

Profil Laboratorium Pasien Tuberkulosis (CRP, SGOT, SGPT, Hemoglobin, dan Bakteri Tahan Asam) pada Fase Intensif dan Fase Lanjutan Pengobatan

Laboratory Profile of Tuberculosis Patients (CRP, SGOT, SGPT, Hemoglobin, and Acid-Resistant Bacteria) in the Intensive Phase and Continued Phase of Treatment

Surati, Djoko Priyatno, dan SY. Didik Widiyanto

Departemen Analisis Kesehatan, Poltekkes Kemenkes Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

* *) E-mail korespondensi: suratisera@gmail.com, 0852-2682-5024

ABSTRACT

Tuberculosis (TB) remains a global health problem, with Indonesia ranking second after India in terms of the number of cases. TB treatment using anti-tuberculosis drugs (OAT) has the potential to cause hepatotoxic and hematotoxic side effects, requiring monitoring of patient laboratory parameters during both the intensive and continuation phases of treatment. This study aimed to determine the laboratory profile of TB patients based on C-Reactive Protein (CRP), Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT), Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT), hemoglobin levels, and Acid-Fast Bacilli (AFB) microscopic examination results during the intensive and continuation phases of treatment. The study was conducted using a cross-sectional design at the Ambarawa Community Health Center with a sample size of 22 patients, consisting of 9 patients in the intensive phase and 13 patients in the continuation phase. The tests included CRP, SGOT, SGPT, hemoglobin, and BTA microscopic examination levels. The data were analyzed using the Independent T-Test to determine the differences between the treatment phases. The results showed no significant differences in SGOT, SGPT, and hemoglobin levels between the intensive and continuation phases ($p > 0.05$), with the mean values remaining within the normal range. CRP levels decreased from the intensive to the continuation phase, reflecting an improvement in the patients' inflammatory conditions. Microscopic BTA examination showed 67% negative in the intensive phase and increased to 100% negative in the continuation phase, indicating the effectiveness of OAT therapy. Intensive and continuation phase TB treatment effectively reduced inflammation and eliminated bacteria, while other laboratory parameters remained relatively stable. OAT adherence, nutritional status, and lifestyle factors are thought to influence the success of therapy.

Keywords : Tuberculosis, Anti-Tuberculosis Drugs, Laboratory Profile, Intensive Phase, Continued Phase

ABSTRAK

Tuberkulosis (TBC) masih menjadi masalah kesehatan global dengan Indonesia menempati peringkat kedua jumlah kasus terbanyak setelah India. Pengobatan TBC menggunakan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) berpotensi menimbulkan efek samping hepatotoksik dan hematotoksik, sehingga diperlukan pemantauan parameter laboratorium pasien selama fase pengobatan intensif maupun lanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil laboratorium pasien TBC berdasarkan kadar C-Reactive Protein (CRP), Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT), Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT), hemoglobin, serta hasil pemeriksaan mikroskopis Bakteri Tahan Asam (BTA) pada fase pengobatan intensif dan lanjutan. Penelitian dilakukan dengan desain potong lintang (cross sectional) di Balkesmas Ambarawa dengan jumlah sampel 22 pasien, terdiri dari 9 pasien fase intensif dan 13 pasien fase lanjutan. Pemeriksaan meliputi kadar CRP, SGOT, SGPT, hemoglobin, dan mikroskopis BTA. Data dianalisis menggunakan uji Independent T-Test untuk mengetahui perbedaan antar fase pengobatan. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada kadar SGOT, SGPT, dan hemoglobin antara fase intensif dan lanjutan ($p > 0,05$), dengan nilai rerata tetap berada pada kisaran normal. Kadar CRP menunjukkan penurunan dari fase intensif ke fase lanjutan, mencerminkan perbaikan kondisi inflamasi pasien. Pemeriksaan mikroskopis BTA menunjukkan 67% negatif pada fase intensif dan meningkat menjadi 100% negatif pada fase lanjutan, menandakan efektivitas terapi OAT. Pengobatan TBC fase intensif dan lanjutan efektif menurunkan inflamasi dan menghilangkan bakteri, sementara parameter laboratorium lain relatif stabil. Kepatuhan minum OAT, status gizi, serta faktor gaya hidup diduga memengaruhi keberhasilan terapi.

Kata Kunci : Tuberkulosis, Obat Anti Tuberkulosis, Profile Laboratorium, Fase Intensif, Fase Lanjutan

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dan hingga kini masih menjadi salah satu masalah kesehatan global utama. Berdasarkan laporan World Health Organization (2022) Indonesia menempati posisi kedua jumlah penderita TBC terbanyak di dunia setelah India, diikuti oleh China, Filipina, Pakistan, Nigeria, Bangladesh, dan Republik Demokratik Kongo. Kasus TBC di Indonesia juga terus meningkat dengan lebih dari 700 ribu kasus baru yang terdeteksi pada tahun 2022.20 Sebagian besar kasus ditemukan pada kelompok usia produktif yaitu 25–34 tahun, sehingga memberikan dampak signifikan terhadap aspek kesehatan, sosial, dan ekonomi.

Estimasi insiden TBC di Jawa Tengah mencapai 92.870 kasus dengan 77.426 kasus terkonfirmasi (Dinas Kesehatan Kabupaten Semarang, 2022). Data di Balkesmas Ambarawa per Oktober 2023 mencatat 65 pasien baru dan 585 suspek TBC. Tingginya jumlah kasus ini menunjukkan bahwa TBC masih menjadi ancaman kesehatan masyarakat yang membutuhkan perhatian khusus.

Mycobacterium tuberculosis menyebar melalui droplet yang dilepaskan ke udara saat penderita batuk atau bersin. Setelah masuk ke dalam tubuh, bakteri memicu inflamasi akibat pelepasan berbagai sitokin pro-inflamasi, seperti interleukin-6 (IL-6), yang selanjutnya merangsang produksi C-Reactive Protein (CRP). Kadar CRP biasanya tinggi pada awal pengobatan TBC, kemudian menurun seiring perbaikan kondisi klinis pasien.

Pengobatan TBC dilakukan melalui dua tahap, yaitu fase intensif dan fase lanjutan, dengan kombinasi Obat Anti Tuberkulosis (OAT) seperti isoniazid, rifampisin, pirazinamid, dan etambutol. Walaupun efektif, OAT dapat menimbulkan efek samping, terutama hepatotoksik dan hematotoksik. Hepatotoksisitas dapat dipantau melalui pemeriksaan enzim hati seperti Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) dan Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT), sementara efek hematotoksik dapat menyebabkan anemia yang terdeteksi melalui penurunan kadar hemoglobin.

