

SKRIPSI

**HUBUNGAN KADAR C-REACTIVE PROTEIN (CRP) DAN LAJU ENDAP
DARAH (LED) PADA PASIEN TUBERKULOSIS PARU
DI RUMAH SAKIT TK III DR SINDHU TRISNO PALU**



Oleh :

**NI MADE AYU DWI LESTARI
NIM : 2410263702**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM MEDIS FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
PADANG
2026**

	No Alumni Universitas	Ni Made Ayu Dwi Lestari	No Alumni
	a) Tempat/Tgl: Sausu Peore, 29 Agustus 1998; b) Nama Orang Tua (Ayah) I Wayan Nayo (Ibu) Ni Ketut Sukermi; Program Studi: D.IV Analis Kesehatan/TLM; d) Fakultas: Ilmu Kesehatan; e) No NIM: 2410263702; f) Tgl Lulus 11 Maret 2026; g) Predikat Lulus: Pujian; h) IPK:3.85; Lama Studi: 1 Tahun; i) Alamat: Dusun III Bali Indah, Kecamatan Sausu, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah.		
HUBUNGAN KADAR C-REACTIVE PROTEIN (CRP) DAN LAJU ENDAP DARAH (LED) PADA PASIEN TUBERKULOSIS PARU DI RUMAH SAKIT TK III DR SINDHU TRISNO PALU SKRIPSI Oleh : Ni Made Ayu Dwi Lestari Pembimbing : 1. Sri Indrayati, M.Si, 2. Dra. Suraini, M.Si Abstrak Tuberkulosis (TB) merupakan suatu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i>. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2023 diperkirakan 10,8 juta orang terjangkit tuberkulosis di seluruh dunia. Pemeriksaan penunjang seperti kadar <i>C-Reactive Protein</i> (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) juga sering digunakan dalam praktik klinis untuk menilai adanya proses inflamasi atau infeksi dalam tubuh, termasuk pada Tuberkulosis paru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan Kadar <i>C-Reactive</i> (CRP) Protein dan Laju Endap Darah (LED) Pada Pasien Tuberkulosis Paru. Penelitian ini dilaksanakan di Rs Sindhu Trisno Palu dari bulan September 2025 sampai dengan bulan januari 2026. Penelitian ini merupakan penelitian Deskriptif analitik dengan desain <i>cross sectional</i> menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> terhadap 30 pasien TB paru. Pemeriksaan C-Reaktiv Protein menggunakan alat Icroma II <i>Fluorescence immunoassay</i>, sedangkan Laju Endap Darah diperiksa dengan metode <i>Stop flow kinetic</i> pada alat Alifa Roller 20 L.C. Uji normalitas data menggunakan <i>shapiro-wilk</i> dan dilanjutkan uji person korelasi. Hasil penelitian didapatkan rata-rata kadar c-reaktiv protein 33,583 mg/L dan hasil rata-rata kadar laju endap darah 54,63 mm/Jam. Hasil uji statistik uji <i>Spearman's rho</i> didapatkan hasil dari nilai korelasi sebesar 0,631 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar .000 yang dimana lebih kecil atau $< 0,05$ yang artinya terdapat hubungan yang signifikan antara hubungan kadar c-reaktiv protein dan laju endap arah pada pasien Tuberkulosis Paru. Kata Kunci: Tuberkulosis Paru, C-Raective Protein dan Laju Endap Darah.			

Skrripsi ini telah dipertahankan didepan penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 11 Maret 2026
Abstrak telah disetujui oleh penguji

Tanda Tangan	1	2	3
Nama Terang	Sri Indrayati, M.Si	Dra. Suraini, M.Si	Putra Rahmadea Utami, A.md.AK, S.SI.,M.Biomed

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Endang Suriani, AM.AK,SKM.,M.Kes

	University Alumni Number	Ni Made Ayu Dwi Lestari	Alumni Number
	a) Place/Date: Sausu Peore, August 29, 1998; b) Parents' Names: (Father) I Wayan Nayo, (Mother) Ni Ketut Sukermi; c) Study Program: Diploma IV in Medical Laboratory Technology (TLM); d) Faculty: Faculty of Health Sciences; e) Student Identification Number (NIM): 2410263702; f) Graduation Date: March 11 2026; g) Graduation Predicate: Cumlaude; h) Grade Point Average (GPA): 3.85; i) Length of Study: 1 Year; j) Address: Bali Indah Village, Sausu District, Parigi Moutong Regency, Central Sulawesi Province.		

