

Analysis of Alkaline Phosphatase (ALP) and Gamma Glutamyl Transferase (GGT) Levels in Adolescents Who Consume Alcoholic Beverages

[Analisis Kadar Alkaline Phosphatase (ALP) dan Gamma Glutamyl Transferase (GGT) pada Remaja Pengonsumsi Minuman Beralkohol]

Octaviani Nindi Wulandari¹⁾, Andika Alivameita^{*,2)}

¹⁾Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: alivameita@umsida.ac.id

Abstract. *Excessive alcohol consumption can cause organ damage, especially to the liver, and may progress to alcoholic liver disease. Gamma-glutamyltransferase (GGT) is a key enzyme used as an indicator of liver dysfunction, including liver parenchymal damage due to alcohol intake. Alcohol also affects levels of Alkaline Phosphatase (ALP), an enzyme found in the liver, bile ducts, and bones. This study was conducted in August 2024 at the Clinical Pathology Laboratory, D-IV Medical Laboratory Technology Program, Muhammadiyah University of Sidoarjo, using an experimental laboratory design. A total of 30 adolescent alcohol consumers were used as research subjects. The examination was conducted using an automated photometric method (Microlab 300). Data analysis was performed using the Independent Samples T-Test, with results indicating no significant differences in ALP levels ($p=0,371$) and GGT levels ($p=0,528$) among adolescents consuming alcohol for 1 - 3 years compared to those consuming for > 3 - 5 years.*

Keywords - ALP Levels; GGT Levels; Adolescents Consuming Alcohol

Abstrak. *Konsumsi alkohol yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan organ, terutama pada hati, dan dapat berkembang menjadi penyakit hati akibat alkohol. Gamma-glutamyltransferase (GGT) merupakan enzim utama yang digunakan sebagai indikator disfungsi hati, termasuk kerusakan parenkim hati akibat konsumsi alkohol. Alkohol juga memengaruhi kadar Alkaline Phosphatase (ALP), yaitu enzim yang ditemukan di hati, saluran empedu, dan tulang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2024 di Laboratorium Patologi Klinik, Program D-IV Teknologi Laboratorium Medik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, dengan menggunakan desain laboratorium eksperimental. Sebanyak 30 remaja pengonsumsi alkohol digunakan sebagai subjek penelitian. Pemeriksaan dilakukan menggunakan metode fotometri otomatis (Microlab 300). Analisis data dilakukan menggunakan uji Independent Samples T-Test, dengan hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar ALP ($p=0,371$) dan kadar GGT ($p=0,528$) antara remaja yang mengonsumsi alkohol selama 1–3 tahun dibandingkan dengan mereka yang mengonsumsi selama >3–5 tahun.*

Kata Kunci - Kadar ALP; Kadar GGT; Remaja Pengonsumsi Alkohol

I. PENDAHULUAN

Kemajuan global saat ini juga disertai dengan sejumlah masalah kesehatan, seperti gangguan yang disebabkan oleh penyalahgunaan alkohol [1]. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2022, memperkirakan bahwa penyalahgunaan alkohol akan menyebabkan 3 juta kematian setiap tahunnya, atau 5,3% dari seluruh kematian secara global. Jumlah ini juga mewakili 5,1% beban kematian terkait cedera. Terlepas dari dampak buruknya terhadap kesehatan, konsumsi alkohol mempunyai dampak sosial dan ekonomi negatif yang besar baik terhadap individu maupun masyarakat secara luas. Konsumsi alkohol berlebihan dapat menyebabkan gangguan kesehatan dalam jangka panjang, seperti tekanan darah tinggi, gagal jantung, stroke. Hal ini juga dapat menyebabkan kematian dan kecacatan pada usia muda, dengan 13,5% dari seluruh kematian terjadi antara usia 20 - 39 tahun. Selain itu, organ yang paling rentan terhadap bahaya etanol adalah hati dan sistem pencernaan [2].

Menurut Laporan Status Global tentang Alkohol dan Kesehatan tahun 2014, 0,8% dari 241 juta penduduk Indonesia melaporkan penyalahgunaan alkohol, dan 0,7% dilaporkan mengalami ketergantungan terhadap alkohol. Jika angka ini dikalikan dengan seluruh penduduk Indonesia, maka terdapat sekitar 1.928.000 orang yang mengalami gangguan penyalahgunaan alkohol dan sekitar 1.180.900 orang mengalami masalah ketergantungan alkohol. Penyalahgunaan alkohol dapat menyebabkan sirosis (*cirrhosis*), hepatitis alkoholik (*alcoholic hepatitis*), hati berlemak (*fatty liver*), dan masalah fungsi hati lainnya. 10 % hingga 35 % orang yang minum alkohol berlebihan menderita hepatitis alkoholik, dan 90% hingga 100% menderita penyakit hati berlemak [1].

