TB di Indonesia pada tahun 2022 merupakan penemuan kasus tertinggi sejak 1 dekade terakhir dengan besar 724.309 kasus (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022).

Peningkatan kasus TB di provinsi NTB pada tahun 2022 berdasarkan data pada pelayanan standar menunjukkan sebanyak 63.378 orang terinfeksi TB dengan angka kematian 5,3% ditahun yang sama (Dinas Kesehatan NTB, 2024). Sejumlah penelitian telah berkontribusi dalam pemahaman tentang kompleks biologi tuberculosis yang menunjukkan bahwa parameter imunologi terlibat dalam respon TB yang dapat berperan sebagai Biomarker diagnostik TB, baik dalam perkembangan penyakit maupun sebagai evaluasi terapi pengobatan (Chegou et al., 2016, 2018; Ni Nyoman Ariwidiani et al., 2024).

Perkembangan penelitian tuberculosis menunjukkan pergeseran focus dari pendekatan diagnostic berbasis deteksi pathogen menuju identifikasi biomarker imunologi yang mampu menunjukkan aktivitas penyakit, derajat inflamasi, serta respon terapi. Keterbatasan akses diagnostic molekuler dan variasi klinis TB sering menjadi kendala dalam penegakan diagnosis dan monitoring pengobatan (Walzl et al., 2018).

Inflamasi memainkan peran sentral dalam inisiasi perkembangan infeksi Tb laten. Kerusakan jaringan seperti kondisi inflamasi dikaitkan dengan adanya sekresi dari protein fase akut seperti CRP yang terutama diproduksi oleh adanya induksi interleukin-6 (IL-6) di hati (Kotlyarov & Oskin, 2025). Invasi mycobacterium tuberculosis akan merangsang tubuh melepaskan sel fagosit, termasuk neutrophil dan monosit. Fagosit mengeluarkan sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α , IL-1, IL-6 yang menstimulasi hepatosit mensintesis CRP (Aufani et al., 2023). Produksi CRP merupakan respon imun bawaan dengan mengikat ligan seperti fosfokolin pada sel dan bakteri yang mati, mengaktifkan komplemen C1q dan jalur komplemen klasik sehingga mendukung pemusnahan secara fagositosis. Peningkatan yang cepat menunjukkan produksi CRP dapat menunjukkan adanya aktivitas penyakit (Brown et al., 2016).

Hs-CRP merupakan Protein Alpa Globulin yang disintesis oleh hati yang diinduksi sitokin interleukin-1 (IL-1). Peningkatan kadar CRP dalam serum dapat menjadi indikasi terjadinya reaksi inflamasi fase akut (Ergiana et al., 2022; Liana, 2023; Melisa, 2019). Pengukuran LED merupakan parameter darah rutin yang mengukur kecepatan pengendapan eritrosit didalam plasma. Hasil pemeriksaan LED sering kali digunakan dalam penanda non spesifik perjalanan suatu penyakit, khususnya memantau proses inflamasi dan aktivitas penyakit akut maupun kronis serta adanya kerusakan jaringan (Sofyanita, 2021). Pengukuran nilai LED menunjukkan terdapat peningkatan secara signifikan pada TB aktif dan menurun seiring keberhasilan terapi, meskipun responnya lebih lambat dibandingkan dengan kadar CRP (Schulman et al., 2019; Sulochana et al., 2022a). Kadar CRP dan kadar LED dapat menjadi kandidat biomarker yang membantu dalam diagnosis infeksi serta marker evaluasi keberhasilan terapi dari suatu penyakit infeksi (Ola Wuan et al., 2022; Sumampouw et al., 2023). Pengukuran kadar Hs-CRP dan LED

menunjukkan korelasi yang signifikan membuktikan bahwa pengukuran kadar Hs-CRP dan LED dapat digunakan sebagai penanda dalam diagnosis dan pemantauan kasus tuberculosis (Martins et al., 2014a). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar High sensitivity-C-Reactive Protein (Hs-CRP) dan Laju Endap Darah (LED) sebagai biomarker dalam aktivitas inflamasi infeksi TB.

