

Uji Aktivitas Hepatoprotektor Tablet Curcuma® terhadap Kadar SGPT dan SGOT pada Tikus yang Diinduksi Isoniazid

Gayatri Simanullang*, Novrilia Atika Nabila, Annisa Maulidia Rahayyu, Intan Kusuma Wardani, Akmal Hammami

Program Studi Farmasi, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera

Sitasi: Simanullang, G., Nabila, N. A., Rahayyu, A. M., Wardani, I. K., & Hammami, A. (2025). Uji Aktivitas Hepatoprotektor Tablet Curcuma® terhadap Kadar SGPT dan SGOT pada Tikus yang Diinduksi Isoniazid. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 11(2), 648–657.
<https://doi.org/10.35311/jmpi.v11i2.848>

Submitted: 19 Juni 2025

Accepted: 27 Desember 2025

Published: 31 Desember 2025

*Penulis Korespondensi:

Gayatri Simanullang

Email:

gayatrisimanullang@gmail.com



Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ABSTRAK

Isoniazid (INH) merupakan obat anti tuberkulosis yang penggunaannya dapat menimbulkan efek samping berupa hepatotoksitas. Kondisi ini dapat dipantau melalui peningkatan kadar enzim hati, yaitu *serum glutamic pyruvic transaminase* (SGPT) dan *serum glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT). Oleh karena itu, diperlukan suatu agen pelindung untuk meminimalisir efek samping hepatotoksik yang ditimbulkan. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dikenal memiliki aktivitas hepatoprotektor yang berpotensi melindungi hati dari kerusakan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian sediaan tablet Curcuma® terhadap kadar SGPT dan SGOT pada tikus putih jantan yang diinduksi INH, serta menganalisis korelasi antara dosis Curcuma® dengan penurunan kadar kedua enzim hati tersebut. Metode pada penelitian ini yaitu menggunakan hewan uji berupa tikus putih jantan yang dibagi menjadi tiga kelompok dengan pemberian dosis INH yang sama: kelompok 1 diberikan INH 5,4 mg/kgBB, kelompok 2 curcuma® 0,36 mg/kgBB + INH, dan kelompok 3 curcuma® 0,72 mg/kgBB + INH. Perlakuan diberikan selama 14 hari secara oral untuk diukur kadar SGPT dan SGOT, rasio berat hati, serta pengamatan makroskopis hati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian curcuma® memberikan efek yang berbeda pada kelompok 2 dan 3. Pada kelompok 3, kadar SGPT dan SGOT mengalami penurunan. Sedangkan, pada kelompok 2 hanya kadar SGPT yang menurun, untuk kadar SGOT mengalami peningkatan. Meskipun demikian, perbedaan penurunan kadar SGPT dan SGOT antara kedua kelompok tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Rasio hati pada kelompok 1 (3,16%), kelompok 2 (2,83%), dan kelompok 3 (2,71%). Rasio hati pada kelompok 3 menunjukkan persentase yang lebih rendah dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Secara makroskopis, hati pada kelompok 3 memiliki warna segar, licin, dan kenyal, mendekati kondisi hati normal. Pemberian sediaan tablet curcuma® mampu melindungi hati dari kerusakan karena memiliki potensi sebagai hepatoprotektor terhadap tikus putih jantan yang diinduksi isoniazid.

Kata Kunci: Hepatoprotektor, SGPT, SGOT, Isoniazid, Tablet Curcuma®

ABSTRAK

Isoniazid (INH) is an anti-tuberculosis drug whose use may cause adverse effects in the form of hepatotoxicity. This condition can be monitored by increased levels of liver enzymes, namely serum glutamic pyruvic transaminase (SGPT) and serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT). Therefore, a protective agent is required to minimize the hepatotoxic side effects. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) is known to possess hepatoprotective activity with the potential to protect the liver from damage. Based on this, the present study aims to determine the effect of administering Curcuma® tablet preparations on SGPT and SGOT levels in INH-induced male white rats, as well as to analyze the correlation between Curcuma® dosage and the reduction of these liver enzyme levels. The method in this study used test animals in the form of male white rats which were divided into three groups receiving the same dose of INH: group 1 given INH 5.4 mg/kgBB, group 2 curcuma® 0.36 mg/kgBB + INH, and group 3 curcuma® 0.72 mg/kgBB + INH. The treatment was given orally for 14 days to measure SGPT and SGOT levels, liver weight ratio, and macroscopic observations of the liver. The results of the study showed that the administration of curcuma® had different effects in groups 2 and 3. In group 3, SGPT and SGOT levels decreased. Meanwhile, in group 2 only SGPT levels decreased, while SGOT levels increased. Nevertheless, the difference in the decrease in SGPT and SGOT levels between the two groups was not statistically significant ($p > 0.05$). The liver ratio in group 1 (3.16%), group 2 (2.83%), and group 3 (2.71%). The liver ratio in group 3 showed a lower percentage compared to other treatment groups. Macroscopically, the liver in group 3 had a fresh color, was smooth, and elastic, approaching normal liver conditions. The administration of curcuma® tablet preparations was able to protect the liver from damage because it has potential as a hepatoprotector against isoniazid-induced male white rats.

Keywords: Hepatoprotector, SGPT, SGOT, Isoniazid, Curcuma®

PENDAHULUAN

Hati adalah organ yang memiliki fungsi untuk mendetoksifikasi zat toksik. Hati yang terus

menerus terpapar obat dan zat kimia dalam jangka panjang menyebabkan perubahan pada sel hati hingga menimbulkan hepatotoksitas (Sijid et al.,

2020). Hepatotoksisitas sering dikaitkan dengan nekrosis hati serta radikal bebas yang mengalami peningkatan (Junaidi et al., 2018). Salah satu obat yang dapat menimbulkan efek berupa hepatotoksisitas yaitu Obat Anti Tuberkulosis (OAT). Penggunaan OAT di Indonesia cukup tinggi, hal ini dikarenakan Indonesia menempati urutan ketiga dengan jumlah pasien tuberkulosis (TB) terbanyak setelah India dan China (Fortuna et al., 2022).