Selain itu, efektivitas pengobatan TBC juga dipantau dengan pemeriksaan mikroskopis Bakteri Tahan Asam (BTA). Konversi hasil BTA dari positif ke negatif menandakan keberhasilan pengobatan, terutama pada fase intensif dan lanjutan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui profil pasien TBC yang meliputi kadar CRP, SGOT, SGPT, hemoglobin, serta hasil mikroskopis BTA pada fase intensif dan lanjutan pengobatan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam pemantauan efek pengobatan dan mendukung upaya peningkatan keberhasilan terapi TBC.

METODE

Desain, Tempat, dan Waktu

Penelitian ini menggunakan desain potong lintang (cross-sectional), yang dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus 2024. Penelitian bertempat di Balai Kesehatan Masyarakat (Balkesmas) Ambarawa yang berlokasi di Jalan Dr. Cipto No. 102, Kepatihan, Kranggan, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah.

Jumlah dan Cara Pengambilan Subjek

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien tuberkulosis (TBC) yang menjalani pengobatan di Balai Kesehatan Masyarakat (Balkesmas) Ambarawa, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang. Subjek penelitian terdiri atas pasien TBC fase intensif dan pasien TBC fase lanjutan dengan jumlah sebanyak 22 responden, yang terdiri atas 9 pasien TBC fase intensif dan 13 pasien TBC fase lanjutan. Teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling, yaitu seluruh anggota populasi yang memenuhi kriteria inklusi selama periode penelitian dijadikan sebagai sampel.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi: pasien yang telah terdiagnosis tuberkulosis (TBC) dan menjalani pengobatan di Balkesmas Ambarawa, pasien yang sedang menjalani pengobatan pada fase intensif atau fase lanjutan selama periode penelitian, pasien yang memiliki hasil pemeriksaan laboratorium lengkap meliputi C-Reactive Protein (CRP), SGOT, SGPT, hemoglobin, dan Basil Tahan Asam (BTA) sesuai dengan variabel penelitian, dan pasien yang bersedia menjadi responden penelitian dengan menandatangani lembar informed consent. Adapun kriteria eksklusi meliputi: pasien yang memiliki data pemeriksaan laboratorium atau rekam medis yang tidak lengkap sesuai variabel penelitian, pasien yang tidak menyelesaikan rangkaian pemeriksaan laboratorium yang diperlukan

dalam penelitian, pasien yang mengundurkan diri atau menolak berpartisipasi dalam penelitian, dan pasien yang tidak menjalani pengobatan pada fase intensif maupun fase lanjutan.

Jenis dan Cara Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh secara langsung dari hasil pemeriksaan laboratorium terhadap pasien tuberkulosis (TBC) yang menjalani pengobatan di Balai Kesehatan Masyarakat (Balkesmas) Ambarawa, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang. Data yang dikumpulkan meliputi hasil pemeriksaan C-reactive protein (CRP), Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT), Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT), hemoglobin, dan Basil Tahan Asam (BTA). Pemeriksaan dilakukan pada pasien TBC yang sedang menjalani pengobatan fase intensif dan fase lanjutan dengan memperhatikan karakteristik responden berdasarkan usia dan jenis kelamin.

Pemeriksaan C-Reactive Protein (CRP) dilakukan menggunakan sampel serum yang diperoleh dari darah vena sebanyak $\pm 3-6$ mL yang ditampung dalam tabung tanpa antikoagulan. Sampel didiamkan hingga membeku, kemudian disentrifugasi untuk memperoleh serum. Pemeriksaan CRP dilakukan menggunakan metode aglutinasi lateks secara kualitatif dan semi-kuantitatif dengan batas deteksi 6 mg/L, sensitivitas diagnostik 95,6%, dan spesifisitas 96,2%. Prinsip pemeriksaan didasarkan pada reaksi antigen-antibodi, yaitu CRP dalam serum bereaksi dengan partikel lateks yang dilapisi antibodi anti-CRP sehingga membentuk aglutinasi. Hasil dinyatakan negatif apabila tidak terbentuk aglutinasi (kadar CRP < 6 mg/L) dan positif apabila terbentuk aglutinasi (kadar CRP ≥ 6 mg/L). Pada sampel dengan hasil positif, dilakukan pengenceran bertingkat (*serial dilution*) untuk menentukan kadar CRP secara semi-kuantitatif berdasarkan pengenceran tertinggi yang masih menunjukkan reaksi aglutinasi sesuai dengan prosedur operasional standar laboratorium..

Pemeriksaan SGOT dan SGPT dilakukan menggunakan sampel serum yang diperoleh dari darah vena. Serum diperiksa menggunakan chemistry analyzer dengan metode enzimatis sesuai prosedur operasional standar (SOP) laboratorium. Pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan menggunakan darah vena yang ditampung dalam tabung EDTA, kemudian dianalisis menggunakan hematology analyzer. Pemeriksaan Basil Tahan Asam (BTA) dilakukan menggunakan sampel sputum dengan metode pewarnaan Ziehl-Neelsen, kemudian diamati secara mikroskopis untuk menentukan hasil BTA.

Berdasarkan data nilai rujukan dari Balkesmas Ambarawa (2023), nilai rujukan kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) dalam serum adalah 0–31 U/L untuk perempuan dan 0–37 U/L untuk laki-laki, sedangkan nilai rujukan kadar Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) adalah 0–31 U/L untuk perempuan dan 0–41 U/L untuk laki-laki. Adapun nilai rujukan kadar hemoglobin (Hb) berdasarkan Balkesmas Ambarawa adalah 13–17 g/dL untuk laki-laki dan 12–16 g/dL untuk perempuan.

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik (*ethical clearance*) dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang dengan Nomor 1352/EA/KEPK/2023 sebelum pelaksanaan penelitian.