Metode Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode observasi analitik dengan desain cross-sectional. Pengambilan sampel dilakukan di Puskesmas Labuapi, Lombok Barat dari bulan September 2024 sampai dengan Mei 2025. Populasi dalam penelitian adalah pasien Tuberculosis di Puskesmas Labuapi adapun sampel penelitian adalah pasien tuberculosis pengobatan fase awal. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian yaitu probability sampling dengan menggunakan simple random sampling dengan besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 20 pasien TB. Pengukuran kadar Hs-CRP dan LED dilakukan dengan menggunakan serum dan darah EDTA. Pengukuran kadar dilakukan di Litbang RSUP Nusa Tenggara Barat. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan Etik dengan nomor : DP.04.03/F.XLVIII.14/561/2024 pada Lembaga etik Poltekkes Kemenkes Mataram.

Langkah-Langkah Penelitian

a. Pra analitik

Persiapan penelitian dilakukan dengan mengajukan perijinan ke instansi terkait diantaranya Dinas Kesehatan, Puskesmas Labuapi, dan Litbangkes RSUP NTB. Pengumpulan data dilakukan dengan mendata pasien TB yang telah terdaftar di Puskesmas Labuapi dan menjelaskan kepada pasien sesuai yang tertulis pada PSP dan Inform consent untuk pasien.

b. Analitik

1. Pengumpulan sampel darah

Sampel yang dikumpulkan merupakan darah vena yang diambil dengan menggunakan tabung merah dan tabung ungu yang mengandung EDTA. Sampel darah yang telah di kumpulkan akan diproses, tabung merah akan dilakukan pemisahan eritrosit dengan serum sedangkan tabung ungu di lakukan pengukuran kadar LED dengan alat roller 20.

2. Pengukuran kadar Hs-CRP

Pengukuran kadar HS-CRP dilakukan dengan metode Sandwich ELISA. Disiapkan alat dan bahan. Dilakukan pemipetan 20µl kalibrator control dan sampel pada mikroplate. Ditambahkan buffer assay sebanyak 200 µl masing-masing tabung yang telah terisi kalibrator control dan sampel inkubasi 30⁰C selama 15 menit. Lakukan pencucian pada microplate sebanyak 3x dengan wash buffer 300 µl/ well. Buang seluruh cairan dalam microplate dan tiris dengan tissue. Dilakukan pemipetan 100 µl HRP conjugate pada setiap well uji, dan diinkubasi selama 15 menit di shake. Tambahkan kembali 100µl TMB per well uji dan lakukan inkubasi selama 10-15 lalu di shake. Tambahkan stop solution 50 µl setiap well uji dan lakukan pengukuran dengan panjang gelombang 450 nm (Rajagukguk & Florentina, 2020).

3. Pengukuran kadar LED

Nyalakan alat dengan menekan tombol ON pada alat. Lakukan warming up beberapa saat. Klik tanda >> pada layar alat roller 20, pilih ESR dan masukan ID sampel. Sebelum memasukan sampel darah, lakukan homogenisasi pada sampel EDTA. Masukan tabung ke tabung penghisap sampai menyentuh dasar tabung kemudian tekan shipper pada alat. Tunggu hasil sekitar 3 menit. Lakukan pencatatan pada hasil yang sudah muncul pada layar.

4. Analisis Data

Data kadar Hs-CRP dan LED yang telah diperoleh dilakukan analisis data dengan uji statistik Korelasi dengan signifikansi 0.05.