Secara keseluruhan, prevalensi hepatotoksisitas yang terjadi akibat OAT sebanyak 5-28%. Terapi OAT yang sering digunakan untuk mengatasi TB diantaranya yaitu Isoniazid, Rifampisin, Pirazinamid, Etambutol dan lain-lain. Namun, Isoniazid (INH) sering dilaporkan menimbulkan hepatotoksisitas berkisar antara 0,2-5% (Dasuki, 2020). INH adalah *first line therapy* yang memiliki efektivitas yang tinggi untuk pasien TB. INH memiliki struktur berupa gugus hidrazid. Gugus hidrazid yang terdapat pada INH mengalami reaksi asetilasi oleh N-asetiltransferase 2 (NAT-2) (Rahman et al., 2023; Saukkonen et al., 2006). NAT-2 adalah suatu substrat reaksi hidrolisa menjadi asetilhidrazin dan asam isonikotinat yang dapat menyebabkan reaksi asetilasi makromolekul yang menimbulkan efek hepatotoksisitas (Wahyudi & Soedarsono, 2019). Gejala klinis yang ditimbulkan dari hepatotoksisitas beragam dari 1 gejala ringan seperti kelelahan, nafsu makan menurun, nyeri perut, dan demam hingga gejala gagal hati akut (Dasuki, 2020).

Hepatotoksisitas yang ditimbulkan dari OAT dapat dicegah dengan memberikan suatu adjuvant yang memiliki aktivitas hepatoprotektor seperti kandungan senyawa kurkumin yang terdapat pada tanaman temulawak (Pratama et al., 2019). Senyawa kurkumin memiliki fungsi untuk melindungi sel-sel hati dari kerusakan (Syafitri, 2019). Selain itu juga, senyawa kurkumin memiliki aktivitas sebagai antioksidan untuk menetralkan radikal bebas di dalam hati sehingga mampu mencegah hepatotoksisitas akibat peroksidasi lipid (Rosidi et al., 2017).

Salah satu sediaan farmasi yang ada di pasaran dan sering digunakan untuk memelihara kesehatan hati yaitu tablet curcuma[®] (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) yang terdapat kandungan senyawa kurkumin (Octariany & Gusrizal, 2024). Kandungan kurkumin dalam tablet curcuma[®] berpotensi melindungi hati dari kerusakan. Hal ini menjadikan tablet curcuma[®] sebagai adjuvant yang poten untuk mengurangi risiko hepatotoksisitas pada pasien TB (Dewi Agustini et al., 2022).

Sebagian besar kasus hepatotoksisitas, dapat dideteksi dengan mengukur kadar serum *glutamic pyruvic transaminase* (SGPT) dan serum *glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT) (Widyanti et al., 2019). SGPT dan SGOT juga sering dikenal dengan nama *alanine transaminase* (ALT) dan *aspartat transaminase* (AST). Peningkatan kadar SGPT dan SGOT mengindikasikan masalah pada sel hati. SGPT dan SGOT mengalami peningkatan jika terjadi destruksi hepatoseluler atau inflamasi (Dasuki, 2020).

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, menunjukkan bahwa pemberian senyawa kurkumin pada tikus putih yang diinduksi parasetamol mampu menurunkan kadar SGPT dan SGOT dengan dosis 200 mg/kgBB dengan waktu pemberian selama 2 minggu (Esperanza et al., 2021). Pada penelitian lain, diketahui bahwa pemberian senyawa kurkumin dosis 500 mg/kgBB pada tikus Wistar yang diinduksi CCl₄ memiliki aktivitas hepatoprotektor karena mampu menurunkan kadar SGPT sebesar 53,13 % (Utami et al., 2021). Penelitian lain juga membahas mengenai kadar SGPT dan SGOT pada mencit yang diinduksi oleh INH dan RIF, bahwa penggunaan INH 75 mg/KgBB dan RIF 150 mg/KgBB mampu meningkatkan kadar SGPT dan SGOT (Sinaga & Suprahman, 2024).

Berdasarkan paparan di atas, diketahui bahwa senyawa kurkumin memiliki aktivitas sebagai agen hepatoprotektor. Namun, belum banyak penelitian yang menguji aktivitas hepatoprotektor tablet curcuma[®] untuk mencegah efek hepatotoksisitas yang diakibatkan oleh penggunaan OAT khususnya INH. Oleh karena itu, hal ini yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian terkait aktivitas hepatoprotektor sediaan tablet curcuma[®] dengan meninjau kadar SGPT dan SGOT pada tikus putih jantan yang diinduksi INH.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Neraca Analitik (Ohaus[®]), Spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific[®]), Sentrifugasi (Biosan[®]), Spuit 3 cc (OneMed[®]), Spuit 1 cc (OneMed[®]), Gunting Bedah (Saffa[®]), Pinset (Saffa[®]), Hotplate (Thermo Scientific[®]), Gelas Beaker (Iwaki[®]), Labu Ukur (Duran[®]), Pipet tetes, Sonde, Mikropipet (Dragon Lab[®]), Tip Mikropipet (OneMed[®]), Cawan Petri, Jarum Pentul, Styroform, Sonde, Tabung Tube, Serbuk kayu, Wadah Pakan dan Minum, Vial, Kuvet, Tabung Reaksi, Mortar, Stamper, Styrofoam, dan Kertas Perkamen, Spatula.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tablet Isoniazid, Tablet

Curcuma® (SOHO), Reagen SGPT/ALT (Reiged®), Reagen SGOT/AST (Reiged®), Aquadest, Alcohol Swab (Sensi®), Sarung Tangan (Sensi®), Kapas, Pakan Standar, Tisu, Air Matang, Kloroform, Serbuk Kayu, dan CMC-Na.

Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus putih jantan strain *Sprague Dawley* dengan umur 6-8 minggu dan berat badan 200–250 gram. Sebelum melakukan penelitian kepada hewan uji diperlukannya peninjauan oleh komite etik. *Ethical clearance* pada penelitian ini diajukan di Komisi Etik Penelitian (KEP) Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta dengan Nomor: SKep/665/KEP/XI/2024.