THE RELATIONSHIP BETWEEN C-REACTIVE PROTEIN (CRP) LEVELS AND ERYTHROCYTE SEDIMENTATION RATE (ESR) IN PULMONARY TUBERCULOSIS PATIRNTS AT SINDHU TRISNO HOSPITAL PALU

THESIS

By: Ni Made Ayu Dwi Lestari

Supervisors: 1. Sri Indrayati, M.Si, Dra. Suraini, M.Si

Abstract

Tuberculosis (TB) is an infectious disease caused by the bacterium *Mycobacterium tuberculosis*. According to the World Health Organization (WHO), it was estimated that 10.8 million people contracted tuberculosis worldwide in 2023. Diagnostic tests, such as C-Reactive Protein (CRP) levels and the Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR), are also frequently utilized in clinical practice to assess inflammatory processes or infections within the body, including in pulmonary tuberculosis. This study aims to determine the correlation between C-Reactive Protein (CRP) levels and the Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) in patients with pulmonary tuberculosis. The research was conducted at Sindhu Trisno Hospital, Palu, from September to January 2026. This is a descriptive-analytic study using a cross-sectional design and a purposive sampling technique involving 30 pulmonary TB patients. CRP levels were measured using the Ichroma II Fluorescence Immunoassay, while the ESR was examined using the stop-flow kinetic method on the Alifa Roller 20 LC device. Data normality was tested using the Shapiro-Wilk test, followed by correlation testing. The results showed an average CRP level of 33.583 mg/L and an average ESR of 54.63 mm/hour. Statistical analysis using Spearman's rho revealed a correlation value of 0.631 with a significance value (Sig.) of .000 ($p < 0.05$). This indicates a significant correlation between C-Reactive Protein levels and the Erythrocyte Sedimentation Rate in pulmonary tuberculosis patients.

Keywords: Pulmonary Tuberculosis, C-Reactive Protein levels and the Erythrocyte Sedimentation Rate.

This thesis was defended before the board of examiners and was declared to have passed on March 11, 2026 The abstract has been approved by the examiners

Signature	1	2	3
Full Name	Sri Indrayati, M.Si	Dra. Suraini, M.Si	Putra Rahmadea Utami, A.md.AK, S.Si., M.Biomed

Acknowledged by,
Head of Study Program

Endang Suriani, AM.AK.,SKM.,M.Kes

BAB I

PENDADULUAN

1.1.Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang diakibatkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk seperti batang dan tahan terhadap pewarnaan asam, sehingga dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Umumnya, bakteri Tuberkulosis lebih banyak menyerang paru-paru dan menyebabkan Tuberkulosis paru. Namun bakteri ini juga dapat menjangkit berbagai organ lain di luar paru-paru, yang disebut sebagai Tuberkulosis ekstra paru yang dapat menyerang kelenjar getah bening, tulang dan sendi, pleura dan organ lainnya. Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang saat ini masih menjadi masalah kesehatan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia (Kemenkes RI, 2020).

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) di tahun 2023, diperkirakan ada 10,8 juta orang di seluruh dunia yang terinfeksi tuberkulosis, di mana laki-laki menyumbang 15 %, perempuan sebanyak 33 %, dan anak-anak serta remaja sebesar 12 % , sekitar 6,1 % kasus Tuberkulosis dengan mengidap HIV. Delapan negara penyumbang kasus TB terbanyak yaitu India, Indonesia, Tiongkok, Pakistan, Nigeria, Banglades, dan Republik Demokratik (WHO, 2024).

Indonesia menempati urutan kedua dengan jumlah kasus Tuberkulosis terbanyak di seluruh dunia, setelah India. Pada tahun 2023, total kejadian Tuberkulosis di Indonesia sebesar 1.090.000 atau 387 per 100.000 penduduk; TB-HIV sebesar 25.000 kasus per tahun atau 8,8 per 100.000 penduduk. Provinsi

Sulawesi Tengah memiliki Insiden penyakit TBC dengan perkiraan 11.941 untuk tahun 2023 dan 10.084 tahun 2024, menurut informasi dari data Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah mengenai jumlah kasus Tuberkulosis yang terjadi di kabupaten dan kota Palu pada tahun 2023, Kabupaten Morowali mencapai angka 140% dan disusul kota Palu sebanyak 80% (Profil Kesehatan Dinkes Sulawesi Tengah, 2023).