Hasil dan Pembahasan

Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 20 orang pasien TB yang bersedia untuk menjadi responden dalam penelitian ini. Karakteristik sampel dijabarkan dalam tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik subyek Penelitian (n=20)

Karakteristik	n = 20	Presentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	7	35%
Perempuan	13	65%
Usia		
<35 tahun	7	35%
>35 tahun	13	65%

Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah respon berdasarkan jenis kelamin terdiri dari 7 orang (35%) laki-laki dan 13 orang (65%) perempuan. Berdasarkan usia sebanyak 7 orang (35%) responden <35 tahun dan sebanyak 13 orang (65%) dengan rentang usia >35 tahun. Hasil pengukuran kadar hs-CRP dan LED ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Distribusi hasil pengukuran kadar hs-CRP dan LED

Pemeriksaan	mean	±SD	p-value
LED	54,55	39,32	0,042
Hs-CRP	3,32	2,00	

Tabel 2 menunjukkan rerata kadar LED dan Hs-CRP dari 20 sampel yang telah dilakukan pemeriksaan. Nilai rata-rata pengukuran kadar LED 54,55 mm/jam dan rata-rata kadar hs-CRP 3,32 mg/L, uji korelasi *pearson product moment* menunjukkan hasil hs-CRP dengan kadar LED didapatkan nilai signifikan sebesar 0,042 dapat disimpulkan terdapat hubungan antara kadar hs-CRP dan LED pada pasien TB, dengan nilai koefisien korelasinya 0,458 yang menunjukkan adanya hubungan searah yang bermakna kuat.

Tuberculosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh *M.tuberculosis*. Infeksi Mycobacterium tuberculosis dapat menyebabkan terjadi inflamasi, dimana tubuh akan merespon dengan mengaktivasi sel imun dan memproduksi sitokin inflamasi diantaranya adalah IL-6 yang akan menginduksi sel hati untuk mensintesis protein fase aktif seperti CRP (Ergiana et al., 2022). Berbagai perubahan hematologi telah dijelaskan pada pasien TB seperti anemia, peningkatan kadar LED, kadar albumin serum yang rendah dan leukositosis.

Penggunaan LED dalam diagnosis TB masih banyak digunakan di laboratorium klinik. Proses inflamasi pada infeksi TB dapat meningkatkan kadar fibrinogen dan globulin plasma yang berhubungan dengan reaksi fase akut yang menyebabkan peningkatan nilai LED namun peningkatan ini tidak spesifik untuk TB (Sulochana et al., 2022b). Pengukuran kadar hs-CRP dan nilai LED dapat di manfaatkan dalam memantau respon terapi TB.

Distribusi proporsi kasus TB berdasarkan laporan WHO Global Tuberculosis Report 2023 menunjukkan sekitar 55-56% terjadi pada laki-laki dewasa, 33% Perempuan dewasa dan 12% pada anak-anak. Variasi ini mencerminkan tren global yang dapat dipengaruhi oleh variasi wilayah TB nasional yang menunjukkan bahwa laki-laki menyumbang hingga 66-75% dari orang dewasa dengan TB (World Health Organisation, 2023). Distribusi subyek dalam penelitian ini berdasarkan jenis kelamin diperoleh pasien perempuan lebih tinggi dibandingkan dengan pasien laki-laki. Hal ini menunjukkan perbedaan dalam beberapa penelitian yang mengatakan bahwa laki-laki 53% lebih berisiko untuk terinfeksi TB dibandingkan perempuan (Humayun et al., 2022). Umumnya laki-laki memiliki beberapa faktor yang meningkatkan risiko terinfeksi TB diantaranya seperti pekerjaan yang berat, kebiasaan merokok dan mengkonsumsi alkohol (Sunarmi & Kurniawaty, 2022). Namun hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa perempuan juga memiliki risiko yang cukup tinggi untuk terinfeksi TB, hal ini juga dapat disebabkan oleh pasangan yang memiliki kebiasaan merokok. Selain itu, kecenderungan perempuan untuk lebih aktif melaporkan kondisi kesehatan dan mencari konsultasi medis (Vega Nela et al., 2025).