Prosedur Pengujian

Pada penelitian ini menggunakan 15 ekor tikus putih jantan yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok 1 yang diberikan INH 5,4 mg/kgBB, kelompok 2 curcuma® 0,36 mg/kgBB + INH 5,4 mg/kgBB, dan kelompok 3 curcuma® 0,72 mg/kgBB + INH 5,4 mg/kgBB. Tikus dipilih sebagai hewan uji karena memiliki fisiologis tubuh yang serupa seperti manusia dan cenderung memiliki ukuran yang lebih besar sehingga mudah untuk dilakukan pengamatan dibandingkan mencit. Pemberian obat pada tikus diberikan selama 14 hari dengan tujuan untuk melihat uji toksisitas yaitu terkait dengan dosis toksik minimal dan maksimal yang masih bisa untuk ditoleransi (Nessa et al., 2022). Sebelum diberikan perlakuan, tikus diaklimatisasi selama 5 hari yang bertujuan untuk menyesuaikan diri di lingkungan baru sehingga tikus tidak stress selama dilakukan pengujian (Rahayu et al., 2018). Setelah diaklimatisasi tikus kemudian diambil sampel plasma darah secara intrakardiak dengan volume sebanyak 1 mL, kemudian darah ditampung dalam tabung yang mengandung antikoagulan EDTA untuk memperoleh plasma darah, selanjutnya dapat dilakukan pengecekan terhadap kadar SGPT dan SGOT awal yang bertujuan untuk membandingkan dengan kadar SGPT dan SGOT akhir setelah perlakuan. Pemeriksaan kadar SGPT dan SGOT dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-15. Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan instrument spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 336 nm berupa sampel plasma darah tikus.

Pengujian Kadar SGPT dan SGOT

Darah tikus diambil sebanyak kurang lebih 1 ml yang diambil dari jantung. Darah yang telah diambil dimasukkan ke dalam tabung EDTA dan selanjutnya disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Plasma yang telah terbentuk

kemudian diambil dan dimasukkan kedalam tabung eppendorf (Rahayu dkk., 2018). Pada pengujian kadar SGPT dan SGOT, digunakan campuran reagen I dan reagen II (4:1). Dalam menentukan kadar SGPT dan SGOT, *working reagent* yang digunakan yaitu 1000 µl dengan perbandingan 800 µl : 200 µl (R1 : R2) dan direaksikan dengan sampel plasma sebanyak 100 µl. Campuran antara *working reagent* dengan sampel plasma kemudian diaduk hingga homogen lalu diinkubasi selama 60 detik. Setelah itu, dapat dilakukan pemeriksaan kadar SGPT dan SGOT dengan menggunakan instrument Spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 336 nm. Pemeriksaan diulang kembali sebanyak 2 kali setiap 1 menit pengulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian obat anti tuberkulosis seperti isoniazid dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan hepatotoksitas pada sel hati yang memiliki korelasi dengan adanya peningkatan pada kadar SGPT dan SGOT (Yudhaswara et al., 2023). Efek samping hepatotoksitas tersebut terjadi akibat pembentukan metabolit toksik selama proses metabolisme di hati, terutama melalui jalur asetilasi dan oksidasi. INH dimetabolisme oleh enzim N-acetyltransferase 2 (NAT2) menjadi asetilisoniazid, yang selanjutnya dihidrolisis menjadi asetilhidrazin. Selain itu, INH juga dapat langsung dihidrolisis menjadi hidrazin. Hidrazin dan asetilhidrazin merupakan metabolit yang bersifat hepatotoksik dan berperan utama dalam terjadinya cedera hati. Peran enzim CYP2E1 sangat penting dalam mekanisme hepatotoksitas INH (Rahman et al., 2023). CYP2E1 mengoksidasi asetilhidrazin dan hidrazin menjadi metabolit reaktif yang dapat berikatan kovalen dengan protein hepatosit. Proses oksidasi ini juga menghasilkan reactive oxygen species (ROS) seperti superoksida dan hidrogen peroksida, yang memicu stres oksidatif. Akibatnya terjadi peroksidasi lipid membran sel, kerusakan protein dan DNA, serta gangguan fungsi mitokondria. Stres oksidatif dan disfungsi mitokondria menyebabkan penurunan produksi ATP, peningkatan permeabilitas membran mitokondria, dan aktivasi jalur apoptosis maupun nekrosis hepatoseluler (Fukino et al., 2008).

Temulawak diketahui memiliki aktivitas hepatoprotektor yang potensial sebagai adjuvant bagi penderita yang sedang mengonsumsi obat-obatan yang bersifat hepatotoksik seperti isoniazid. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan suatu adjuvant berupa tablet curcuma® yang memiliki kandungan ekstrak temulawak. Pemberian ekstrak temulawak terbukti mampu untuk melindungi hati dari kerusakan akibat OAT yang ditunjukkan dengan

adanya penurunan pada aktivitas SGPT dan SGOT (Pratama et al., 2019).

SGPT dan SGOT merupakan parameter biokimia yang umum digunakan untuk menilai kerusakan hati. SGPT dipilih sebagai indikator utama karena enzim ini lebih spesifik dihasilkan oleh hepatosit dan dilepaskan ke dalam aliran darah ketika terjadi kerusakan sel hati. SGOT juga dilepaskan ke dalam sirkulasi darah akibat kerusakan sel hati, namun enzim ini memiliki spesifisitas yang lebih rendah dibandingkan SGPT. Hal ini disebabkan karena SGOT terdapat baik di sitosol maupun mitokondria sel, serta tidak hanya ditemukan pada hati tetapi juga pada jaringan lain

seperti jantung, otot rangka, ginjal, dan otak. Oleh karena itu, peningkatan kadar SGOT tidak selalu mencerminkan kerusakan hati secara spesifik dan dapat dipengaruhi oleh kerusakan jaringan non-hepatik (Rahayu et al., 2018; Sukmayanti et al., 2020). Dengan demikian, tanda awal dari kerusakan hati atau hepatotoksitas adalah peningkatan enzim transaminase dalam serum, yang terdiri dari SGOT yang diekskresikan bersamaan dengan SGPT, yang lebih spesifik dalam mendeteksi kerusakan pada hati (Muhammadong & Rahmawati, 2022). Berikut dapat dilihat aktivitas kadar SGPT dan SGOT awal serta akhir pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata kadar aktivitas SGPT