Salah satu bentuk Tuberkulosis yang paling sering ditemukan adalah tuberkulosis paru, yang disebabkan oleh infeksi dari *Mycobacterium tuberculosis*. Ketika bakteri *Mycobacterium tuberculosis* memasuki tubuh memicu terjadinya peradangan. Peradangan itu sendiri adalah cara tubuh dalam mempertahankan diri sebagai reaksi terhadap kehadiran benda asing dalam tubuh. Deteksi dan penatalaksanaan Tuberkulosis paru yang cepat dan tepat sangat penting untuk menekan angka morbiditas dan mortalitas serta mencegah penularan lebih lanjut. Diagnosis Tuberkulosis paru umumnya didasarkan pada kombinasi gejala klinis, hasil pemeriksaan radiologi, dan pemeriksaan laboratorium seperti dahak BTA atau tes molekuler cepat (TCM). Namun, pemeriksaan penunjang seperti C-Reaktif Protein (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) juga dapat di dalam praktik klinis mendeteksi adanya kegiatan peradangan atau infeksi di dalam tubuh, termasuk pada kasus Tuberkulosis paru (Yuniza, 2024).

C-Reaktif Protein adalah protein yang dihasilkan oleh hati saat terjadinya respon terhadap peradangan dalam tubuh, dan jumlahnya meningkat secara signifikan dalam berbagai kondisi infeksi, termasuk infeksi yang disebabkan oleh bakteri seperti *Mycobacterium tuberculosis*. C-Reactive Protein, merupakan protein

berbentuk pentamer yang di produksi dari liver. Kadar CRP sebagai sebagai reaksi terhadap adanya peradangan. Salah satu protein yang muncul sebagai respon tubuh, pembentukan C-Reaktif Protein yang dirangsang oleh aksi interleukin-6 yang menstimulasi gen-gen yang terkait dengan transkripsi CRP pada fase awal peradanga atau infeksi(Djohan et al., 2025).

Sementara itu, LED adalah indikator non-spesifik dari inflamasi yang juga sering meningkat pada pasien dengan TB aktif. Pada kondisi inflamasi terjadi peningkatan protein fase akut dalam tubuh, terutama fibrinogen, yang dapat memengaruhi nilai Laju Endap Darah (LED). Kenaikan kadar fibrinogen yang bermuatan positif menyebabkan muatan negatif pada permukaan eritrosit berkurang atau menjadi lebih netral. Kondisi ini memudahkan eritrosit saling berikatan dan membentuk agregasi, sehingga proses pengendapan eritrosit berlangsung lebih cepat dan nilai LED meningkat. Walaupun CRP dan LED tidak spesifik untuk Tuberkulosis, namun peningkatan kedua parameter tersebut sering dijumpai pada pasien dengan Tuberkulosis paru aktif, dan bisa menjadi indikator derajat keparahan atau aktivitas penyakit (Pebriana et al., 2024).

Landasan penelitian ini diperkuat oleh berbagai penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Sari *et al.*, 2024) dapat berperan sebagai indikator prediktif yang efektif untuk memantau keberhasilan fase intensif pengobatan TB. Selain itu CRP terutama digunakan sebagai biomarker untuk mengevaluasi keberhasilan pengobatan TB dan penurunan kadar CRP menunjukkan respons pengobatan yang efektif. Sementara itu, penelitian dari (Ustiawaty *et al.*, 2020) menekankan bahwa Laju Endap Darah (LED) tetap memiliki nilai klinis yang

penting dalam memantau kronisitas penyakit meskipun responnya lebih lambat dibandingkan CRP. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Yuniza, 2024) mengungkapkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kadar CRP dan LED pasien TB, di mana peningkatan beban bakteri sering kali diikuti dengan kenaikan ekstrem pada kedua parameter tersebut. Pemahaman yang mendalam mengenai hubungan kadar CRP dan LED tidak hanya penting untuk menegaskan diagnosis inflamasi, tetapi juga sebagai panduan bagi klinisi dalam memantau efektivitas pemberian Obat Anti Tuberkulosis (OAT) (Leboueny *et al.*, 2023)