Tuberculosis umumnya mendominasi individu berusia >35 tahun, penelitian (Jayanti et al., 2022) gambaran karakteristik pasien TB di daerah Kerja Puskesmas Semen menunjukkan populasi tertinggi pasien TB berusia 35-44 tahun dan didominasi oleh perempuan. Penelitian oleh Christiawan et al., (2018) di puskesmas Sibela proporsi tertinggi penderita TB berusia 44-59 tahun. Kecenderungan ini terjadi karena adanya pola hidup yang menurun seiring bertambahnya usia. Hal ini disebabkan oleh dampak penyakit disertai komplikasinya dan harapan kesembuhan yang rendah dibandingkan dengan penderita umur produktif yang termotivasi untuk sembuh (Abrori et al., 2018).

Peningkatan kadar hs-CRP menunjukkan adanya peradangan akut yang masih berlangsung didalam tubuh penderita TB (Ola Wuan et al., 2022). Pengukuran kadar hs-CRP pada penderita TB dapat menjadi biomarker penanda inflamasi non spesifik untuk menilai adanya inflamasi, termasuk yang disebabkan oleh infeksi bakteri *M. tuberculosis* (Kusumaningtyas et al., 2016). Kenaikan kadar hs-crp pada pasien TB terutama setelah mendapatkan pengobatan dapat mengindikasikan adanya kegagalan terapi dan terjadinya resistensi TB (Ola Wuan et al., 2022; Ovi Mustika Seno, Pratiwi Kusuma Wardani and Mulyanto, 2022; Leboueny et al., 2023). Peningkatan kadar hs-CRP pada pasien TB sebagai penanda adanya respon inflamasi. Tubuh merespon invasi bakteri dengan melepaskan sel-sel fagositik, khususnya monosit dan neutrophil, sebagai penanda reaksi awal. Fagosit memproduksi sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α , IL-1, IL-6 yang berperan dalam menstimulasi hepatosit untuk mensintesis CRP sehingga meningkatkan jumlahnya didalam darah (Aufani et al., 2023).

Peningkatan signifikan pada parameter hematologi terutama pada nilai LED, dalam penelitian Shah, Desai and Maru, (2022) penilaian parameter hematologi pada pasien TB peningkatan nilai LED terjadi pada 98% pasien TB. Dalam penelitian peningkatan nilai LED terjadi pada 75% responden. Peningkatan nilai LED merupakan penanda sensitif untuk respon inflamasi. LED digunakan untuk memonitoring perkembangan dari penyakit maupun terapi dari penyakit. Beberapa biomarker telah digunakan dalam memantau respon pengobatan TB termasuk hs-CRP dan LED.

Peningkatan nilai LED pada pasien TB dapat disebabkan karena adanya pelepasan sitokin inflamasi yang kemudian merangsang hati untuk memproduksi banyak protein fase akut sebagai fibrinogen. Produksi protein fase akut akan menyebabkan peningkatan dari kadar CRP sebagai respon untuk membantu memfagositosis oleh makrofag. Selain itu, CRP berperan sebagai pengenalan dan eliminasi patogen yang membantu pembersihan sel nekrotik atau apoptosis. Peningkatan kadar CRP sangat sensitif terhadap perubahan respon fase akut dan akan turun dengan cepat ketika peradangan mereda (Khalil et al., 2020; Martins et al., 2014b). Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Khonekar et al., 2024) hasil dalam penelitian tersebut menemukan bahwa kadar CRP dan LED berkorelasi signifikan dengan derajat apusan.

Pengukuran kadar hs-CRP dan LED merupakan biomarker yang sering digunakan dalam pemantauan pengobatan agar penyakit dapat terkendali. Hasil pemeriksaan LED dalam infeksi dapat digunakan sebagai penanda nonspesifik yang memantau proses inflamasi dari penyakit akut. LED dapat meningkat pada penyakit inflamasi aktif seperti artritis rheumatoid (AR) infeksi kronis dan neoplastic (Tahani Tsamarah et al., 2021).