No.	Kelompok	Rata-rata kadar SGPT \pm SD		Selisih
		T Awal	T Akhir	
1	K1	21,22 \pm 4,39	35,34 \pm 46,87	-14,12
2	K2	28,29 \pm 34,79	15,91 \pm 3,67	12,38
3	K3	22,98 \pm 14,68	10,61 \pm 7,03	12,37

Tabel 2. Rata-rata kadar aktivitas SGOT

No.	Kelompok	Rata-rata kadar SGOT \pm SD		Selisih
		T Awal	T Akhir	
1	K1	27,94 \pm 14,09	24,44 \pm 7,39	3,5
2	K2	29,68 \pm 13,51	36,66 \pm 20,17	-6,98
3	K3	34,92 \pm 12,73	29,68 \pm 10,83	5,24

Berdasarkan pada tabel diatas, menunjukkan gambaran terhadap nilai kadar aktivitas SGPT dan SGOT. Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa kelompok yang diberikan penginduksi INH, terjadi peningkatan pada kadar SGPT dibandingkan dengan kelompok yang diberikan curcuma®. Hal tersebut menandakan adanya perbaikan pada organ hati yang diberikan sediaan curcuma karena adanya antioksidan yang terkandung dalam curcuma sehingga dapat melindungi hati dari zat toksik (Syafitri, 2019). Nilai standard deviasi yang relatif tinggi pada beberapa kelompok, menunjukkan adanya variasi respons biologis antar subjek penelitian. Variabilitas ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan respons biologis individu, kondisi awal fungsi hati, maupun ukuran sampel yang terbatas yang dapat mempengaruhi penyebaran data. Selain itu juga selisih pada Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan tanda positif dan negatif, dimana selisih positif menggambarkan penurunan kadar enzim dari T awal ke T akhir, sedangkan selisih negatif menggambarkan peningkatan kadar enzim.

Berdasarkan hasil uji statistik Shapiro-Wilk pada kadar SGPT diperoleh data tidak terdistribusi normal karena nilai p-value = 0,000 ($p < 0,05$). Kemudian, pada uji homogenitas aktivitas kadar SGPT diperoleh hasil data tidak homogen dengan

nilai p-value = 0,022 ($p < 0,05$), sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis, diperoleh nilai p-value = 0,482 ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variasi dosis perlakuan terhadap kadar SGPT.

Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa jumlah sampel pada masing-masing kelompok relatif kecil ($n = 5$ ekor), sehingga kekuatan uji statistik (statistical power) menjadi rendah. Secara klinis, hasil yang tidak signifikan ini dapat diinterpretasikan dalam dua kemungkinan. Pertama, dosis perlakuan yang diberikan mungkin belum cukup besar untuk menimbulkan perubahan kadar SGPT yang bermakna secara biologis. Kedua, tingginya variasi biologis antar hewan uji dapat menyebabkan sebaran data yang luas, sehingga perbedaan antar kelompok menjadi sulit terdeteksi secara statistik. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan ukuran sampel yang lebih besar dan/atau variasi dosis yang lebih luas untuk memastikan efek perlakuan terhadap kadar SGPT secara lebih meyakinkan.

Kemudian pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan pada kelompok K1 dan terjadi sedikit peningkatan pada kelompok K2. Peningkatan kadar SGOT pada K2 bisa disebabkan karena faktor

stress fisiologis serta variabilitas individu yang tinggi. Diketahui, bahwa meskipun pada enzim SGPT dan SGOT saling berkaitan dengan parenkim sel hati, dimana perbedaan dari kedua enzim ini yaitu pada enzim SGPT lebih banyak ditemui pada organ hati dibandingkan dengan enzim SGOT, selain ditemukan di hati enzim SGOT juga banyak ditemui pada otot rangka, otak, ginjal, dan organ lainnya.

Oleh karena itu, enzim SGPT merupakan suatu parameter yang lebih spesifik untuk melihat kerusakan pada organ hati dibandingkan dengan enzim SGOT (Afriyani et al., 2023; Reza & Rachmawati, 2017). Berdasarkan pada hasil uji analisis statistik terhadap aktivitas kadar SGOT bahwa data yang diperoleh terdistribusi normal dan homogen dengan nilai $p\text{-value} > 0,05$ sehingga dapat dilanjutkan pada uji parametrik (One Way Anova). Diketahui, bahwa berdasarkan hasil uji ANOVA didapatkan hasil yaitu $p\text{-value} = 0,309$ ($p > 0,05$). Sehingga dapat diartikan bahwa, tidak ada perbedaan yang bermakna antar kelompok pada aktivitas kadar SGOT. Tidak ditemukannya perbedaan signifikan pada kadar SGOT dapat dijelaskan secara biologis karena SGOT merupakan enzim yang tidak spesifik terhadap jaringan hati.

Enzim ini juga terdapat pada jaringan lain seperti otot rangka, otot jantung, ginjal, dan eritrosit. Oleh karena itu, perubahan ringan pada sel hati akibat perlakuan kemungkinan belum cukup untuk meningkatkan kadar SGOT serum secara signifikan. Kadar SGOT juga dapat dipengaruhi oleh kondisi jaringan non-hepatik, khususnya jaringan otot. Aktivitas fisik dan stres selama perlakuan maupun pengambilan sampel berpotensi menyebabkan fluktuasi kadar SGOT. Oleh karena itu, interpretasi SGOT sebagai indikator fungsi hati perlu dilakukan secara hati-hati dan sebaiknya dikombinasikan dengan parameter lain yang lebih spesifik, seperti SGPT.

Kemudian, dari perlakuan pemberian curcuma terhadap aktivitas SGOT pada kelompok K3 menunjukkan adanya penurunan yang berarti bahwa perlakuan pada kelompok K3 mampu melindungi hati dari kerusakan akibat zat toksik. Dari hasil yang diperoleh, menunjukkan bahwa adanya penurunan dari aktivitas transaminase terhadap kelompok yang diberikan perlakuan. Berdasarkan efek hepatoprotektif Curcuma dikaitkan dengan kandungan kurkumin dan xanthorrhizol yang memiliki aktivitas antiinflamasi dan antioksidan yang kuat. Kurkumin diketahui mampu menghambat aktivasi jalur NF- κ B, yang berperan penting dalam regulasi ekspresi mediator inflamasi seperti TNF- α , IL-1 β , dan IL-6.