Penelitian mengenai keterkaitan hubungan antara kadar *C-Reactive Protein* (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) pada pasien Tuberkulosis paru masih terbatas, khususnya di wilayah Indonesia timur seperti Sulawesi Tengah. Rumah Sakit Dr Sindhu Trisno Palu, yang dikenal sebagai salah satu rumah sakit utama di daerah wilayah tersebut, menangani banyak kasus Tuberkulosis paru setiap tahunnya. Maka dari itu, sangat penting untuk memahami sejauh mana *C-reactive Protein* dan Laju Endap Darah dapat mencerminkan keberadaan infeksi Tuberkulosis paru, yang nantinya dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan klinis. Penelitian ini penting dilaksanakan agar dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus manfaat praktis dalam mendukung akurasi diagnosis TB di fasilitas kesehatan.

Dengan mempertimbangkan hal tersebut, peneliti memiliki minat untuk meneliti hubungan kadar *C-reactive Protein* dan Laju Endap Darah pada pasien Tuberkulosis paru di Rumah Sakit TK III dr Sindhu Trisno Palu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: Apakah terdapat hubungan Kadar *C-Reactive* Protein (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) Pada Pasien Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit TK III Dr Sindhu Trisno Palu.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan Kadar *C-Reactive* Protein (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) Pada Pasien Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Tk III Dr Sindhu Trisno Palu

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui Kadar *C-Reactive* Protein (CRP) pada Pasien Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Tk III Dr Sindhu Trisno Palu
2. Mengetahui Kadar Laju Endap Darah (LED) pada Pasien Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Tk III Dr Sindhu Trisno Palu
3. Mengetahui Hubungan Kadar *C-Reactive* (CRP) Protein dan Laju Endap Darah (LED) Pada Pasien Tuberkulosis Paru di Rumah Sakit Tk III Dr Sindhu Trisno Palu

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Dapat menambah wawasan serta ilmu pengetahuan yang didapatkan dari penelitian ini, sehingga dapat dijadikan landasan penegakan diagnosa dari suatu penyakit.

1.4.2 Manfaat Bagi Institusi Pendidikan (Universitas Perintis Indonesia)

Penelitian ini memberikan manfaat ilmu pengetahuan dibidang Laboratorium Medik yang terkhususnya tentang hubungan Kadar *C-Reactive* Protein (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) Pada Pasien Tuberkulosis Paru.

1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat sebagai sumber informasi tentang hubungan Kadar *C-Reactive* Protein (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) Pada Pasien Tuberkulosis Paru.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisi Univariat

Analisis Univariat dalam penelitian ini diterapkan untuk memaparkan karakteristik demografis responden serta sebaran distribusi frekuensi setiap variabel yang diamati. Variabel penelitian yang dianalisis meliputi karakteristik pasien berdasarkan usia, jenis kelamin serta hasil pemeriksaan *C-Reactive Protein* dan Laju Endap Darah pada pasien Tuberkulosis Paru.

1.1.1 Karakteristik Sampel Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara hubungan antara Kadar *C-Reactive Protein* dan Laju sedimentasi darah pada pasien yang menderita tuberkulosis paru di Rumah Sakit Tk III dr Sindhu Trisno Palu. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2025 – Januari 2026 dengan jumlah sampel sebanyak 30 pasien. Seluruh subjek penelitian dan data-data yang terkumpul sesuai dengan kriteria inklusi.

Tuberkulosis merupakan penyakit menular kronis, diakibatkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Sebuah mikroorganisme berbentuk batang yang memiliki karakteristik unik berupa sifat tahan asam, sehingga diklasifikasikan sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Umumnya, kuman TB menginfeksi jaringan parenkim paru dan menyebabkan tuberkulosis paru, tetapi bakteri ini juga dapat menyerang organ-organ tubuh lainnya (TB ekstra paru) seperti pleura, kelenjar getah bening, tulang, dan organ luar paru lainnya (Garcia et al., 2020)