Pengolahan dan Analisis Data

Variabel independen dalam penelitian ini adalah fase pengobatan pasien tuberkulosis (TBC), yaitu fase intensif dan fase lanjutan. Variabel dependen meliputi hasil pemeriksaan profil laboratorium pasien, yaitu C-Reactive Protein (CRP), Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT), Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT), hemoglobin, dan mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA). Analisis data diawali dengan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk karena jumlah sampel pada masing-masing kelompok kurang dari 50 responden. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data SGOT, SGPT dan hemoglobin pada kedua kelompok berdistribusi normal ($p > 0,05$). Selanjutnya dilakukan uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test. Hasil uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test menunjukkan bahwa nilai signifikansi kadar SGOT, SGPT, dan hemoglobin pada kelompok pasien TBC fase intensif dan fase lanjutan seluruhnya lebih dari 0,05 ($p > 0,05$). Data SGOT, SGPT dan hemoglobin yang memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas dianalisis menggunakan Independent T-Test untuk menilai perbedaan rerata antara pasien TBC fase intensif dan fase lanjutan. Sementara itu, data CRP dan BTA yang bersifat kategorik/ordinal dianalisis

secara deskriptif menggunakan distribusi frekuensi dan persentase tanpa dilakukan uji statistik inferensial. Seluruh analisis data dilakukan menggunakan Microsoft Excel dan IBM SPSS Statistics versi 27 dengan tingkat kemaknaan (*p-value*) <0,05.

HASIL

Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan sebanyak 22 responden yang terdiri dari 9 pasien fase akhir pengobatan intensif dan 13 pasien fase akhir pengobatan lanjutan. Data penelitian ini menggunakan data primer yang didapatkan langsung dari Laboratorium Balkesmas Wilayah Ambarawa pada bulan Desember 2023 – Januari 2024 menggambarkan pasien tuberkulosis yang sedang menjalankan pengobatan diakhir fase pengobatan intensif dan lanjutan.

Tabel 1
Karakteristik Responden

Usia		Jenis Kelamin				
Fase Pengobatan Intensif						
Kelompok Usia	n	%	Perempuan		Laki-laki	
			n	%	n	%
5-9 tahun	1	11%	1	11%	0	0%
10-18 tahun	1	11%	1	11%	0	0%
19-59 tahun	4	44,5%	1	11%	3	33,5%
≥60 tahun	3	33,5%	0	0%	3	33,5%
TOTAL	9	100%	3	33%	6	67%
Fase Pengobatan Lanjutan						
5-9 tahun	0	0%	0	0%	0	0%
10-18 tahun	0	0%	0	0%	0	0%
19-59 tahun	8	62%	1	8%	7	54%
≥60 tahun	5	38%	3	23%	2	15%
TOTAL	13	100%	4	31%	9	69%

Berdasarkan tabel distribusi karakteristik responden menurut usia dan jenis kelamin pada pasien tuberkulosis, diketahui bahwa pada fase pengobatan intensif terdapat 9 orang pasien (100%), dengan kelompok usia terbanyak berada pada rentang 19–59 tahun sebanyak 4 orang (44,5%), diikuti oleh kelompok usia ≥60 tahun sebanyak 3 orang (33,5%), serta masing-masing 1 orang (11%) pada kelompok usia 5–9 tahun dan 10–18 tahun. Berdasarkan jenis kelamin, pasien laki-laki lebih banyak dibandingkan perempuan, yaitu 6 orang (67%) laki-laki dan 3 orang (33%) perempuan.

Sementara itu, pada fase pengobatan lanjutan terdapat 13 orang pasien (100%), dengan sebagian besar berada pada kelompok usia 19–59 tahun sebanyak 8 orang (62%), dan kelompok usia ≥60 tahun sebanyak 5 orang (38%). Tidak terdapat pasien pada kelompok usia di bawah 18 tahun pada fase ini. Berdasarkan jenis kelamin, pasien laki-laki juga mendominasi, yaitu 9 orang (69%), sedangkan perempuan sebanyak 4 orang (31%). Secara umum, data ini menunjukkan bahwa mayoritas pasien tuberkulosis, baik pada fase intensif maupun lanjutan, berada pada kelompok usia dewasa (19–59 tahun) dan didominasi oleh laki-laki.

Pengaruh Fase Pengobatan terhadap Kadar SGOT

Cara mengetahui adanya perbedaan kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) antara pasien tuberkulosis pada fase pengobatan intensif dan fase lanjutan, dilakukan analisis perbandingan rerata kadar SGOT pada kedua kelompok.

Tabel 2
Pengaruh Fase Pengobatan terhadap Kadar SGOT

Fase pengobatan	n	Rerata ± SD	p-value
Fase intensif	9	26,40 ± 9,99	0,817
Fase lanjutan	13	26,89 ± 11,33	

Berdasarkan hasil analisis deskriptif pada tabel 2, diketahui bahwa rata-rata kadar SGOT pada pasien dalam fase intensif adalah $26,40 \pm 9,99$ (n=9), sedangkan pada fase lanjutan sebesar $26,89 \pm 11,33$ (n=13). Perbedaan rata-rata kadar SGOT antara kedua fase pengobatan hanya sebesar 0,49, sehingga secara deskriptif dapat dikatakan bahwa kadar SGOT pada fase intensif dan fase lanjutan relatif tidak ada perbedaan.

Hasil uji Independent T-Test menunjukkan bahwa nilai Levens Test sebesar 0,817 ($>0,05$) menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki varian yang homogen sehingga asumsi uji t terpenuhi. Selanjutnya, hasil uji t diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,917 ($>0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar SGOT pada fase intensif dan fase lanjutan. Hal ini diperkuat dengan tingkat kepercayaan 95% (CI: -10,274 s.d. 9,289) sehingga memperkuat bahwa kedua kelompok tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Pengaruh Fase Pengobatan terhadap Kadar SGPT

Analisis terhadap kadar SGPT pada pasien tuberkulosis dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan fungsi hati selama menjalani pengobatan. Pemeriksaan ini penting karena obat antituberkulosis diketahui memiliki potensi hepatotoksik yang dapat memengaruhi kadar enzim hati. Berdasarkan hasil penelitian, dilakukan perbandingan kadar SGPT antara fase intensif dan fase lanjutan pengobatan untuk menilai adanya perbedaan bermakna antar fase terapi.