Penghambatan jalur NF- κ B tersebut dapat menurunkan respons inflamasi pada jaringan hati, sehingga mengurangi kerusakan hepatosit dan pelepasan enzim transaminase ke dalam sirkulasi darah (Nova & Abdullah, 2025). Penurunan aktivitas SGOT atau SGPT yang diamati pada kelompok K3 juga mengindikasikan adanya kecenderungan efek dosis-dependen, di mana dosis Curcuma yang lebih tinggi menunjukkan efek protektif yang lebih baik dibandingkan dosis yang lebih rendah. Meskipun perbedaan antar kelompok belum mencapai signifikansi statistik, penurunan enzim transaminase ini menunjukkan respons biologis yang konsisten terhadap peningkatan dosis perlakuan.

Dengan demikian, meskipun secara statistik tidak signifikan, kedua dosis Curcuma memperlihatkan arah perubahan yang serupa, yaitu penurunan aktivitas SGOT dan SGPT dibandingkan kelompok kontrol toksik. Hal ini menegaskan bahwa Curcuma berpotensi memberikan efek hepatoprotektif melalui mekanisme antiinflamasi dan antioksidan, yang kemungkinan akan lebih jelas terdeteksi dengan peningkatan dosis, perpanjangan durasi perlakuan, atau jumlah sampel yang lebih besar.

Pengamatan Rasio Hati Tikus

Pada hari ke-15 setelah diberikan perlakuan selama 14 hari tikus kemudian dikorbankan dan dibedah untuk diambil organ hatinya namun sebelum dikorbankan tikus terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat badan akhir tikus terhadap bobot hatinya. Tikus dibius dengan menggunakan kloroform untuk dibedah dan diambil organ hati selanjutnya organ hati ditimbang dan dihitung rasio. Nilai rasio hati adalah persentase yang diperoleh dari perbandingan antara bobot hati dengan berat badan tikus. Salah satu tanda hewan uji mengalami hepatotoksitas adalah terjadi kenaikan pada rasio berat hati tikus yang diberikan zat toksik (Lim et al., 2017; Saukkonen et al., 2006). Berat rasio hati normal pada tikus berkisar 2.786 ± 0.1096 . Hasil yang diperoleh pada Tabel 3 menunjukkan adanya pembesaran dan penyusutan pada rasio hati tikus. Pada umumnya penentuan rasio hati tikus tidak mutlak untuk menyatakan organ hati mengalami kerusakan atau pemulihan.

Data yang diperoleh dapat dijadikan sebagai penunjang untuk menganalisis lebih teliti apakah organ yang dituju dari rasio organ tersebut benar benar mengalami kerusakan atau pemulihan sebagai dampak dari zat yang digunakan (Hamid et al., 2024). Untuk dapat mengevaluasi kerusakan atau pemulihan fungsi organ terutama pada organ hati, maka disarankan untuk dapat melanjutkan dengan

parameter lain misalnya biokimia darah dan histopatologi. Rata-rata nilai rasio hati tikus dapat

Tabel 3. Rata-Rata Rasio Organ Hati Tikus

No.	Kelompok	Rata-Rata Berat Badan Akhir (g)	Rata-Rata Berat Organ Hati (g)	Rata-Rata Rasio Hati (X ± SD)
1	K1 INH 5,4 mg/kgBB	215 ± 21,79	6,77 ± 0,52	3,16 ± 0,35
2	K2 Curcuma® 0,36 mg/kgBB + INH 5,4 mg/kgBB	223,20 ± 14,04	6,37 ± 1,35	2,83 ± 0,43
3	K3 Curcuma® 0,72 mg/kgBB + INH 5,4 mg/kgBB	239,80 ± 23,26	6,49 ± 0,97	2,71 ± 0,36

Pengaruh INH terhadap rasio berat hati dapat dilihat setelah 14 hari perlakuan pada tikus dengan membandingkan antara berat organ hati dengan berat badan akhir tikus. Hasil pada rasio berat hati tikus yang diberikan INH mengalami peningkatan dibandingkan dengan kelompok yang diberikan curcuma. Hal tersebut, menandakan bahwa INH berikatan bersama TLR4 (Toll Like Receptor 4) yang berada di permukaan hati dan kemudian menginduksi sitokin sehingga menimbulkan inflamasi dan menyebabkan stress oksidatif (Zhang et al., 2021).

Kenaikan berat hati bisa disebabkan karena terganggunya aktivitas dari transport K⁺ yang keluar sel dan beberapa Ca²⁺ yang masuk ke dalam sel (R. P. Putri et al., 2018). Selain itu juga, peningkatan nilai rasio hati pada kelompok yang diinduksi INH membuat kerja hati semakin berat dalam menetralkan zat toksik agar tidak merusak tubuh yang mengakibatkan pembengkakan pada hati (Andini et al., 2022). Kelebihan INH dalam tubuh menyebabkan peningkatan kadar enzim NAPQI (N-acetyl-p benzoquinone imine) melebihi kemampuan GST (Glutathion S-transferase), disertai pembentukan ROS (Reactive Oxygen Spesies) dalam sel hati. NAPQI yang tidak didetoksifikasi memicu peroksidasi lipid dan meningkatkan tekanan oksidatif, sehingga sel hati mengalami kerusakan (R. P. Putri et al., 2018).

Berbeda dengan kelompok INH yang mengalami peningkatan pada rasio berat hati. Rasio berat hati pada kelompok yang diberikan curcuma tidak mengalami peningkatan. Hal tersebut, menandakan bahwa curcuma yang memiliki senyawa berupa kurkumin dan xanthorizol bekerja aktif sebagai hepatoprotektor. Senyawa kurkumin yang terkandung pada temulawak mampu menjaga hati dari kerusakan akibat zat toksik yang masuk di dalam tubuh (Kurniasari & Hentihu, 2022). Selain itu

juga senyawa kurkumin dan fenol yang ada dalam kandungan temulawak kaya akan antioksidan sehingga mampu untuk mencegah kerusakan pada organ hati yang ditimbulkan oleh peroksidasi lipid (Pratama et al., 2019). Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis statistik bahwa rasio berat hati tikus terdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$). Data kemudian dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan metode parametrik One-Way Anova dengan nilai p -value = 0,203 yang memiliki arti bahwa data rasio berat hati tidak terdapat perbedaan yang signifikan, meskipun tren penurunan rasio menunjukkan potensi hepatoprotektif. Kondisi tersebut kemungkinan dapat terjadi karena adanya keterbatasan sampel ataupun variasi berat badan tikus yang cukup besar.

