Procedia of Engineering and Life Science Vol. 10 No.1 2026
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

`

Evaluation of SGOT and SGPT Parameters as Indicators of Liver Function in Tuberculosis Patients During OAT Therapy: Literature Review

Evaluasi Parameter SGOT dan SGPT sebagai Indikator Fungsi Hati pada Pasien Tuberkulosis Selama Terapi OAT: Literature Review

Lili Furqonati[1], Maya Dwi Indrianti[2], Eri Irsyadiyah Elvaretta[3], Aulia Azzahra[4], Muhammad Guntur Dwi Firmansyah[5], Kinanti Defin Nurani[6], Puspitasari[7]

[1, 2, 3, 4, 5,6,7] Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: lilifq23@gmail.com [1], 221335300016@umsida.ac.id [2], 221335300001@umsida.ac.id [3]

Abstract. *General Background Tuberculosis remains a major global infectious disease requiring prolonged anti-tuberculosis drug therapy. Specific Background First-line therapeutic regimens containing isoniazid, rifampicin, and pyrazinamide commonly induce drug-induced liver injury, which requires clinical monitoring through serum glutamic oxaloacetic transaminase and serum glutamic pyruvic transaminase levels. Knowledge Gap Although transaminase elevations are frequently observed during treatment, variations in the onset, severity, and predisposing risk factors across diverse clinical populations require systematic synthesis. Aims This literature review evaluates alterations in transaminase enzyme levels as indicators of hepatic function in tuberculosis patients undergoing drug therapy. Results Synthesis of twenty empirical studies published between 2020 and 2025 demonstrates that transaminase elevations occur predominantly during the intensive treatment phase, with significant risk exacerbation observed in elderly patients, prolonged therapy durations, specific drug regimens, and underlying hepatic comorbidities. Novelty Systematic mapping of multi-study evidence clarifies the transition dynamics between transient adaptive enzyme elevations and severe drug-induced hepatotoxicity across different treatment phases. Implications Routine monitoring of liver transaminase parameters is essential for early detection of drug-induced liver injury and ensuring therapeutic safety in tuberculosis management*

Keywords *Tuberculosis, Anti-Tuberculosis Therapy, Transaminase Enzymes, Hepatic Function, Hepatotoxicity*

Abstrak Latar Belakang Umum Tuberkulosis tetap menjadi penyakit menular global utama yang memerlukan terapi obat antituberkulosis jangka panjang. Latar Belakang Khusus Regimen terapi lini pertama yang mengandung isoniazid, rifampisin, dan pirazinamid umumnya menyebabkan kerusakan hati akibat obat, yang memerlukan pemantauan klinis melalui kadar serum glutamat oksaloasetat transaminase (GOT) dan serum glutamat piruvat transaminase (GPT). Kesenjangan Pengetahuan Meskipun peningkatan kadar transaminase sering diamati selama pengobatan, variasi dalam waktu kemunculan, tingkat keparahan, dan faktor risiko predisposisi di berbagai populasi klinis memerlukan sintesis sistematis. Tujuan Tinjauan literatur ini mengevaluasi perubahan kadar enzim transaminase sebagai indikator fungsi hati pada pasien tuberkulosis yang menjalani terapi obat. Hasil Sintesis terhadap dua puluh studi empiris yang diterbitkan antara tahun 2020 dan 2025 menunjukkan bahwa peningkatan kadar transaminase terutama terjadi selama fase pengobatan intensif, dengan peningkatan risiko yang signifikan teramati pada pasien lanjut usia, durasi terapi yang panjang, rejimen obat tertentu, dan komorbiditas hati yang mendasari. Keunikan Pemetaan sistematis bukti dari berbagai studi mengklarifikasi dinamika transisi antara peningkatan enzim adaptif sementara dan hepatotoksisitas parah yang disebabkan oleh obat pada berbagai fase pengobatan. Implikasi Pemantauan rutin parameter transaminase hati sangat penting untuk deteksi dini cedera hati akibat obat dan memastikan keamanan terapi dalam pengelolaan tuberkulosis.