Hasil uji hubungan kadar Hs-CRP dan LED menunjukkan nilai p sebesar 0.042 menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik. Hasil ini konsisten dengan penelitian oleh Kusumawardani et al., (2025) terdapat korelasi yang bermakna antara kadar Hs-CRP dan LED dengan nilai signifikan 0.001 pada anak dengan demam. Penelitian Aini et al., (2020) menunjukkan korelasi yang kuat antara kedua parameter ini pada pasien TB. Hs-CRP merupakan penanda peradangan yang lebih sensitif dibandingkan dengan LED. Hs-CRP bekerja dengan mengikat patogen dan mengaktifkan sistem imun. Ketika tubuh mengalami infeksi, sitokin inflamasi seperti IL-1 dan IL-6 menstimulasi hati untuk memproduksi CRP sebagai respon fase akut. Sitokin ini juga meningkatkan produksi fibrinogen yang berkontribusi pada peningkatan viskositas darah dan memfasilitasi pembentukan rouleaux sehingga menyebabkan peningkatan LED (Baratawidjaja & Rengganis, 2014). Peningkatan kadar CRP dan LED sangat berkorelasi kuat dengan keparahan penyakit, sehingga dapat disimpulkan baik hs-CRP maupun LED dapat direkomendasikan sebagai penanda tambahan untuk menilai keparahan penyakit dan monitoring terapi penyakit.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan kadar Hs-CRP dan nilai LED pada pasien dengan infeksi TB. Peningkatan kadar ini berkorelasi positif kekuatan hubungan yang kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kadar hs-CRP diikuti dengan peningkatan nilai

LED. Pengukuran kadar hs-CRP dan nilai LED dapat digunakan sebagai penanda dari keparahan infeksi TB dan monitoring dari terapi TB.

Referensi

- Abrori, I., Riris, & Ahmad, A. (2018). Kualitas hidup penderita tuberkulosis resisten obat di kabupaten Banyumas Quality of life among patients with multi-drug resistant tuberculosis in the district of Banyumas. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 34(2).
- Aini, A. A., Nurmawan, N., & Ustiawaty, J. (2020). Hubungan Antara Kadar Laju Endap Darah (LED) Dengan Kadar C-Reaktiv Protein (CRP) Pada Penderita Tuberkulosis (TBC) Di Wilayah Kerja Puskesmas Alas Barat. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 7(1), 34. <https://doi.org/10.32807/jambs.v7i1.169>
- Aufani, D., Azzahra, L., Supriyanto, S., Fatayati, I., & Nuswantoro, A. (2023). Korelasi Antara Rasio Neutrofil/Limfosit Dengan Kadar C-Reactive Protein Pada Penderita Tuberkulosis Paru Correlations Between Neutrophils/Lymphocytes Ratio With C-Reactive Protein Levels In Patients With Pulmonary Tuberculosis. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 33(2).
- Brown, C. S., Smith, C. J., Breen, R. A. M., Ormerod, L. P., Mittal, R., Fisk, M., Milburn, H. J., Price, N. M., Bothamley, G. H., & Lipman, M. C. I. (2016). Determinants of treatment-related paradoxical reactions during anti-tuberculosis therapy: a case control study. *BMC Infectious Diseases*, 16(1), 479. <https://doi.org/10.1186/s12879-016-1816-4>
- Chegou, N. N., Sutherland, J. S., Malherbe, S., Crampin, A. C., Corstjens, P. L. A. M., Geluk, A., Mayanja-Kizza, H., Loxton, A. G., van der Spuy, G., Stanley, K., Kotzé, L. A., van der Vyver, M., Rosenkrands, I., Kidd, M., van Helden, P. D., Dockrell, H. M., Ottenhoff, T. H. M., Kaufmann, S. H. E., & Walzl, G. (2016). Diagnostic performance of a seven-marker serum protein biosignature for the diagnosis of active TB disease in African primary healthcare clinic attendees with signs and symptoms suggestive of TB. *Thorax*, 71(9), 785–794. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-207999>
- Chegou, N. N., Sutherland, J. S., Namuganga, A.-R., Corstjens, P. L., Geluk, A., Gebremichael, G., Mendy, J., Malherbe, S., Stanley, K., van der Spuy, G. D., Kriel, M., Loxton, A. G., Kriel, B., Simukonda, F., Bekele, Y., Sheehama, J. A., Nelongo, J., van der Vyver, M., Gebrexabher, A., ... Ipinge, S. (2018). Africa-wide evaluation of host biomarkers in QuantiFERON supernatants for the diagnosis of pulmonary tuberculosis. *Scientific Reports*, 8(1), 2675. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20855-7>
- Christiawan, A., Aprilia, F., Claudio, M., Suci, Y., Sumardiyono, & Netra, A. K. (2018). Karakteristik Usia, Jenis Kelamin, Tipe Diagnosis, dan Hasil Pengobatan Tuberculosis Paru Lansia Di Puskesmas Sibela. *Nexus: Kedokteran Komunitas*, 7(2).