Pengamatan Organ Hati Secara Makroskopis

Berdasarkan hasil pengamatan organ hati tikus secara makroskopis yang telah dilakukan terdapat adanya perbedaan dari segi warna, konsistensi, dan juga permukaan pada organ hati tikus untuk semua kelompok.

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 1 dapat dilihat bahwa organ hati kelompok K1 yang diberikan INH memiliki warna merah pucat. Diketahui bahwa organ hati normal memiliki warna merah segar hingga kecoklatan dikarenakan banyak aliran darah mengalir pada pembuluh darah, sedangkan pada hati yang mengalami kerusakan akan memiliki warna hati yang cenderung pucat hal ini dikarenakan kerusakan hati akan mengganggu aliran darah (Fitmawati et al., 2018).

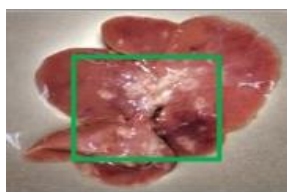
Organ hati tikus pada kelompok K1 memiliki konsistensi yang rapuh dan terdapat banyak bintik putih pada permukaannya. Bintik-bintik putih yang ada pada permukaan hati tikus menunjukkan adanya inflamasi atau fibrosis (Rina & Azizah, 2021). Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya terkait kerusakan hati atau hepatotoksisitas dengan

penginduksi lain yaitu paracetamol, dimana organ hati yang diinduksi dengan parasetamol memiliki warna yang pucat dan terdapat bintik putih menandakan adanya kerusakan pada organ hati

(Putri et al., 2021). Selain itu, pada penelitian lain terdapat juga penggunaan obat anti tuberkulosis yaitu isoniazid dan rifampisin menunjukkan tanda adanya inflamasi pada organ hati (Su et al., 2021).

Tabel 4. Makroskopis Organ Hati Tikus

No.	Kelompok	Warna	Konsistensi	Permukaan
1	K1 INH 5,4 mg/kgBB	Merah Pucat	Rapuh	Banyak bintik putih
2	K2 Curcuma® 0,36 mg/kgBB + INH 5,4 mg/kgBB	Merah	Rapuh	Sedikit bintik putih
3	K3 Curcuma® 0,72 mg/kgBB + INH 5,4 mg/kgBB	Merah Kecoklatan	Kenyal	Sedikit / hampir tidak ada bintik putih



Gambar 1. Organ hati K1



Gambar 2. Organ hati K2



Gambar 3. Organ hati K3

Hasil pengamatan organ hati pada kelompok K2 dan K3 (Gambar 2 dan Gambar 3), menunjukkan bahwa kelompok K2 terlihat berwarna merah pada organ hatinya. Sedangkan, pada kelompok K3 memiliki warna merah kecoklatan yang serupa dengan organ hati normal. Warna ini mengindikasikan kondisi perfusi darah yang lebih baik pada jaringan hati. Perbaikan perfusi tersebut diduga berkaitan dengan menurunnya proses inflamasi dan kongesti vaskular, sehingga aliran darah ke jaringan hepatik kembali mendekati kondisi fisiologis. Selain itu, penurunan inflamasi dapat mengurangi kerusakan sel hepatosit dan mencegah terjadinya perubahan warna pucat atau keabuan pada hati.

Kemudian dilihat dari konsistensi untuk kelompok K2 memiliki tingkat kekenyalan yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok K3. Pengamatan lain yang dilihat dari permukaan organ hati tikus dimana pada kelompok K2 terlihat sedikit bintik putih di permukaan organ hati, sedangkan pada kelompok K3 hampir tidak terlihat bintik putih di permukaan organ hatinya.

Hasil ini sesuai dengan penelitian lain pada hewan uji tikus yang diberikan kombinasi ekstrak temulawak dan belimbing wuluh menunjukkan warna hati yang lebih terang dan permukaan yang licin (Rina & Azizah, 2021). Hal ini dikarenakan adanya senyawa antioksidan yang terkandung pada curcuma yaitu kurkumin yang mampu untuk

melindungi hati dari kerusakan akibat paparan zat toksik (Pratama et al., 2019).

Perubahan kadar SGPT dan SGOT, rasio hati, serta gambaran makroskopis organ hati saling berkaitan dan mencerminkan kondisi fungsional serta struktural hati. Peningkatan kadar SGPT dan SGOT umumnya menunjukkan adanya kerusakan membran hepatosit yang menyebabkan enzim intraseluler dilepaskan ke dalam sirkulasi. Kerusakan sel hati tersebut dapat memicu proses inflamasi, edema, dan akumulasi lemak yang selanjutnya berkontribusi terhadap peningkatan rasio hati akibat pembesaran organ.

Kondisi ini juga tercermin secara makroskopis melalui perubahan warna hati menjadi lebih pucat atau tidak merata, penurunan kekenyalan, serta munculnya bintik putih pada permukaan organ. Sebaliknya, pada kelompok dengan kadar SGPT dan SGOT yang lebih rendah, rasio hati cenderung mendekati normal dan diikuti oleh perbaikan gambaran makroskopis hati, seperti warna merah kecoklatan yang menyerupai hati normal, konsistensi yang lebih kenyal, serta minimnya bintik putih di permukaan organ. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan fungsi hati secara biokimiawi sejalan dengan pemulihan struktur dan morfologi organ secara makroskopis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian sediaan *Curcuma*® dengan dosis 0,36 mg/kgBB (setara 20 mg dosis manusia) yang dikombinasikan dengan

isoniazid 5,4 mg/kgBB belum mampu memberikan efek hepatoprotektif yang optimal, ditunjukkan dengan masih meningkatnya kadar SGOT pada hewan uji. Sebaliknya, dosis *Curcuma*[®] 0,72 mg/kgBB (setara 40 mg dosis manusia) menunjukkan kecenderungan memberikan perlindungan terhadap kerusakan hati, yang ditandai dengan penurunan kadar SGPT dan SGOT serta penyusutan rasio berat hati tikus.