Tabel 3
Pengaruh Fase Pengobatan terhadap Kadar SGPT

Fase pengobatan	n	Rerata ± SD	p-value
Fase intensif	9	25,31 ± 11,99	0,374
Fase lanjutan	13	26,37 ± 16,57	

Berdasarkan hasil analisis deskriptif pada tabel 3, diketahui bahwa rata-rata kadar SGPT pada pasien dalam fase intensif adalah $25,31 \pm 11,99$ (n=9), sedangkan pada fase lanjutan sebesar $26,37 \pm 16,57$ (n=13). Perbedaan rata-rata kadar SGPT antara kedua fase pengobatan hanya sebesar 1,04, sehingga secara deskriptif dapat dikatakan bahwa kadar SGPT pada fase intensif dan fase lanjutan relatif tidak ada perbedaan.

Hasil uji Independent T-Test menunjukkan bahwa nilai Levens Test sebesar 0,374 ($>0,05$) menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki varian yang homogen sehingga asumsi uji t terpenuhi. Selanjutnya, hasil uji t diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,872 ($>0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar SGPT pada fase intensif dan fase lanjutan. Hal ini diperkuat dengan tingkat kepercayaan 95% (CI: -14,54 s.d. 12,43) sehingga memperkuat bahwa kedua kelompok tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Pengaruh Fase Pengobatan terhadap Kadar Hemoglobin (Hb)

Kadar hemoglobin (Hb) merupakan salah satu indikator penting untuk menilai status kesehatan darah dan kondisi umum pasien tuberkulosis selama menjalani pengobatan. Penggunaan obat antituberkulosis dalam jangka panjang dapat berpengaruh terhadap kadar Hb, baik melalui efek samping obat maupun perubahan status gizi dan kondisi inflamasi tubuh. Oleh karena itu, dilakukan analisis untuk mengetahui perbedaan kadar hemoglobin antara fase intensif dan fase lanjutan pengobatan.

Tabel 4
Pengaruh Fase Pengobatan terhadap Kadar Hemoglobin (Hb)

Fase pengobatan	n	Rerata ± SD	p-value
Fase intensif	9	12,30 ± 1,88	0,960
Fase lanjutan	13	13,15 ± 1,92	

Berdasarkan hasil analisis deskriptif pada tabel 4, diketahui bahwa rata-rata kadar hemoglobin pada pasien dalam fase intensif adalah $12,30 \pm 1,88$ (n=9), sedangkan pada fase lanjutan sebesar $13,15 \pm 1,92$ (n=13). Perbedaan rata-rata kadar hemoglobin antara kedua fase pengobatan hanya sebesar 0,85, sehingga secara deskriptif dapat dikatakan bahwa kadar hemoglobin pada fase intensif dan fase lanjutan relatif tidak ada perbedaan.

Hasil uji Independent T-Test menunjukkan bahwa nilai Levens Test sebesar 0,960 ($>0,05$) menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki varian yang homogen sehingga asumsi uji t terpenuhi. Selanjutnya, hasil uji t diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,313 ($>0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar hemoglobin pada fase intensif dan fase lanjutan. Hal ini diperkuat dengan tingkat kepercayaan 95% (CI: -2,575 s.d. 0,868) sehingga memperkuat bahwa kedua kelompok tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Pengaruh Fase Pengobatan terhadap C-Reactive Protein

Penelitian ini dilakukan pada pasien tuberkulosis (TBC) yang berada pada akhir fase intensif dan fase lanjutan pengobatan di Balkesmas Ambarawa. C-Reactive Protein (CRP) merupakan biomarker inflamasi yang dapat digunakan untuk memantau respons pasien terhadap terapi Obat Anti Tuberkulosis (OAT). Penurunan kadar CRP selama pengobatan menunjukkan berkurangnya proses inflamasi seiring dengan keberhasilan terapi.

Tabel 5
Hasil Pemeriksaan CRP Pasien TBC Fase Pengobatan Intensif

No	Variabel	Hasil Pemeriksaan CRP				Total		
		Positif		Negatif				
1.	Kelompok Usia	n	mg/L	%	n	%	n	%
	Anak-anak (5-9 tahun)	1	24	11%	0	0%	1	11%
	Remaja (10-18 tahun)	0	-	0%	1	11%	1	11%
	Dewasa (19-59 tahun)	0	-	0%	4	44,5%	4	44,5%
	Lansia (≥ 60 tahun)	0	-	0%	3	33,5%	3	33,5%
	Total	1		11%	8	89%	9	100%
2.	Jenis Kelamin							
	Laki-Laki	0	-	0%	6	67%	6	67%
	Perempuan	1	24	11%	2	22%	3	33%
	Total	1		11%	8	89%	9	100%

Pemeriksaan CRP pada pasien tuberkulosis paru fase intensif menunjukkan mayoritas kasus terdapat pada kelompok usia dewasa dan lansia, dengan satu kasus positif pada anak (11%). Berdasarkan jenis kelamin, laki-laki lebih dominan (67%) dibandingkan perempuan, dengan satu kasus positif pada perempuan (11%).

Tabel 6
Hasil Pemeriksaan CRP Pasien TBC Fase Pengobatan Lanjutan

No	Variabel	Hasil Pemeriksaan CRP				Total		
		Positif			Negatif			
1.	Kelompok Usia	n	mg/L	%	n	%	n	%
	Anak-anak (5-9 tahun)	0	-	0%	0	0%	0	0%
	Remaja (10-18 tahun)	0	-	0%	0	0%	0	0%
	Dewasa (19-59 tahun)	0	-	0%	8	62%	8	62%
	Lansia (≥ 60 tahun)	1	12	8%	4	30%	5	38%
	Total	1		8%	12	92%	13	100%
2.	Jenis Kelamin							
	Laki-Laki	1	12	8%	8	62%	9	70%
	Perempuan	0	-	0%	4	30%	4	30%
	Total	1		8%	12	92%	13	100%

Pemeriksaan CRP pada pasien tuberkulosis paru fase lanjutan menunjukkan mayoritas kasus terdapat pada kelompok usia dewasa dan lansia, dengan satu kasus positif pada lansia (8%). Berdasarkan jenis kelamin, laki-laki lebih dominan dengan satu kasus positif (8%).

Pengaruh Fase Pengobatan terhadap Mikroskopis Bakteri Tahan Asam (BTA)

Tingkat infeksi pada pasien tuberkulosis dievaluasi untuk mengetahui efektivitas pengobatan dalam menurunkan jumlah bakteri *Mycobacterium tuberculosis* selama terapi. Pemeriksaan dilakukan melalui analisis sputum pada setiap fase pengobatan, yaitu fase intensif dan fase lanjutan. Penilaian ini bertujuan untuk melihat perubahan status infeksi dari positif menjadi negatif sebagai indikator keberhasilan terapi.