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Konsumsi minuman beralkohol dapat meningkatkan risiko kerusakan organ, khususnya masalah hati, yang lebih umum terjadi pada pengguna alkohol berat. Penyakit yang dikenal sebagai penyakit hati alkoholik atau alcoholic liver disease ini disebabkan oleh pola konsumsi alkohol dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu lama. Jumlah enzim Gamma-glutamyltransferase yang diproduksi oleh hati dapat meningkat akibat asupan alkohol yang berlebihan. Konsumsi alkohol menyebabkan peningkatan enzim mikrosomal Gamma-glutamyltransferase (GGT). Gangguan hati ditandai dengan peningkatan kadar GGT. GGT adalah tes sensitif yang dapat mengidentifikasi berbagai jenis kerusakan pada parenkim hati [3]. Alkaline Phosphatase (ALP) sebagian besar terdapat di hati, khususnya pada permukaan sinusoidal hepatosit dan di mikrovili saluran empedu. Plasenta, ginjal, mukosa usus, dan tulang semuanya menghasilkan ALP. ALP dieliminasi melalui saluran empedu, dan metastasis hati, obstruksi saluran empedu, dan penyakit tulang semuanya mengakibatkan peningkatan kadar ALP dalam serum [4].

Komponen penting dalam proses detoksifikasi tubuh terhadap zat-zat yang berpotensi membahayakan adalah hati. Kerusakan hati dapat disebabkan oleh berbagai hal, antara lain bakteri, virus, keracunan obat dan bahan kimia, serta konsumsi alkohol berlebihan [5]. Fungsi utamanya adalah mengatur aliran dan keamanan zat-zat yang dicerna dari sistem pencernaan untuk kemudian dipindahkan ke sistem peredaran darah sistemik. Hati sangat penting karena jika gagal total, kematian bisa terjadi dalam hitungan menit [6]. Berat hati orang dewasa adalah sekitar 1500 gram atau 2,5% dari total berat badannya. Permukaan hati yang halus dan berbentuk kubah konsisten dengan permukaan inferior cekungan diafragma. Terletak terutama di kuadran kanan atas perut, hati dilindungi dan disembunyikan oleh diafragma dan sangkar dada. Hati yang khas terletak jauh di tulang rusuk 7-11 sisi kanan dan meluas melintasi garis tengah ke arah puting susu kiri [6]. Alkohol yang tertelan diserap melalui lambung dan usus. Kurang dari 10% alkohol yang diserap dikeluarkan melalui napas, keringat, dan urin. Ini berarti lebih dari 90% alkohol yang diserap mengalir ke seluruh tubuh dan akhirnya diangkut ke hati melalui vena portal. Karena tingginya kandungan enzim pemetabolisme alkohol di hati, hati berperan penting dalam metabolisme alkohol [7].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Ni Putu Rahayu Artini (2023), didapatkan hasil peminum arak dengan rentang usia 17 – 43 tahun masih berada pada rentang normal, kadar ALP tertinggi yaitu 271 U/L dan kadar terendah 102 U/L dengan rata - rata yaitu $188 \pm 0,02$ U/L, semakin banyak konsumsi minuman beralkohol semakin berpengaruh terhadap kadar ALP [4]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Dicky Conreng (2014), didapatkan hasil kadar GGT $p=0,182$ ($p > 0,05$) yaitu tidak ada hubungan yang signifikan antara skor AUDIT (*Alcohol Use Disorders Identification Test*) dan nilai GGT pada subjek pria dewasa muda yang mengonsumsi alkohol dengan gangguan fungsi [8]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Gazy P (2019), menunjukkan bahwa kadar ALP nilai rerata $\pm$ SD 179,04 $\pm$ 51,89 dan kadar GGT $56,42 \pm 25,45$ secara signifikan lebih tinggi pada durasi ketergantungan alkohol 1 - 5 tahun [9]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Jean Berchmas (2020), didapatkan hasil rerata kadar GGT 53 U/L dan kadar ALP 153 U/L menunjukkan bahwa populasi pasien konsumsi alkohol memiliki kadar GGT dan ALP yang tinggi sebanyak 50 %, peningkatan kadar GGT dan ALP secara bersamaan terjadi pada 19,6 % pasien mengindikasikan frekuensi penyakit hati kolestatik [10]. Dari penjelasan di atas penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar *Alkaline Phosphatase* (ALP) dan *Gamma Glutamyl Transferase* (GGT) pada Remaja Pengonsumsi Minuman Beralkohol.