Namun demikian, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kedua dosis *Curcuma*[®] tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) terhadap kadar SGPT, SGOT, maupun rasio berat hati. Dengan demikian, meskipun secara kecenderungan dosis 0,72 mg/kgBB tampak lebih efektif sebagai hepatoprotektor, secara statistik kedua dosis belum menunjukkan efek berbeda secara bermakna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung dan didanai oleh Hibah Penelitian Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi 2024 No. 1570g/IT9.2.1/PT.01.03/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, I., Anisa, N., & Bahar, M. (2023). Pengaruh Perokok Sedang Dan Pasif Terhadap Kadar SGOT Dan SGPT. *Anakes : Jurnal Ilmiah Analisis Kesehatan*, 9(1), 28–32. <https://doi.org/10.37012/anakes.v9i1.1303>
- Andini, M., Sani, F., & Rahman, H. (2022). Uji Hepatoprotektor Ekstrak Etanol Daun Ekor Naga (*Epipremnum pinnatum* (L.) Engl.) Terhadap Mencit Putih Jantan Yang Diinduksi Paracetamol Hepatoprotector Test Of Ethanol Extract Ekor Naga Leaves (*Epipremnum pinnatum* (L.) Engl.) Against Paracetamol-Induce. *Indonesian Journal of Pharma Science*, 4(1), 104–112.
- Dasuki, A. . et al. (2020). *Jurnal Farmasi Indonesia Vol 12 No 2* (2020). 12(1), 134–144.
- Dewi Agustini, N. P., Anita Dewi, N. L. K. A., Megawati, F., & Wulandari, R. (2022). Obat Herbal Berbasis Bukti Untuk Hepaprotektor. *Usadha*, 2(1), 73–91. <https://doi.org/10.36733/usadha.v2i1.5925>
- Esperanza, Y., Prabowo, S., & Handajani, F. (2021). Pengaruh Pemberian Curcumin Terhadap Perbaikan Fungsi Hepar Tikus Putih (*Rattus Novergicus*) yang diinduksi Parasetamol Dosis Tinggi. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 10(2), 208. <https://doi.org/10.30742/jikw.v10i2.1250>
- Fitmawati, Titrawani, & Safitri, W. (2018). Struktur Histologi Hati Tikus Putih (*Rattus norvegicus* Berkenhout 1769) dengan Pemberian Ramuan Tradisional Masyarakat Melayu Lingga, Kepulauan Riau. *Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi Dan Mikrobiologi*, 03, 11–19.
- Fortuna, T. A., Rachmawati, H., Hasmono, D., & Karuniawati, H. (2022). Studi Penggunaan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) Tahap Lanjutan pada Pasien Baru BTA Positif The Study of Continuation Phase Anti Tuberculosis Drugs (OAT) in New Patient with Smear-Positive. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 19(1), 62–71. <http://journals.ums.ac.id/index.php/pharmacoon>
- Fukino, K., Sasaki, Y., Hirai, S., Nakamura, T., Hashimoto, M., Yamagishi, F., & Ueno, K. (2008). Effects of N-acetyltransferase 2 (NAT2), CYP2E1 and Glutathione-S- transferase (GST) genotypes on the serum concentrations of isoniazid and metabolites in tuberculosis patients. *Journal of Toxicological Sciences*, 33(2), 187–195. <https://doi.org/10.2131/jts.33.187>
- Hamid, S. W., Lolok, N., & Baco, J. (2024). Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb .) Terhadap Mencit (*Mus musculus*) Acute Toxicity Test Of Ethanol Extract Of Sago Leaves *Metroxylon Sago Leaves (Metroxylon sago* Rottb .) Against Mice (*Mus musculus*). 3(6).
- Junaidi, A., Zelika, D., & Ramadhania, M. (2018). Potensi Silymarin (Hepamax) Sebagai Suplemen dan Terapi Penunjang Pada Gangguan Liver. *Farmaka*, 16(1), 119–126.
- Kurniasari, S., & Hentihu, F. K. (2022). Efek Radiasi Gamma dan Kapsul Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) terhadap Kerusakan Sel Hepar Mencit (*Mus musculus*) Effect of Gamma Radiation and *Curcuma xanthorrhiza* Extract Capsules on Damage *Mus musculus* Liver Cells. 7(2), 77–83.
- Lim, W. J. L., Yap, A. T. W., Mangudi, M., Hu, C. Y., Yeo, C. Y. Y., Eyo, Z. W., Chia, S. X. W., & Chan, K. B. (2017). Gambir, “Gambir Sarawak” and toad venom. *Drug Testing and Analysis*, 9(3), 491–499. <https://doi.org/10.1002/dta.2034>
- Muhammadong, M., & Rahmawati, R. (2022). Analisis Kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) dan Serum Glutmic Pyruvic Transaminase (SGPT) pada Petugas Berisiko Tinggi. *Jurnal Keperawatan Profesional (KEPO)*, 3(2), 131–137. <https://doi.org/10.36590/kepo.v3i2.558>
- Nessa, N., Martinus, B. ., & Oktarina, S. (2022). Uji Toksisitas Subakut Ekstrak Etanol Rambut