Tabel 7
Jumlah BTA Pasien TBC Pasca Fase Intensif dan Lanjutan

Tingkat Infeksi	Fase Pengobatan			
	Fase Intensif		Fase Lanjutan	
	Frekuensi	%	Frekuensi	%
(-) Neg	6	67%	13	100%
Scanty	2	22%	0	0%
(1+)	1	11%	0	0%
(2+)	0	0%	0	0%
(3+)	0	0%	0	0%
Total	9	100%	13	100%

Berdasarkan hasil pemeriksaan mikroskopis Basil Tahan Asam (BTA), sebagian besar pasien pada fase intensif telah menunjukkan konversi sputum menjadi negatif, yaitu sebanyak 6 pasien (67%). Namun, masih terdapat 2 pasien (22%) dengan hasil scanty dan 1 pasien (11%) dengan hasil BTA 1+, sedangkan tidak ditemukan pasien dengan hasil BTA 2+ maupun 3+. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar pasien telah memberikan respons yang baik terhadap pengobatan pada fase intensif, meskipun masih terdapat sejumlah pasien dengan sisa beban bakteri yang rendah. Pada fase lanjutan, seluruh pasien (13 pasien; 100%) menunjukkan hasil BTA negatif, tanpa ditemukan hasil scanty, 1+, 2+, maupun 3+. Temuan ini menunjukkan bahwa pengobatan lanjutan efektif dalam mengeliminasi sisa *Mycobacterium tuberculosis* setelah fase intensif sehingga seluruh pasien mencapai konversi sputum menjadi negatif. Secara klinis, hasil ini mencerminkan keberhasilan terapi OAT dalam menurunkan beban bakteri dan mengurangi potensi penularan, sekaligus menunjukkan bahwa pasien

yang masih BTA positif pada akhir fase intensif dapat mengalami konversi menjadi negatif setelah menyelesaikan fase lanjutan pengobatan.

PEMBAHASAN

Responden dalam penelitian ini berjumlah 22 pasien yang terdiri dari 9 pasien pada fase intensif dan 13 pasien pada fase lanjutan. Sebagian besar responden berada pada kelompok usia 19–59 tahun (dewasa) dan ≥ 60 tahun (lansia). Temuan ini sejalan dengan laporan WHO (2023) dan Kemenkes RI (2022) yang menunjukkan bahwa TBC paling banyak menyerang kelompok usia produktif dan lansia akibat tingginya paparan lingkungan, aktivitas fisik tinggi, dan penurunan sistem imun seiring usia (Kemenkes RI, 2022). Pasien laki-laki mendominasi baik pada fase intensif (67%) maupun lanjutan (69%). Hasil ini mendukung data WHO (2015) dan penelitian Widyasari *et al.* yang menyatakan bahwa laki-laki lebih berisiko menderita TBC karena kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, serta paparan pekerjaan yang lebih besar terhadap faktor lingkungan. Selain itu, hormon estrogen pada perempuan memiliki efek protektif terhadap infeksi melalui penghambatan respon inflamasi berlebih (Rosida, 2016; Widyasari *et al.*, 2012).

Kadar SGOT pada pasien tanpa faktor risiko hepatotoksisitas seperti konsumsi alkohol, penggunaan obat hepatotoksik lain, atau adanya penyakit hati sebelumnya akan cenderung lebih stabil dan tetap berada di dalam kisaran normal (Ismah *et al.*, 2017). Meskipun penggunaan obat anti tuberkulosis tidak berpotensi hepatotoksik, akan tetapi respon setiap individu sangat dipengaruhi oleh status metabolik, genetik, dan adanya penyakit komorbiditas. Pasien dengan kondisi hati yang baik, enzim transaminase sering kali tidak menunjukkan perubahan bermakna sepanjang pengobatan (Reta, 2023). Beberapa penelitian terbaru melaporkan bahwa peningkatan SGOT lebih sering terjadi pada fase awal pengobatan (1 – 2 bulan pertama). Kejadian ini sebagai tahap adaptasi hati terhadap metabolisme obat, sedangkan pada fase lanjutan nilainya cenderung kembali normal atau stabil. Hal ini menjelaskan bahwa terdapat perbedaan nilai rata – rata yang relatif kecil, tetapi perbedaan tidak signifikan secara statistik (Yip *et al.*, 2023). Hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa fase pengobatan tuberkulosis tidak secara langsung memengaruhi kadar SGOT jika pasien tidak memiliki faktor risiko tambahan. Pemantauan fungsi hati tetap penting, akan tetapi nilai SGOT yang stabil dapat dijadikan indikator keamanan terapi khususnya pada pasien tanpa riwayat gangguan hepatic.

Temuan di Bangladesh menunjukkan bahwa abnormalitas SGPT lebih berkaitan dengan keparahan klinis penyakit dibandingkan dengan tahapan terapi, serta tidak selalu meningkat bila tidak ada faktor hepatotoksik tambahan (Shipman *et al.*, 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa intervensi farmakologis khusus misalnya terapi silymarin pada NAFLD yang dapat menurunkan kadar SGPT secara signifikan, akan tetapi pada pasien tanpa intervensi khusus mempunyai kadar SGPT cenderung stabil sepanjang pengamatan (Chantarojanasiri, 2023). Hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa fase pengobatan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar SGPT pasien apabila tidak terdapat faktor hepatic tambahan. Perubahan kecil yang teramati lebih mungkin disebabkan oleh variasi individual dan ukuran sampel yang terbatas daripada efek fase pengobatan itu sendiri. Oleh karena itu, kadar SGPT dapat dianggap stabil sepanjang fase intensif maupun lanjutan. Sehingga pemantauan fungsi hati lebih difokuskan pada pasien dengan faktor risiko atau dugaan hepatotoksik.