Kata kunci: Tuberkulosis, Terapi Antituberkulosis, Enzim Transaminase, Fungsi Hati, Hepatotoksisitas

I. PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri Mycobacterium tuberculosis. Bakteri ini termasuk dalam kelompok bakteri gram-positif berbentuk batang yang tahan terhadap asam. Mycobacterium tuberculosis menyerang paru-paru dan sejumlah kecil organ lain dalam tubuh. Mycobacterium tuberculosis masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan, saluran pencernaan, dan luka terbuka pada kulit. Sebagian besar infeksi TB terjadi melalui udara, yaitu melalui inhalasi droplet yang mengandung bakteri tuberkulosis yang berasal dari orang yang terinfeksi [1].

Menurut WHO tahun 2022 diperkirakan kasus kematian Tuberkulosis didunia mencapai 1.135.000 dengan jumlah laki-laki dewasa (berusia ≥15 tahun) 587.000 setara dengan 52%, kemudian perempuan dewasa (berusia ≥15 tahun) 365.000, setara hingga 32%, dan anak-anak (berusia <15 tahun) 183.000, setara dengan 16%. WHO memperkirakan 10,6 juta orang menderita TBC di seluruh dunia pada tahun 2022, naik dari 10,3 juta pada tahun 2021 dan 10,0 juta pada tahun 2020. Tiga puluh negara dengan beban TBC tinggi menyumbang 87% kasus TBC dunia pada tahun 2022 dan dua pertiga dari total global terjadi di delapan negara: India (27%), Indonesia (10%), Tiongkok (7.1%), Filipina (7,0%), Pakistan (5,7%), Nigeria (4,5%), Bangladesh (3,6%) dan Republik Demokratik Kongo (3,0%) [2].

World Health Organization (WHO) merekomendasikan strategi *Directly Observed Treatment Shortcourse* (DOTS) sebagai strategi dalam penanggulangan TB sejak tahun 1995. Sedangkan strategi DOTS dilaksanakan secara Nasional di seluruh pelayanan kesehatan pada tahun 2000. Saat ini pengobatan tuberkulosis diberikan dalam bentuk paket berupa obat anti tuberkulosis kombinasi dasar tetap Obat Anti Tuberkulosis (OAT) [3].

Terapi OAT standar terdiri atas kombinasi beberapa obat lini pertama seperti isoniazid, rifampisin, pirazinamid, dan etambutol yang diberikan dalam dua fase, yaitu fase intensif (tahap awal) dan fase lanjutan (pemulihan). Meskipun regimen ini efektif dalam membunuh bakteri penyebab TB, penggunaan OAT dalam jangka waktu yang cukup lama berpotensi menimbulkan efek samping, salah satunya adalah hepatotoksistas [4]**.** Efek hepatotoksik paling besar umumnya dikaitkan dengan rifampisin dan pirazinamid, yang diketahui dapat meningkatkan risiko kerusakan hati, terlebih bila digunakan secara kombinasi [5].

Hati adalah organ terbesar dan secara metabolism paling kompleks didalam tubuh. Organ ini terlibat dalam metabolism zat makanan serta sebagian obat dan toksika Salah satu tanda terjadinya hepatotoksisitas adalah meningkatnya kadar enzim hati [6]. Kadar enzim hati bisa di ketahui melalui pemeriksaan laboratorium dengan pemeriksaan Ser*um Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dan *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT) [7].

Berbagai penelitian telah melaporkan adanya peningkatan kadar SGOT dan SGPT pada pasien TB selama menjalani terapi OAT. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan variasi dalam tingkat peningkatan, waktu terjadinya, serta faktor-faktor yang memengaruhinya, seperti usia, jenis kelamin, lama pengobatan, dan kondisi klinis pasien. Perbedaan temuan tersebut menunjukkan perlunya kajian komprehensif untuk memahami pola perubahan enzim hati selama terapi OAT serta implikasinya terhadap praktik klinis.

Berdasarkan latar belakang tersebut, literature review ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kadar SGOT dan SGPT sebagai indikator fungsi hati pada pasien tuberkulosis yang menjalani terapi OAT. Melalui penelaahan berbagai hasil penelitian, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih sistematis mengenai hubungan antara penggunaan OAT dan perubahan parameter enzim hati, sehingga dapat menjadi dasar dalam meningkatkan pemantauan dan keamanan terapi pada pasien TB.