Hasil penelitian distribusi frekuensi responden berdasarkan jenis kelamin terhadap pemeriksaan kadar *C-Reactive Protein* dan Laju Endap Darah (LED) pada pasien TB Paru menunjukkan bahwa dari total 30 sampel, mayoritas adalah laki-laki yang berkisar berjumlah 21 orang (70,0%), sementara responden perempuan berjumlah 9 orang (30,0%). Temuan dalam penelitian ini sejalan dengan studi (Happyanto et al., 2024) yang menyatakan bahwa dimana laki-laki sangat berisiko lebih banyak terpapar tuberkulosis, Hal ini dipengaruhi oleh tingginya mobilitas dan jam kerja diluar rumah dibandingkan perempuan. Selain itu gaya hidup seperti kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol secara signifikan dapat menurunkan sistem imun tubuh, sangat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi *Mycobakterium Tuberculosis*. Faktor-faktor lingkungan dan pekerjaan Secara sosiokultural, laki-laki seringkali memiliki mobilitas luar rumah yang lebih tinggi dan lebih banyak berinteraksi dengan banyak orang di tempat umum atau lingkungan kerja yang padat. Hal ini meningkatkan frekuensi paparan terhadap *droplet* penderita tuberkulosis lain (Dafriani et al., 2022)

Berdasarkan umur, terlihat bahwa mayoritas responden berasal dari kelompok usia yang aktif secara produktif. Temuan ini mengindikasikan bahwa penyakit Tuberkulosis (TB) tidak hanya mempengaruhi orang-orang usia lanjut, melainkan memberikan beban yang besar pada kelompok usia produktif. Penelitian ini sejalan dengan (Dafriani et al., 2022) menyatakan bahwa penduduk pada kelompok produktif umumnya memiliki aktivitas yang sangat tinggi di luar rumah, baik untuk keperluan pendidikan (kuliah) maupun pekerjaan. Tingginya interaksi sosial di tempat umum atau transportasi publik meningkatkan risiko terpapar

droplet dari penderita TB lain. Pada usia produktif, pola hidup yang tidak teratur, kurang istirahat, serta tingkat stres yang tinggi dapat menyebabkan penurunan sistem imun secara temporer. Kondisi ini memudahkan kuman *Mycobacterium tuberculosis* untuk menginfeksi tubuh atau mengaktifkan infeksi laten (Happyanto et al., 2024). Usia produktif merupakan tulang punggung ekonomi keluarga. Kecenderungan untuk tetap bekerja meskipun kondisi fisik menurun membuat mereka sering menunda pemeriksaan kesehatan hingga gejala menjadi lebih berat. Meskipun usia muda mendominasi, terdapat pula persentase yang signifikan pada usia 41-51 tahun dan ke atas. Hal ini berkaitan dengan penurunan fungsi fisiologis sistem pernapasan sehingga meningkatkan risiko TB pada usia dewasa menengah hingga lansia.

5.1.2 Distribusi Hasil Pemeriksaan *C-Reactive Protein* (CRP)

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh peserta (100%) menunjukkan kadar *C-Reactive Protein* (CRP) yang tidak normal atau di atas ambang batas rata-rata. Hal ini mengindikasikan bahwa pada saat penelitian dilakukan, seluruh pasien TB paru sedang mengalami reaksi inflamasi sistemik yang akut sebagai respon terhadap infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. *C-Reactive Protein* adalah protein yang dihasilkan oleh hati sebagai reaksi terhadap stimulasi sitokin, terutama interleukin-6 (IL-6), yang dilepaskan ketika tubuh mengalami infeksi atau kerusakan jaringan. Pada pasien Tuberkulosis Paru, bakteri menyerang jaringan parenkim paru, memicu respon imun yang kuat dan meningkatkan kadar *C-Reactive Protein* dalam darah (Nurisani et al., 2022). Hasil dari penelitian ini sejalan dengan temuan yang disampaikan oleh (Yuniza, 2024) yang menyatakan bahwa kadar *C-*