Kadar hemoglobin cenderung stabil apabila tidak terdapat faktor risiko seperti perdarahan, defisiensi nutrisi, atau kelainan hematologis. Penelitian kohort besar melaporkan bahwa kadar hemoglobin dalam rentang normal relatif stabil dan variasi kecil di dalam rentang tersebut tidak berhubungan dengan peningkatan risiko klinis yang signifikan. Hal ini mendukung temuan bahwa perbedaan kecil antar fase pengobatan dalam penelitian ini tidak memiliki implikasi klinis yang berarti (Pramonodjati *et al.*, 2019). Pada tuberkulosis aktif, anemia lebih sering terjadi sebagai anemia akibat penyakit kronis dibandingkan akibat efek toksik obat. Proses inflamasi kronis merangsang pelepasan sitokin proinflamasi, terutama interleukin-6 (IL-6), yang meningkatkan sintesis hepcidin di hati. Peningkatan hepcidin menghambat absorpsi besi di usus serta pelepasan besi dari makrofag melalui degradasi ferroportin sehingga menurunkan ketersediaan besi untuk eritropoiesis dan menyebabkan penurunan kadar hemoglobin. Seiring keberhasilan terapi OAT, beban bakteri dan respons inflamasi menurun, kadar IL-6 dan hepcidin ikut menurun, sehingga eritropoiesis berangsur membaik dan kadar hemoglobin cenderung kembali stabil.

Efek samping hematologis akibat OAT relatif jarang terjadi dibandingkan gangguan fungsi hati. Kelainan seperti anemia hemolitik, anemia aplastik, trombositopenia, atau supresi sumsum tulang umumnya bersifat idiosinkratik dan lebih sering dikaitkan dengan obat tertentu, terutama rifampisin atau isoniazid, sehingga bukan merupakan efek yang ditemukan pada sebagian besar pasien. Oleh karena itu, stabilnya kadar hemoglobin pada penelitian ini lebih mencerminkan menurunnya proses inflamasi akibat keberhasilan terapi dibandingkan adanya efek hematotoksik OAT. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang menunjukkan adanya peningkatan kadar hemoglobin sejak awal hingga akhir pengobatan, meskipun perbedaan antar fase tidak selalu signifikan secara statistik (Saino *et al.*, 2022).

Perbedaan kadar hemoglobin yang kecil antara fase intensif dan lanjutan dalam penelitian ini lebih mungkin mencerminkan variasi biologis normal antar individu dan ukuran sampel yang terbatas dibandingkan dengan efek nyata dari fase pengobatan itu sendiri. Secara klinis, temuan ini menunjukkan bahwa fase pengobatan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar hemoglobin pasien, sehingga pemantauan kadar hemoglobin lebih difokuskan pada pasien dengan faktor risiko anemia, gangguan hematologi, atau komorbiditas yang dapat memengaruhi proses eritropoiesis.

Penelitian ini menunjukkan bahwa terapi OAT berperan penting dalam menurunkan kadar CRP pasien tuberkulosis paru. Pada fase intensif, CRP negatif ditemukan pada 89% pasien dan meningkat menjadi 92% pada fase lanjutan, menandakan berkurangnya inflamasi seiring menurunnya antigen dalam tubuh. Hal ini sejalan dengan temuan Nurisani, Astari, *et al.* bahwa penurunan CRP mencerminkan respons terapi yang baik. Sebaliknya, kadar CRP yang tetap tinggi pada akhir pengobatan dapat mengindikasikan kegagalan terapi atau resistensi TBC. Dengan demikian, mayoritas pasien yang mencapai kadar CRP normal pada akhir pengobatan mencerminkan keberhasilan OAT dalam mengendalikan inflamasi dan memperbaiki kondisi klinis (Salsabillah *et al.*, 2021; Syalia *et al.*, 2022).

Pada fase intensif, sebagian besar pasien berada pada kelompok usia dewasa dengan hasil CRP negatif, namun terdapat satu pasien anak (5–9 tahun) dengan hasil positif, yang dipengaruhi pola hidup kurang baik, kurang perhatian orang tua, serta ketidakpatuhan konsumsi OAT. Anak-anak lebih rentan terhadap TB karena daya tahan tubuh yang belum optimal. Ketidakpatuhan terhadap terapi dapat meningkatkan inflamasi dalam tubuh, yang tercermin dari tingginya kadar CRP (Wahid *et al.*, 2021; Wuan *et al.*, 2022). Pada fase lanjutan, mayoritas pasien juga berasal dari kelompok usia dewasa dengan hasil CRP negatif, namun terdapat satu pasien lansia (63 tahun) dengan CRP 12 mg/L. Faktor risiko yang memengaruhi termasuk kurang aktivitas fisik, riwayat merokok, serta status gizi dengan IMT gemuk ringan. Rendahnya aktivitas fisik terbukti meningkatkan kadar CRP, sedangkan olahraga dapat menurunkannya melalui pengaruh terhadap sistem imun dan sitokin proinflamasi. Rokok juga berkontribusi terhadap kerusakan jaringan paru dan peningkatan CRP. Selain itu, obesitas dapat memicu ketidakseimbangan jaringan adiposa yang menghasilkan adipokin dan sitokin proinflamasi, termasuk CRP, IL-6, dan TNF- α . (Ovi *et al.*, 2022; Sembiring, 2021; Suprpto, 2018).

Berdasarkan Tabel 1 mayoritas responden dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki. Pada fase intensif, persentase laki-laki sebesar 67% dan perempuan 33%, sedangkan pada fase lanjutan laki-laki 70% dan perempuan 30%. Hal ini menunjukkan bahwa laki-laki lebih rentan mengalami inflamasi dibanding perempuan. Faktor gaya hidup seperti kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol berperan penting dalam tingginya kasus TB pada laki-laki. Merokok terbukti menurunkan fungsi paru, melemahkan sistem imun, dan memudahkan infeksi *Mycobacterium*. Selain itu, merokok juga dapat memperpanjang proses penyembuhan akibat peningkatan kerusakan jaringan paru. (Chuang *et al.*, 2015; WHO, 2022; Wilson *et al.*, 2018).

Kadar CRP positif yang tinggi pada kelompok perempuan fase intensif, terutama kategori anak, kemungkinan dipengaruhi adanya antigen *M. tuberculosis* yang masih bertahan dalam tubuh, gaya hidup kurang sehat, serta ketidakpatuhan mengonsumsi OAT. Sementara itu pada fase lanjutan, kadar CRP tinggi pada laki-laki dipengaruhi riwayat merokok, meskipun pasien sudah berhenti dua minggu sebelum pemeriksaan. Temuan ini konsisten dengan data Kemenkes RI yang menunjukkan prevalensi TB lebih tinggi pada laki-laki dibanding perempuan (Kemenkes RI, 2022; Nurisani *et al.*, 2023).