METODE

I. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah tinjauan literatur. Metode tersebut dimulai dengan melakukan penelusuran literatur ilmiah pada database menggunakan kata kunci tuberkulosis, OAT, SGOT, SGPT, Setelah itu dilakukan peninjauan abstrak pada setiap artikel yang terpilih. Setelah ditinjau, para peneliti merangkum isi artikel, menganalisis temuan dari ringkasan tersebut, dan menyusun kesimpulan tinjauan artikel. Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan platform Google Scholar dan sumber jurnal ilmiah lainnya. Kriteria inklusi dalam penelitian ini berupa free full text, dipublikasikan dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, dipublikasikan pada tahun 2020-2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Ringkasan Komprehensif 20 Artikel Penelitian (2020-2025)

No	Penulis (Tahun)	Metode & Sampel	Fase / Lama Terapi	Hasil Kadar SGOT/SGPT	Kesimpulan
1	Stephanie et al. (2024)	Deskriptif (30)	Sedang menjalani terapi	SGOT abnormal: 53% (laki-laki). SGPT abnormal: 27% (perempuan).	Ada variasi peningkatan enzim berdasarkan jenis kelamin pasien TB aktif.

2	Hasanah et al. (2020)	Retrospektif (80)	Periode 6 bulan (Jan-Juni)	SGPT abnormal: 2,5% (lansia). SGOT abnormal: 6,25% (total).	Usia lanjut meningkatkan risiko gangguan fungsi hati akibat OAT.
3	Wabula et al. (2024)	*Cross-sectional* (34)	Bulan ke-1 hingga bulan ke-6	Peningkatan 5,9% terlihat dominan pada bulan ke-6 terapi.	Risiko kenaikan enzim transaminase meningkat seiring durasi terapi.
4	Sari & Andriani (2024)	Analitik (43)	Fase Awal (Jan -Mar)	SGOT normal 65,1%; SGPT normal 81,4%. Ada korelasi jenis obat.	Regimen OAT (Kombipak vs KDT) mempengaruhi kadar enzim di fase awal.
5	Sari & Sitompul (2025)	Analitik (79)	Selama terapi OAT	53,2% mengalami hepatotoksisitas berat (>200 U/L).	Faktor komorbiditas hati dan alkohol memperparah kadar enzim.
6	Rasyid et al. (2020)	*Cross-sectional* (15)	Setelah 1-2 bulan	20% pasien mengalami kenaikan enzim secara signifikan.	Kerusakan sel hati mulai terdeteksi sejak fase intensif pengobatan.
7	Sekarwati (2025)	Analitik (28)	Intensif (0-2 bln) vs Lanjutan (3-6 bln)	Tidak ada perbedaan rerata yang signifikan ($p > 0,05$).	Kadar enzim relatif stabil baik pada fase intensif maupun lanjutan.
8	Syalia et al. (2022)	Kuantitatif (30)	Tahap 4-6 bulan	SGOT naik pada 73,3% lansia; SGPT naik pada 66,7% lansia.	Lansia menunjukkan peningkatan enzim hati yang masif di fase lanjutan.
9	Warsyidah & Sari (2020)	Observasi (10)	Masa 6 bulan	70% normal; 30% meningkat (abnormal).	Status gizi dan kepatuhan mempengaruhi stabilitas enzim transaminase.