Reactive Protein pada pasien tuberkulosis sebelum pengobatan mengalami peningkatan di atas nilai normal. Kadar CRP yang tidak normal secara konsisten pada seluruh responden menunjukkan adanya aktivitas penyakit yang tinggi. Semakin luas lesi atau kerusakan jaringan paru yang terjadi akibat infeksi bakteri, maka kadar CRP cenderung akan semakin tinggi. Penelitian yang dilakukan (Ketut et al., 2024) ditemukan pasien TB sebelum pengobatan mengalami peningkatan kadar *C-Reactive Protein* hal ini menjadikan CRP sebagai indikator yang sensitif untuk menilai tingkat keparahan penyakit TB. Temuan Penelitian ini dalam konteks klinis, kadar CRP yang tetap tinggi (100% tidak normal) menandakan bahwa fase infeksi masih berlangsung aktif. Penurunan kadar CRP ke batas normal biasanya digunakan oleh praktisi kesehatan sebagai indikator bahwa pengobatan antituberkulosis (OAT) mulai bekerja efektif dan peradangan mulai mereda. Penelitian yang dilakukan oleh (Djohan et al., 2025) kadar C-Reactive Protein mengalami penurunan setelah melakukan pengobatan selama 3 hingga 6 bulan akan kembali normal. .

5.1.3 Distribusi Hasil Pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) Pada Pasien Tuberkulosis Paru

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah pasien Laju Endap Darah yang normal adalah 2 pasien (6,67%) sementara jumlah pasien yang memiliki laju endap darah tidak normal adalah 28 pasien (93,33%). Kenaikan LED pada pasien Tuberkulosis Paru dalam penelitian ini menandakan adanya aktivitas penyakit dan respon fase akut yang berkelanjutan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Secara Teori Peningkatan nilai LED pada pasien Tuberkulosis paru dikaitkan

dengan reaksi peradangan akibat infeksi bakteri di dalam paru-paru yang menyebabkan kerusakan jaringan. Kerusakan ini memicu tubuh untuk menaikkan kadar fibrinogen. Kenaikan LED tersebut secara khusus dimediasi oleh kehadiran sitokin inflamasi seperti IL-6. Sitokin ini bertindak sebagai sinyal bagi hepatosit untuk mengintensifkan sintesis dan sekresi fibrinogen ke dalam sirkulasi darah, yang merangsang hepatosit untuk meningkatkan produksi fibrinogen. Kadar fibrinogen yang meningkat akan mempermudah terjadinya penggumpalan sel darah merah dan pembentukan rouleaux. Sel darah merah yang menggumpal menjadi lebih berat sehingga laju pengendapannya semakin cepat. Setelah bakteri masuk ke paru-paru, terbentuklah lesi primer di dalam makrofag yang diikuti dengan munculnya limfangitis di area lokal maupun regional. Penyebaran lesi ini ke berbagai area paru dapat mengakibatkan komplikasi lebih lanjut, seperti terbentuknya jaringan fibrous dan kalsifikasi. Pada tahap kronis, proses ini sering kali berujung pada terbentuknya kavitas atau ruang kosong akibat destruksi jaringan paru. (Pebriana et al., 2024).

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan dari (Ustiawaty et al., 2020) yang melaporkan bahwa pasien TB dapat menunjukkan Laju Endap Darah yang tinggi. Meskipun LED tidak spesifik hanya untuk TB, pemeriksaan ini sangat berguna untuk memantau keberhasilan terapi. Penurunan nilai LED secara bertahap menuju normal merupakan salah satu indikasi bahwa respon inflamasi tubuh mulai terkendali seiring dengan keberhasilan pengobatan antituberkulosis. Menurut studi yang dilakukan oleh (Bangun et al., 2023) disebutkan bahwa peningkatan Laju endap darah bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk infeksi baik yang

bersifat akut maupun kronis, inflamasi atau peradangan akut dalam tubuh, kerusakan jaringan serta mengkonsumsi obat-obatan tertentu.