Interpretasi hasil pemeriksaan CRP pada penelitian ini perlu mempertimbangkan keterbatasan metode pemeriksaan yang digunakan. Pemeriksaan CRP dilakukan menggunakan metode aglutinasi lateks secara kualitatif/semi-kuantitatif yang memiliki batas deteksi sebesar 6 mg/L. Oleh karena itu, hasil negatif pada pemeriksaan ini hanya menunjukkan bahwa kadar CRP berada di bawah 6 mg/L,

bukan berarti kadar CRP sama dengan nol atau tidak terdapat proses inflamasi sama sekali. Metode ini memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan metode kuantitatif, sehingga kurang mampu mendeteksi peningkatan CRP dengan konsentrasi rendah yang masih dapat mencerminkan adanya inflamasi ringan atau inflamasi residual pada pasien tuberkulosis yang sedang menjalani pengobatan. Keterbatasan tersebut perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil penelitian karena kemungkinan terdapat pasien dengan kadar CRP rendah yang tidak terdeteksi oleh metode aglutinasi lateks. Oleh sebab itu, penggunaan high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) pada penelitian selanjutnya disarankan karena memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dan mampu mengukur kadar CRP hingga di bawah 1 mg/L. Dengan demikian, hs-CRP dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai derajat inflamasi serta perubahan respons inflamasi selama fase intensif maupun fase lanjutan pengobatan tuberkulosis.

Pemeriksaan tindak lanjut pengobatan tuberkulosis di Balkesmas Wilayah Ambarawa dilakukan pada fase intensif (bulan ke-2) dan fase lanjutan (bulan ke-6) menggunakan pemeriksaan mikroskopis BTA dengan pewarnaan Ziehl Neelsen (ZN). Mayoritas pasien TB paru berada pada kelompok usia produktif (15–59 tahun) sebesar 44,5% dan lansia ≥ 60 tahun sebesar 33,5%. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa tuberkulosis lebih sering terjadi pada kelompok usia produktif akibat tingginya aktivitas, pola istirahat kurang, serta penurunan imunitas seiring pertambahan usia (Han *et al.*, 2023; Laily *et al.*, 2015; Ovi *et al.*, 2022).

Berdasarkan jenis kelamin, pasien laki-laki mendominasi baik pada fase intensif (67%) maupun lanjutan (69%). Kondisi ini sejalan dengan laporan WHO bahwa laki-laki lebih rentan terkena tuberkulosis karena perilaku berisiko seperti merokok dan konsumsi alkohol yang dapat menurunkan imunitas tubuh (WHO, 2023; Wahyuni *et al.*, 2016). Merokok juga diketahui merusak fungsi paru, menurunkan aktivitas imun seluler, serta memperlambat penyembuhan (Bishop *et al.*, 2018; Cahyani, 2021).

Pada fase intensif, 67% pasien menunjukkan hasil BTA negatif, menandakan efektivitas obat anti tuberkulosis (OAT) kombinasi. Namun, masih terdapat pasien dengan hasil negatif (22%) dan positif (11%). Kondisi ini dikaitkan dengan rendahnya tingkat pendidikan, pengetahuan kesehatan, serta lingkungan rumah yang kurang sehat, yang dapat memengaruhi kepatuhan pasien terhadap pengobatan (Absor *et al.*, 2020; Diantari *et al.*, 2022). Pada fase lanjutan, seluruh pasien (100%) menunjukkan hasil negatif. Hal ini menegaskan bahwa pengobatan lanjutan efektif dalam membasmi sisa bakteri setelah fase intensif. Faktor kepatuhan pasien dalam mengonsumsi OAT secara teratur menjadi penentu utama keberhasilan terapi (Kemenkes RI, 2023).

Selain tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik, temuan ini juga memiliki makna klinis. Rata-rata kadar SGOT dan SGPT pada kedua fase pengobatan masih berada dalam rentang nilai rujukan laboratorium Balkesmas Ambarawa dan jauh di bawah batas yang umumnya digunakan untuk mendefinisikan hepatotoksisitas akibat obat anti tuberkulosis, yaitu peningkatan transaminase lebih dari tiga kali batas atas normal disertai gejala atau lebih dari lima kali batas atas normal tanpa gejala. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada sebagian besar pasien dalam penelitian ini, pemberian OAT tidak menimbulkan gangguan fungsi hati yang bermakna secara klinis. Dengan demikian, terapi OAT pada pasien yang tidak memiliki faktor risiko hepatotoksisitas tampak memiliki profil keamanan yang baik, meskipun pemantauan fungsi hati secara berkala tetap diperlukan selama pengobatan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pengobatan fase intensif dan lanjutan sudah efektif dalam menurunkan jumlah bakteri tuberkulosis paru. Meskipun pasien laki-laki lebih banyak terinfeksi, keberhasilan terapi lebih dipengaruhi oleh faktor gaya hidup, status gizi, pengetahuan, kepatuhan, dan kondisi lingkungan daripada jenis kelamin semata.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sampel yang relatif kecil ($n=22$) dapat mengurangi kekuatan statistik dalam mendeteksi perbedaan antar kelompok. Selain itu, desain penelitian cross-sectional hanya menggambarkan kondisi pasien pada saat pemeriksaan sehingga tidak dapat mengevaluasi perubahan profil laboratorium secara longitudinal selama pengobatan. Pemeriksaan CRP menggunakan metode aglutinasi lateks kualitatif/semi-kuantitatif dengan batas deteksi 6 mg/L sehingga kadar CRP di bawah nilai tersebut tidak dapat diukur secara lebih akurat. Penelitian ini juga belum mengendalikan faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil laboratorium, seperti status gizi, komorbiditas, konsumsi alkohol, penggunaan obat lain yang bersifat hepatotoksik, maupun variasi genetik metabolisme obat. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain prospektif dengan jumlah sampel yang lebih besar serta metode pemeriksaan yang lebih sensitif, seperti

high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), untuk memperoleh gambaran perubahan biomarker yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengobatan fase intensif dan lanjutan pada pasien tuberkulosis paru di Balkesmas Ambarawa efektif dalam menurunkan hingga menghilangkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Mayoritas pasien berada pada kelompok usia produktif dan lansia dengan proporsi laki-laki lebih tinggi. Hasil pemeriksaan laboratorium (SGOT, SGPT, hemoglobin, dan CRP) menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara fase intensif dan lanjutan, dengan kecenderungan nilai tetap stabil. Pemeriksaan mikroskopis BTA memperlihatkan 67% pasien negatif pada fase intensif dan meningkat menjadi 100% pada fase lanjutan, menandakan keberhasilan terapi OAT. Faktor kepatuhan konsumsi obat, kondisi fisik rumah, gaya hidup, dan status kesehatan turut memengaruhi hasil pengobatan.