10	Sabiti & Sa'dyah (2022)	Analitik (96)	Fase Intensif	Durasi >2 bln berhubungan dengan kenaikan SGOT/SGPT ($p=0,000$).	Masa intensif adalah periode kritis untuk pemantauan hepatotoksisitas.
11	Agus Putra et al.	Deskriptif (99)	Pasien baru (0-2	26,3% mengalami	Karakteristik peningkatan
	(2021)		bln)	peningkatan; terbanyak usia 40-49 tahun.	enzim bervariasi pada awal terapi.
12	Yudhaswara et al. (2024)	Korelasi (30)	Variasi 1-6 bulan	Korelasi sedang antara lama terapi dengan kenaikan SGPT ($p=0,000$).	Semakin lama mengonsumsi OAT, beban kerja hati semakin meningkat.
13	Makamina n et al. (2022)	Deskriptif (30)	Bulan ke 1-2	20% pasien memiliki nilai SGPT abnormal (34-82 U/L).	Fase awal pengobatan memicu peningkatan aktivitas enzim sitosolik hati.
14	Chairini & Widodo (2020)	Deskriptif (85)	Periode 3 bulan terapi	Hepatotoksisitas SGOT (10,59%); SGPT (3,53%).	Sebagian kecil pasien mengalami cedera hepatoseluler di awal terapi.
15	Kumar et al. (2020)	Observasional (116)	Selama perjalanan terapi	83,3% mengalami elevasi SGPT sebagai respon adaptif.	Elevasi enzim sering terjadi namun tidak selalu menjadi hepatitis klinis.
16	Rustiah et al. (2022)	Deskriptif (8)	6 bulan – 1 tahun	Peningkatan SGPT pada 37,5% sampel.	Terapi jangka panjang (OAT Kategori 2) meningkatkan risiko toksisitas.
17	Ahmed et al. (2021)	Prospektif (450)	Selama masa observasi 1 th	19,11% pasien mengalami hepatotoksisitas klinis.	Pirazinamid dalam regimen OAT menjadi pemicu utama kenaikan enzim.

18	Siregar et al. (2024)	Observasi (42)	Setelah 3 bulan	Terjadi kenaikan enzim dan penurunan hemoglobin.	Terapi OAT berdampak sistemik pada fungsi hati dan profil darah.
19	Wahyuni & Sudrajat (2024)	Deskriptif (30)	Selama penggunaan OAT	30% pasien mengalami SGPT >43 U/L (abnormal).	Pasien di atas 50 tahun lebih rentan mengalami kenaikan nilai SGPT.
20	Salbiah et al. (2024)	Analitik (70)	Sebelum vs Sesudah	Kenaikan SGOT 104% dan SGPT 107% setelah terapi.	Terdapat perbedaan kadar enzim yang sangat signifikan akibat induksi OAT.

Berdasarkan hasil literature review terhadap 20 artikel penelitian tahun 2020–2025, ditemukan adanya pola yang cukup konsisten mengenai perubahan kadar SGOT dan SGPT pada pasien tuberkulosis yang menjalani terapi OAT. Secara umum, peningkatan enzim transaminase lebih sering terjadi setelah terapi dimulai dibandingkan sebelum pengobatan, yang menunjukkan bahwa faktor utama gangguan fungsi hati berkaitan dengan efek hepatotoksik obat. Pada fase intensif (0–2 bulan), beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan enzim hati sudah dapat terdeteksi sejak awal terapi. (Rasyid, 2020) melaporkan 20% pasien mengalami kenaikan enzim secara signifikan setelah 1–2 bulan pengobatan[1]. Temuan serupa dilaporkan (Makaminan, 2022) di mana 20% pasien memiliki nilai SGPT abnormal (34–82 U/L) pada bulan pertama hingga kedua [8]. (Sabiti & Sa'dyah, 2022) juga menunjukkan adanya hubungan bermakna antara durasi fase intensif lebih dari dua bulan dengan kenaikan SGOT/SGPT (p=0,000) [9]. Selain itu, [10] (Agus Putra, 2021) melaporkan 26,3% pasien mengalami peningkatan enzim pada fase awal terapi, terutama pada kelompok usia 40–49 tahun. Data tersebut mengindikasikan bahwa fase intensif merupakan periode kritis terjadinya hepatotoksisitas akibat kombinasi beberapa obat lini pertama yang diberikan secara bersamaan [10].