Dinas Kesehatan NTB. (2024). *Profil Kesehatan Provinsi NTB 2023*.

- Ergiana, S. D., Wardani, D. P. K., Sudarsono, T. A., & Mulyanto, A. (2022). *Hubungan Kadar C-Reactive Protein Dengan Jumlah Leukosit Penderita Tuberkulosis Paru Pada Fase Pengobatan 0 Dan 2 Bulan Di BKPM Purwokerto*.
- Humayun, M., Chirenda, J., Ye, W., Mukeredzi, I., Mujuru, H. A., & Yang, Z. (2022). Effect of Gender on Clinical Presentation of Tuberculosis (TB) and Age-Specific Risk of TB, and TB-Human Immunodeficiency Virus Coinfection. *Open Forum Infectious Diseases*, 9(10). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofac512>
- Jayanti, K. D., Natalia, Y. D., Nurkhalim, R. F., & Hanson, M. (2022). Gambaran Penyakit TB Berdasarkan Karakteristik Di Wilayah Kerja Puskesmas Semen. *Jurnal PIKES (Penelitian Ilmu Kesehatan)*, 3(1).
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Program Penanggulangan Tuberkulosis*.
- Khalil, M., Halim, Hesham A. A., & Abdelazeem, M. (2020). C-reactive protein versus erythrocyte sedimentation rate in monitoring multidrug-resistant tuberculosis. *The Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, 69(3), 458. https://doi.org/10.4103/ejcdt.ejcdt_113_19
- Khondekar, S. A., Sharma, G., Pandhi, N., & Sharma, A. (2024). Correlation Of Erythrocyte Sedimentation Rate (Esr) And Creactive Protein (Crp) With Grade Of Sputum Positivity In Pulmonary Tuberculosis Patients. *International Journal Of Scientific Research*, 12–15. <https://doi.org/10.36106/ijsr/8406025>
- Kotlyarov, S., & Oskin, D. (2025). The Role of Inflammation in the Pathogenesis of Comorbidity of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Pulmonary Tuberculosis. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(6), 2378. <https://doi.org/10.3390/ijms26062378>
- Kusumaningtyas, E., Widiastuti, R., Hd, K., & Mt, S. (2016). *Bioactivities and Analysis of Peptides of Sumbawa Horse Milk Generated by Bacillus thuringiensis Protease*. 21(4), 244–254.
- Kusumawardani, O. P. C., Cahyani, A. A. A. E., & Andini, N. K. S. (2025). Correlation Between Hs-Crp Levels And Erythrocyte Sedimentation Rate Values In Pediatric Patients With Fever. *Multidisciplinary Indonesian Center Journal (Micjo)*, 2(4), 4385–4392. <https://doi.org/10.62567/Micjo.V2i4.1287>
- Liana, G. M. (2023). *Gambaran Titer C-Reactive Protein (Crp) Pada Penderita Tuberculosis (Tbc) Berdasarkan Lama Pengobatan Di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kota Kendari*.
- Martins, C., Gama, A. C. de C., Valcarenghi, D., & Batschauer, A. P. de B. (2014). Markers of acute-phase response in the treatment of pulmonary tuberculosis. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 50(6). <https://doi.org/10.5935/1676-2444.20140052>