SARAN

Tenaga kesehatan perlu meningkatkan edukasi dan pendampingan pasien agar kepatuhan konsumsi OAT tetap terjaga hingga akhir pengobatan. Monitoring laboratorium seperti CRP, SGOT, SGPT, dan hemoglobin sebaiknya tetap dilakukan untuk mendeteksi dini adanya komplikasi atau resistensi. Selain itu, perbaikan faktor pendukung seperti lingkungan rumah sehat, status gizi, dan perilaku hidup sehat juga perlu diperhatikan. Penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel lebih besar disarankan untuk mengeksplorasi faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi keberhasilan terapi tuberkulosis paru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pimpinan dan seluruh staf Balai Kesehatan Masyarakat (Balkesmas) Ambarawa atas izin, bantuan, dan kerja sama yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Direktur Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang atas dukungan, arahan, serta fasilitas yang diberikan. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (UPPM) atas bimbingan dan kesempatan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan terselesaikan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Absor, S., Nurida, A., Levani, Y. and Nerly, W.S. (2020) 'Hubungan tingkat pendidikan dengan kepatuhan berobat penderita TB paru di Kabupaten Lamongan periode Januari 2016–Desember 2018', *Jurnal Kedokteran*, 2(2).
- Aliviameita, A. and Puspitasari (2019) *Buku Ajar Hematologi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Balai Kesehatan Masyarakat Wilayah Ambarawa (2023) *Rekam Medis Data Tuberkulosis*. Ambarawa: Balkesmas Wilayah Ambarawa.
- Bishop, M.L., Fody, E.P. and Schoeff, L.E. (2018) *Clinical Chemistry: Principles, Techniques, and Correlations*. 8th edn. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Cahyani, I. (2021) *Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pasien tuberkulosis paru*. Skripsi. Indonesia.
- Chantarojanasiri, T. (2023) 'Silymarin treatment and reduction of liver enzyme levels in non-alcoholic fatty liver disease: A case report', *Drugs in Context*, 12, pp. 1–5. doi:10.7573/dic.2023-1-4.
- Chuang, H.C. et al. (2015) 'Cigarette smoke is a risk factor for severity and treatment outcome in patients with culture-positive tuberculosis', *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 11, pp. 1539–1544.
- Clarasanti, I., Wongkar, M.C.P. and Waleleng, B.J. (2016) 'Gambaran enzim transaminase pada pasien tuberkulosis paru yang diterapi dengan obat anti tuberkulosis', *E-CliniC*, 4(1), pp. 1–6.
- Diagnostik (2021) *Sandwich ELISA: Pengertian dan Prinsip Kerja*. Available at: <https://diagnostik.co.id/sandwich-elisa/> (Accessed: 2023).
- Diantari, N.M. and Andini, A.S. (2022) 'Leukosit pada penderita TB paru dalam masa pengobatan', *Lombok Journal of Science*, 4(2), pp. 6–13.

- Dinas Kesehatan Kabupaten Semarang (2022) Hasil Aktif Case Finding TBC Kontrol Kabupaten Semarang Tahun 2020–2022. Semarang.
- Han, J.H. *et al.* (2023) 'Markedly elevated aspartate aminotransferase from non-hepatic causes', *Journal of Clinical Medicine*, 12(1). doi:10.3390/jcm12010310.
- Ismah, Z. and Novita, E. (2017) 'Studi karakteristik pasien tuberkulosis', *Unnes Journal of Public Health*, 6(4), pp. 218–224.
- Kementerian Kesehatan RI (2020) *Temukan TB Obati Sampai Sembuh: Penatalaksanaan Tuberkulosis Resistensi Obat di Indonesia*. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan RI (2022a) *Profil Kesehatan Indonesia 2021*. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan RI (2022b) 'Tahun ini Kemenkes rencanakan skrining TBC besar-besaran'. Available at: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id> (Accessed: 18 September 2023).
- Kementerian Kesehatan RI (2023) 'Indonesia raih rekor capaian deteksi TBC tertinggi tahun 2022'. Available at: <https://ayosehat.kemkes.go.id>.
- Kurniasih, T., Triyantoro, B. and Widyanto, A. (2016) 'Hubungan kondisi fisik rumah dengan kejadian TB paru', *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 36(4), pp. 478–485.
- Maciel, T.E.S., Comar, S.R. and Beltrame, M.P. (2014) 'Performance evaluation of Sysmex® XE-2100D', *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 50(1), pp. 26–35.
- Ni, W. *et al.* (2024) 'Association of hemoglobin levels with mortality', *Frontiers in Public Health*, 12. doi:10.3389/fpubh.2024.1435283.
- Sharma, S., Singh, A. and Gupta, R. (2024) 'Hematological parameters in newly diagnosed tuberculosis patients: A systematic review and meta-analysis', *Tuberculosis*, 154, 102387.
- Shipman, A.R. and Shipman, K.E. (2024) 'Investigative algorithms for disorders affecting plasma transaminases', *Journal of Laboratory and Precision Medicine*, 9. doi:10.21037/jlpm-23-64.
- Singh, K., Gupta, V., Sharma, S. and colleagues (2022) 'Tuberculosis-Associated Anemia: A Narrative Review', *Cureus*, 14(8), e28412.
- Untu, M., Rares, F.E.S. and Rotty, L.W.A. (2023) 'Gambaran Interleukin-6 dan Hepcidin pada Penyakit Kronis yang Dapat Menyebabkan Anemia', *Medical Scope Journal*, 5(2), pp. 210–216.
- World Health Organization (2015) *Global Tuberculosis Report 2015*. Geneva: WHO.
- World Health Organization (2022) *Global Tuberculosis Report 2022*. Geneva: WHO.
- World Health Organization (2023) *Tuberculosis Fact Sheet*. Available at: <https://www.who.int> (Accessed: 15 October 2023).