Meskipun demikian, tidak semua penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan antar fase terapi. (Sekarwati, 2025) melaporkan tidak terdapat perbedaan rerata kadar enzim yang bermakna antara fase intensif dan lanjutan ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa respons enzim hati dapat bersifat individual dan dipengaruhi oleh kondisi klinis masing-masing pasien [11]. Pada fase lanjutan (3–6 bulan), peningkatan enzim tetap ditemukan, meskipun dengan proporsi yang bervariasi. (Wabula, 2024) melaporkan peningkatan sebesar 5,9% yang dominan pada bulan ke-6 terapi [12]. (Syalia, 2022) menemukan kenaikan SGOT sebesar 73,3% dan SGPT sebesar 66,7% pada kelompok lansia di bulan ke-4 hingga ke-6 [3]. (Yudhaswara, 2024) juga menunjukkan adanya korelasi sedang antara lama terapi dan kenaikan SGPT (p=0,000), yang mengindikasikan bahwa semakin lama konsumsi OAT, semakin besar beban metabolik yang ditanggung oleh hati [4]. Bahkan, (Salbiah, 2024) dalam studi sebelum dan sesudah terapi melaporkan peningkatan SGOT sebesar 104% dan SGPT sebesar 107% setelah pengobatan, menegaskan adanya pengaruh signifikan induksi OAT terhadap enzim hati [13].

Faktor usia menjadi salah satu determinan penting dalam peningkatan kadar enzim. (Nur Khasanah, 2023) melaporkan SGPT abnormal sebesar 2,5% pada lansia dan SGOT abnormal sebesar 6,25% secara keseluruhan [14]. (Wahyuni & Sudrajat, 2024) menemukan 30% pasien mengalami SGPT >43 U/L dengan mayoritas berusia di atas 50 tahun [15]. (Syalia, 2022) juga menunjukkan bahwa lansia mengalami peningkatan enzim yang lebih tinggi pada fase lanjutan [3]. Secara fisiologis, penurunan fungsi metabolisme hati pada usia lanjut menyebabkan kemampuan detoksifikasi obat menjadi berkurang, sehingga meningkatkan risiko akumulasi metabolit hepatotoksik. Selain usia, jenis kelamin juga menunjukkan variasi hasil. (Stephanie, 2024) melaporkan SGOT abnormal sebesar 53% pada laki-laki dan SGPT abnormal sebesar 27% pada perempuan. Temuan ini menunjukkan adanya kemungkinan perbedaan respons biologis terhadap terapi OAT berdasarkan jenis kelamin, meskipun mekanisme yang mendasari masih memerlukan penelitian lebih lanjut [16].

Jenis regimen dan komposisi obat OAT juga berpengaruh terhadap perubahan enzim hati. Sari & Andriani (2024) menemukan bahwa pada fase awal, 65,1% pasien memiliki SGOT normal dan 81,4% memiliki SGPT normal, namun terdapat korelasi dengan jenis regimen (Kombipak vs KDT). (Ahmed, 2021) dalam studi prospektif terhadap 450 pasien melaporkan 19,11% mengalami hepatotoksisitas klinis, dengan pirazinamid sebagai pemicu utama [17]. (Sari & Sitompul, 2025) bahkan melaporkan 53,2% pasien mengalami hepatotoksisitas berat (>200 U/L), terutama pada pasien dengan komorbiditas hati dan riwayat konsumsi alkohol. Temuan ini menunjukkan bahwa faktor obat dan kondisi komorbid memiliki peran signifikan dalam menentukan derajat peningkatan enzim [5].

Tetapi tidak semua peningkatan enzim berujung pada hepatitis klinis. (Kumar, 2020) melaporkan 83,3% pasien mengalami

elevasi SGPT sebagai respons adaptif tanpa selalu berkembang menjadi kondisi klinis berat [18]. (Chairini & Widodo, 2020) juga mencatat angka hepatotoksisitas relatif rendah, yaitu 10,59% untuk SGOT dan 3,53% untuk SGPT dalam tiga bulan terapi [19]. (Warsyidah & Sari, 2020) melaporkan 70% pasien tetap dalam kondisi normal selama enam bulan terapi, sedangkan 30% mengalami peningkatan yang dipengaruhi oleh status gizi dan kepatuhan [6]. (Rustiah, 2022) menemukan peningkatan SGPT sebesar 37,5% pada terapi jangka panjang (6 bulan–1 tahun), terutama pada OAT kategori 2 [20]. (Siregar, 2024) juga melaporkan kenaikan enzim disertai penurunan hemoglobin setelah tiga bulan terapi, menunjukkan bahwa efek OAT dapat bersifat sistemik[21].