- Melisa, H. (2019). *C-Reactive Protein (CRP) Sebagai Biomarker Respon Pengobatan Anti Tuberculosis (OAT) Fase Intensif pada Tuberculosis Anak*.
- Ni Nyoman Ariwidiani, Nurul Hadiatun, & I Wayan Getas. (2024). Evaluation of Body Mass Index as a Marker for Monitoring of Intensive Phase Therapy and Vitamin D Supplementation in Pulmonary TB. *JURNAL KEDOKTERAN*, 10(1), 63–68. <https://doi.org/10.36679/kedokteran.v10i1.112>
- Ola Wuan, A., Ketut Yuliana Sari, N., Rogaleli, Y., Olin, W., & Kemenkes, P. (2022). *Screening Kadar C-Reaktiv Protein Pada Penderita TB Dengan Terapi Obat Anti Tuberculosis Di Kabupaten Kupang (Vol. 2, Issue 3)*. <https://journal.amikveteran.ac.id/index.php/kreatif129>
- Ovi Mustika Seno, A., Pratiwi Kusuma Wardani, D., & Mulyanto, A. (2022). Perbandingan Kadar C-Reactive Protein Terhadap Fase Pemberian Obat Anti Tuberkulosis. *Surabaya : The Journal of Muhamadiyah Medical Laboratory Technologist*, 5(5), 115–123.
- Shah, A. R., Desai, K. N., & Maru, A. M. (2022). Evaluation of hematological parameters in pulmonary tuberculosis patients. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(8), 4424–4428. https://doi.org/10.4103/jfmmpc.jfmmpc_2451_21
- Sofyanita, E. N. (2021). Correlation Of Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) and Lymphocyte Counts in Pulmonary Tuberculosis Patients during Intensive Treatment in Purwokerto City. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 4(1), 249–254. <https://doi.org/10.33084/bjmlt.v4i1.2722>
- Sulochana, S., Gayathri, G., Siddartha, J. R., & fathima, J. (2022). Clinical Significance of Erythrocyte Sedimentation Rate in Tuberculosis. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 245–249. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00040>
- Sumampouw, J. E., Pasambo, Y., & Makaminan, Muh. A. (2023). Evaluation of the ESR In Monitoring Treatment of Tuberculosis Patients at The Puskesmas Tuminting, Manado. *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 8(S1), 39–46. <https://doi.org/10.30604/jika.v8iS1.1683>
- Sunarmi, S., & Kurniawaty, K. (2022). Hubungan Karakteristik Pasien Tb Paru Dengan Kejadian Tuberkulosis. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 7(2). <https://doi.org/10.36729/Jam.V7i2.865>
- Tahani Tsamarah, Y., Gusti Ayu Nyoman Danuyanti, I., & Zaetun Abstrak, S. (2021). Hubungan Nilai Laju Endap Darah (Led) Dengan Kadar C-Reactive Protein (C-Rp) Pada Pasien Positif Covid-19. In *Jurnal Kesehatan Andalas* (Vol. 10, Issue 3). [Http://Jurnal.Fk.Unand.Ac.Id](http://Jurnal.Fk.Unand.Ac.Id)

Vega Nela, F., Erawati, Imasari, T., & Ningrum, E. S. (2025). Korelasi High Sensitivity C-Reactive Protein (Hs-Crp) Dengan Monosit Pada Pasien Tuberkulosis Setelah Pengobatan. *Gema Kesehatan*, 17(1), 66–72. <https://doi.org/10.47539/gk.v17i1.488>

World Health Organisation. (2023). *Global tuberculosis report 2023*.