5.1.4 Distribusi Hasil Pemeriksaan *C-Reactive Protein* (CRP) dan Laju Endap Darah (LED)

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa rata-rata kadar *C-Reactive Protein* (CRP) responden adalah 33,583 mg/L dengan nilai tertinggi mencapai 98,2 mg/L. Sementara itu, rata-rata Laju Endap Darah (LED) berada pada angka 54,63 mm/jam dengan nilai tertinggi mencapai 95 mm/jam. Data ini menunjukkan bahwa semua pasien TB Paru dalam penelitian ini tidak hanya memiliki nilai di atas normal, tetapi berada pada level inflamasi tingkat sedang hingga parah. Temuan studi ini sesuai dengan (Yuniza, 2024), yang menganalisis hubungan nilai *Cycle threshold* (TCM) terhadap kadar CRP dan LED. Dalam penelitian tersebut dilaporkan pada sampel pasien tuberkulosis yang diteliti terjadi peningkatan kadar C-Reaktiv Protein. Secara teori peningkatan kadar C-Reaktiv Protein berhubungan dengan infeksi *Mycobacterium Tuberculosis*. Terjadinya inflamasi, infeksi, dan kerusakan pada jaringan tubuh. Saat *Mycobacterium tuberculosis* memasuki tubuh, ini memicu proses peradangan. Pada saat peradangan berlangsung, tubuh akan merespons dengan melepaskan sitokin, salah satunya interleukin-6 (IL-6), yang merangsang hati untuk memproduksi protein plasma CRP. Akibatnya, kadar CRP dalam darah dapat meningkat (Munawaroh et al., 2023). Berdasarkan hasil analisis univariat, nilai rata-rata Laju Endap Darah (LED) pada subjek penelitian berada pada angka 54,63 mm/jam dengan nilai tertinggi mencapai 95 mm/jam. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Ustiawaty et al., 2020) yang menyatakan

bahwa peningkatan kadar laju endap darah sering ditemukan pada pasien TB paru sebelum pengobatan dan berkaitan dengan aktivitas penyakit.

1.2 Analisis Bivariat

Berdasarkan analisis bivariat menggunakan SPSS dilakukan uji korelasi antara kadar *C-Reactive Protein* dan Laju Endap Darah pada pasien Tuberkulosis Paru metode *Spearman's rho* diperoleh nilai korelasi sebesar 0,631 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar .000 yang dimana lebih kecil atau $< 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara Kadar *C-Reactive Protein* dan Laju Endap Darah pada pasien Tuberkulosis Paru di Rs Sindhu Trisno Palu.

Hubungan antara kadar C-Reactive Protein (CRP) dan Laju Endap Darah (LED) berperan sebagai indikator adanya proses inflamasi pada penyakit tuberkulosis paru. Dalam penelitian ini, hasil menunjukkan bahwa kadar CRP dan LED berada di atas nilai normal. Peningkatan CRP tersebut dikarenakan infeksi *Mycobacterium tuberculosis* yang masuk melalui jalur pernapasan hingga mencapai paru-paru dan kemudian menginfeksi makrofag alveolus. Pada tahap awal infeksi, bakteri akan diambil oleh makrofag dan sel dendritik di saluran pernapasan, yang selanjutnya melibatkan aktivasi sel T CD4⁺ serta CD8⁺ yang memicu pelepasan IFN- γ dan TNF- α . Kehadiran kedua sitokin ini tidak hanya berfungsi untuk mengaktifkan makrofag sebagai garis pertahanan, tetapi juga merangsang sintesis sitokin pro-inflamasi esensial seperti Interleukin-6. Sitokin tersebut kemudian berkontribusi dalam pembentukan granuloma sebagai bentuk pertahanan tubuh terhadap infeksi bakteri. Selanjutnya pelepasan sitokin pro-

inflamasi seperti IL-6 akan muncul sebagai reaksi terhadap infeksi bakteri, yang selanjutnya akan mendorong sel-sel hati untuk memproduksi protein fase akut seperti C-Reaktif Protein dan fibrinogen. CRP akan berikatan dengan fosforilkolin yang terdapat pada permukaan luar bakteri yang masuk ke dalam tubuh. Akibat adanya rangsangan tersebut, produksi CRP di hati berlangsung dengan cepat sehingga kadar CRP dalam darah meningkat. Pada hasil pemeriksaan Laju Endap Darah di peroleh hasil yang tidak normal, dimana Laju endap darah pada penderit tuberkulosis mengalami inflamasi sehinga terjadi peningkatan protein fase akut, terutama fibrinogen, dapat terjadi pada kondisi inflamasi. Fibrinogen yang bermuatan positif akan menetralkan muatan negatif pada eritrosit, sehingga memudahkan sel darah merah untuk saling melekat dan mempercepat proses agregasi. Akibatnya, perbandingan antara volume dan luas permukaan sel darah merah menjadi lebih sedikit, yang selanjutnya mempermudah pembentukan rouleaux. Kondisi ini menyebabkan eritrosit lebih cepat mengendap, sehingga pada akhir fase pengendapan diperoleh nilai Laju Endap Darah (LED) yang tidak normal. (Melinda, n.d.2021).