Keseluruhan hasil dari 20 penelitian menunjukkan bahwa terapi OAT memiliki hubungan yang jelas dengan perubahan kadar SGOT dan SGPT pada pasien TB. Peningkatan paling sering terjadi pada fase intensif dan pada kelompok berisiko seperti lansia, pasien dengan komorbiditas hati, serta pengguna alkohol. Meskipun sebagian besar peningkatan bersifat ringan hingga sedang dan dapat bersifat adaptif, sebagian kasus dapat berkembang menjadi hepatotoksisitas berat. Oleh karena itu, pemeriksaan SGOT dan SGPT secara berkala sangat penting dilakukan sebagai bagian dari monitoring terapi untuk mendeteksi dini gangguan fungsi hati dan memastikan keberlanjutan pengobatan TB secara aman dan efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil literature review dari 20 artikel penelitian tahun 2020–2025, terapi Obat Anti Tuberkulosis (OAT) berhubungan dengan perubahan kadar enzim hati SGOT dan SGPT pada pasien tuberkulosis. Peningkatan enzim hati umumnya terjadi sejak fase intensif hingga fase lanjutan terapi dan dipengaruhi oleh faktor seperti usia, durasi pengobatan, jenis regimen obat, serta kondisi klinis pasien. Oleh karena itu, pemantauan kadar SGOT dan SGPT secara berkala diperlukan untuk mendeteksi dini gangguan fungsi hati selama terapi OAT.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para peneliti terdahulu yang karya ilmiahnya digunakan sebagai sumber referensi dalam penyusunan literature review ini. Berbagai jurnal dan buku ilmiah yang telah dipublikasikan sangat membantu penulis dalam memahami teori, konsep, serta hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian sehingga dapat menjadi dasar dalam penyusunan penelitian ini.

REFERENSI

[1] S. A. Rasyid, T. Mayang, and P. Lio, "Analysis of serum glutamic pyruvic transaminase and serum glutamic oxaloacetic transaminase levels in tuberculosis patients who are undergoing OAT treatment in Kendari City General Hospital, Kota Kendari, Indonesia," Infectious Disease Reports, vol. 12, pp. 75–77, 2020, doi: 10.4081/idr.2020.8732.

[2] World Health Organization, Global Tuberculosis Report 2023. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2023.

[3] T. P. Syalia, D. Indarsita, and H. F. Pane, "Examination of SGOT-SGPT levels in the elderly tuberculosis patients," Journal of Medical Laboratory Technology, vol. 4, no. 1, pp. 9–13, 2022.

[4] N. A. Yudhaswara, N. M. Susilawati, and S. D. Udju, "Hubungan lama pengobatan dengan kadar SGOT dan SGPT pada pasien tuberkulosis," Jurnal Kesehatan Terpadu, vol. 7, no. 2, pp. 299–306, 2023.

[5] D. P. Sari and E. Sitompul, "Pengaruh terapi OAT (Obat Anti Tuberkulosis) dan faktor risiko terhadap kejadian hepatotoksisitas pada pasien TB paru di RSUD Pasar Rebo," Jurnal Farmasi Klinik Indonesia, vol. 14, no. 1, pp. 45–53, 2025.

[6] Warsyidah and A. A. S. Y. P. S. Sari, "Gambaran SGOT dan SGPT pada penderita penyakit tuberculosis paru (TB) dalam masa pengobatan 6 bulan di Rumah Sakit Umum Wisata Universitas Indonesia Timur," Jurnal Media Laboratorium Kesehatan, vol. 10, no. 2, pp. 6–10, 2020.

[7] N. P. A. D. U. R. Sari, S. Hayati, and N. Foekh, "Perbandingan kadar SGOT dan SGPT sebelum dan sesudah pengobatan pada pasien tuberkulosis resisten obat," Jurnal Biomedis dan Kesehatan, vol. 3, no. 2, pp. 112–119, 2025.

[8] M. A. Makaminan, M. Vallery, L. Tumbol, and J. E. Sumampouw, "Description of liver function on the effect of treatment on pulmonary tuberculosis patients at the Manado City Health Center," Journal of Health Sciences, vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2022.