- Jagung (*Stigma maydis*) Terhadap Fungsi Hati Tikus Putih Jantan. *JAFP (Jurnal Akademi Farmasi Prayoga)*, 7(1), 28–38. <https://doi.org/10.56350/jafp.v7i1.77>
- Nova, R., & Abdullah, D. (2025). *Curcuma Xanthorrhiza* ROXB . dalam *Manajemen Kesehatan dan Etnomedisin Indonesia*. 2(1), 118–125.
- Octariany, O., & Gusrizal, V. (2024). *A Case Report : Tuberculosis Drug Induced Liver Injury : A Case Report*. 2(3).
- Pratama, P. B., Ismail, A., & Witjahjo, R. B. B. (2019). Pengaruh Pemberian Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Dosis Bertingkat Terhadap Gambaran Mikroskopis Hepar Mencit Balb/C Jantan yang Diinduksi Rifampisin. *Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro)*, 8(3), 1026–1036.
- Putri, Waode Cahaya Widya, Yuliawati, & Rahman, H. (2021). Uji Aktivitas Hepatoprotektor Ekstrak Etanol Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* L .) pada Mencit Putih Jantan yang Diinduksi Parasetamol Hepatoprotective Activity of Rambutan Leaf (*Nephelium lappaceum* L .) Ethanol Extract in Male Mice Induced by Paracet. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 18(2), 148–156.
- Putri, R. P., Rousdy, D. W., Yanti, A. H., Biologi, S., Mipa, F., Tanjungpura, U., Prof, J., & Nawawi, H. H. (2018). Aktivitas Hepatoprotektif Ekstrak Metanol Buah Lakum (*Cayratia trifolia* (L .) Domin) Terhadap Diameter Vena Sentralis , Lebar Sinusoid dan Berat Hepar Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L .) yang Diinduksi Parasetamol. 7, 72–76.
- Rahayu, L., Yantih, N., & Supomo, Y. (2018). Analysis of SGPT and SGOT on Rats Induced By Isoniazid to Determine Dose and Hepatoprotective Characteristic of Unripe Pineapple Juice (*Ananas comosus* L. Merr). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 16(1), 100. <https://doi.org/10.35814/jifi.v16i1.443>
- Rahman, M. M., Setyawati, T., Sarifuddin, & Wahyuni, R. D. (2023). Mekanisme OAT dalam tubuh yang mengakibatkan risiko DILI (drug-induced liver injury) : literature review. *Jurnal Medical Profession (MedPro)*, 5(1), 41–47.
- Reza, A., & Rachmawati, B. (2017). Perbedaan Kadar Sgot Dan Sgpt Antara Subyek Dengan Dan Tanpa Diabetes Mellitus. *Banundari Rachmawati JKD*, 6(2), 158–166.
- Rina, N., & Azizah, N. (2021). *Morfologis dan Berat Relatif Organ Hati Tikus yang Diinduksi Karagenan Setelah Pemberian Ekstrak Kombinasi Rimpang Temulawak dan Buah Belimbing Wuluh*. 243–247.
- Rosidi, A., Khomsan, A., Setiawan, B., & Briawan, D. (2017). Potensi Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Antioksidan. *Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Keperawatan Dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang*, 5(1995), 1–8.
- Saukkonen, J. J., Cohn, D. L., Jasmer, R. M., Schenker, S., Jereb, J. A., Nolan, C. M., Peloquin, C. A., Gordin, F. M., Nunes, D., Strader, D. B., Bernardo, J., Venkataramanan, R., & Sterling, T. R. (2006). An official ATS statement: Hepatotoxicity of antituberculosis therapy. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 174(8), 935–952. <https://doi.org/10.1164/rccm.200510-1666ST>
- Sijid, S. A., Muthiadin, C., Zulkarnain, Z., & Hidayat, A. S. (2020). Pengaruh Pemberian Tuak Terhadap Gambaran Histopatologi Hati Mencit (*Mus musculus*) ICR Jantan. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 11(2), 193. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v11i2.36623>
- Sinaga, I. K. W., & Suprahman, N. Y. (2024). *Uji Hepatoprotektor Ekstrak Rimpang Jahe (Zingiber Officinale) Terhadap Kadar AST dan ALT Pada Mencit Yang Diinduksi Isoniazid dan Rifampisin [Institut Teknologi Sumatera]*. [https://repo.itera.ac.id/depan/author/Intan/Ku](https://repo.itera.ac.id/depan/author/Intan/Ku%20suma%20Wardani%20Sinaga)
- Su, Q., Kuang, W., Hao, W., Liang, J., Wu, L., Tang, C., Wang, Y., & Liu, T. (2021). *Antituberculosis Drugs (Rifampicin and Isoniazid) Induce Liver Injury by Regulating NLRP3 Inflammasomes*. 2021.
- Sukmayanti, N. L. P. A., Artini, N. P. R., & Yanti, N. P. W. (2020). Analisis Kadar SGPT (Serum Glutamic Pyruvic Transaminase) Dan Kholinesterase Pada Petani Sayur Di Desa Riag Gede, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 3(2), 25. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v3i2.5841>
- Syafitri, S. (2019). Pengaruh Pemberian Curcuma xanthoriza Roxb Terhadap Perbaikan Kerusakan Sel Hepar. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 6(3), 236–241. <https://doi.org/10.33024/jikk.v6i3.2192>
- Utami, D. P., Andriani, A., Mardhia, M., Novianry, V., & Zakiah, M. (2021). Efek Hepatoprotektor Andrographolide Terhadap Aktivitas Alanin Aminotransferase Dalam Serum Rattus norvegicus Jantan Galur Wistar Yang Diinduksi Karbon Tetraklorida. *Jurnal*

- Fitofarmaka Indonesia*, 8(1), 7–11.
<https://doi.org/10.33096/jffi.v8i1.582>
- Wahyudi, A. D., & Soedarsono, S. (2019). Farmakogenomik Hepatotoksisitas Obat Anti Tuberkulosis. *Jurnal Respirasi*, 1(3), 103. <https://doi.org/10.20473/jr.v1-i.3.2015.103-108>
- Widyanti, T., Rauf, D., & Lessy, L. (2019). Gambaran Kadar Sgpt (Serum Glutamic Pyruvic Transminase) Dan Sgot (Serum Glutamic Oxaloacetic Transminase) Pada Pasien Tb-Mdr (Tuberculosis Multidrug Resistan) Di Rsud Labuang Baji Makassar. *Jurnal Medika*, 4(1), 5–10. <https://doi.org/10.53861/jmed.v4i1.159>
- Yudhaswara, N. A., Susilawati, N. M., & Udju, S. D. (2023). Hubungan lama pengobatan dengan kadar sgot dan sgpt pada pasien tuberkulosis. 299–306.
- Zhang, K., Huang, Q., Deng, S., & Yang, Y. (2021). Mechanisms of TLR4-Mediated Autophagy and Nitroxidative Stress. 11(October), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.766590>