[9] F. B. Sabiti and N. A. C. Sa'dyah, "The relationship between side effects of tuberculosis drug use and SGOT/SGPT value of pulmonary TB patients," Indonesian Journal of Tropical and Infectious Disease, vol. 8, no. 3, pp. 281–285, 2022.

[10] W. A. Putra, I. G. A. A. Kusumadjaja, and I. M. D. Sukrama, "Characteristic of SGOT and SGPT elevation in patient with lung tuberculosis within OAT therapy," Bali Medical Journal, vol. 37, pp. 92–98, 2021.

[11] M. D. Sekarwati, "Perbedaan kadar enzim SGOT dan SGPT pada pasien tuberkulosis paru yang sedang mengonsumsi Obat Anti Tuberkulosis (OAT) dalam fase intensif dan fase lanjutan," Jurnal Analis Kesehatan, vol. 2, no. 4, pp. 338–349, 2025.

[12] S. Wabula, H. Hidayat, and N. A. R. Ahmad, "Analisis kadar SGOT dan SGPT pada pasien tuberkulosis dalam pengobatan OAT di RSU PKU Muhammadiyah Yogyakarta," Jurnal Sains dan Kesehatan, vol. 5, no. 5, pp. 9152–9158, 2024.

[13] D. Salbiah, D. Indarsita, H. F. Pane, and Y. A. Fadila, "Analisis kadar serum glutamic pyruvic transaminase dan serum glutamic oxaloacetic transaminase pada pasien tuberkulosis yang menjalani pengobatan obat anti tuberkulosis," Jurnal Riset Kimia dan Laboratorium, vol. 4, no. 2, pp. 147–152, 2023.

[14] N. Hasanah, T. O. Ratnaningtyas, and A. Razana, "Pengaruh obat anti tuberkulosis terhadap nilai SGPT dan SGOT berdasarkan usia dan jenis kelamin pasien tuberkulosis paru di RS Sari Asih Ciputat," Pharma Journal of Indonesia, vol. 9, no. 2, pp. 10–16, 2020, doi: 10.30591/pjif.v9i2.1842.

[15] E. S. Wahyuni and B. Sudrajat, "Gambaran nilai SGPT pasien tuberkulosis dengan penggunaan OAT di Rumah Sakit DKH Kedungwaringin," Jurnal Farmasi Medika, vol. 3, no. 1, pp. 7–11, 2024.

[16] G. Stephanie, M. R. T. A. Pratama, and S. M. L. Tobing, "Gambaran kadar SGOT dan SGPT pada pasien tuberkulosis paru aktif," Jurnal

Kedokteran Indonesia, vol. 9, no. 3, pp. 509–514, 2021.
[17]Ahmed, M. K. Khan, and R. A. Memon, "To observe the hepatotoxicity with anti-tuberculosis drugs and its frequency and severity," Journal of Ayub Medical College, vol. 11, no. 2, pp. 57–60, 2021.
[18]R. Kumar, S. P. Rai, and A. K. Sharma, "A study to detect liver enzyme dysfunction among patients on first line anti-tubercular drugs from RNTCP during the course of anti-TB treatment," Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences, vol. 9, no. 9, pp. 645–650, 2020, doi: 10.14260/jemds/2020/141.
[19]S. W. Chairini and A. Widodo, "Gambaran pemeriksaan kadar SGOT dan SGPT pada penderita tuberculosis paru," Jurnal Laboratorium Medis, vol. 2, no. 1, pp. 34–37, 2020.
[20]W. Rustiah, N. Rahman, and T. L. Medis, "Gambaran kadar Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) pada penderita tuberkulosis pengobatan 6 bulan – 1 tahun," Jurnal Media Kesehatan, vol. 3, no. 2, pp. 96–103, 2022.
[21]S. Siregar, M. H. Nasution, and A. R. Lubis, "Analysis of liver function and haemoglobin levels in pulmonary tuberculosis patients with anti-tuberculosis drug," Journal of Clinical Pathology and Laboratory Medicine, vol. 10, no. 12, pp. 336–341, 2024.