II. METODE

Penelitian ini telah memperoleh sertifikat etik dengan nomor 0909/HRECC.FODM/VIII/2024 pada tanggal 29 Agustus 2024 dari Komisi Kelaikan Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya. Desain penelitian ini adalah analisis kuantitatif menggunakan metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini menggunakan subjek populasi pada remaja mengonsumsi minuman beralkohol yang berdomisili di Kecamatan Tulangan dan Kecamatan Balongbendo Kabupaten Sidoarjo. Penelitian dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada bulan Agustus 2024. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu purposive sampling dengan kriteria sampel yang diambil yaitu responden berjenis kelamin laki-laki, berusia 18 hingga 24 tahun, lama konsumsi alkohol 1 - 3 tahun dan $> 3 - 5$ tahun, bersedia menjadi responden dan bersedia mengisi serta menandatangani informed consent. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spuit 3cc (One Med), tourniquet, kapas alkohol dan kering, tabung ependorf, tabung reaksi kecil, tabung vacutainer, rak tabung reaksi, fotometer (Microlab 300), mikropipet 50 μ l, 500 μ l dan 1000 μ l, sentrifuge (sclogex OMO412), tissue, ice box, ice gel. Bahan yang diperlukan adalah serum darah remaja mengonsumsi alkohol, reagen ALP (Glory Diagnostics), reagen GGT (Glory Diagnostics), aquadest, serum kontrol, alkohol swab (One Med). Peneliti melakukan pengambilan sampel darah vena sebanyak 3cc dengan cara makrosampling. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 30 responden. Darah yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabung vacuum serum separator tube. Sampel disimpan dalam ice box dan dibawa ke laboratorium, lalu disentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan 2500 rpm untuk memperoleh serum. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kadar ALP dan kadar GGT menggunakan alat fotometer (Microlab 300) dengan metode Kinetik-IFCC. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik

menggunakan SPSS versi 23, dilakukan uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk, kemudian dilakukan uji parametrik Independent Samples T-Test dengan taraf signifikansi 95%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar responden dengan usia 18 tahun adalah 3 responden (10%), usia 19 tahun adalah 1 responden (3%), usia 20 tahun adalah 8 responden (27%), usia 21 tahun adalah 8 responden (27%), usia 22 tahun adalah 6 responden (20%), usia 23 tahun adalah 2 responden (7%) dan pada usia 24 tahun sebanyak 2 responden (7%).

Tabel 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Usia (Tahun)	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
18	3	10 %
19	1	3 %
20	8	27 %
21	8	27 %
22	6	20 %
23	2	7 %
24	2	7 %
Total	30	100 %

Berikut merupakan karakteristik responden berdasarkan lama konsumsi alkohol pada remaja di Kecamatan Tulangan dan Kecamatan Balongbendo, Kabupaten Sidoarjo yang diuraikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa lama konsumsi alkohol pada remaja 1 - 3 tahun yakni sebanyak 15 responden (50%) sedangkan untuk lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun yakni sebanyak 15 responden (50%).

Tabel 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Konsumsi Alkohol

No	Lama Konsumsi Alkohol (Tahun)	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
1	1 - 3	15	50 %
2	> 3 - 5	15	50 %
	Total	30	100 %

Hasil penelitian, menunjukkan kadar ALP terendah sebesar 119 U/L pada lama konsumsi alkohol 1 - 3 tahun dan kadar tertinggi sebesar 307 U/L pada lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun, sedangkan kadar GGT terendah sebesar 5 U/L pada lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun dan kadar tertinggi sebesar 40 U/L pada lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun. Berdasarkan Tabel 3 hasil rerata kadar ALP 1 - 3 tahun adalah $186,8 \text{ U/L} \pm 43,7$ dan lama konsumsi alkohol > 3-5 tahun adalah $201,1 \text{ U/L} \pm 42,2$. Sedangkan hasil rerata kadar GGT 1 - 3 tahun adalah $16,4 \text{ U/L} \pm 6,8$, dan lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun adalah $18,4 \text{ U/L} \pm 9,9$.

Tabel 3. Hasil Rerata $\pm$ Standar Deviasi Kadar ALP dan Kadar GGT

Variabel	Lama Konsumsi Alkohol (Tahun)	Rerata (U/L) $\pm$ SD
Kadar ALP	1 - 3	$186,8 \pm 43,7$
	> 3 - 5	$201,1 \pm 42,2$
Kadar GGT	1 - 3	$16,4 \pm 6,8$
	> 3 - 5	$18,4 \pm 9,9$

Berdasarkan uji normalitas kadar ALP pada Tabel 4 didapatkan signifikansi 0,221 lebih dari 0,05 maka dapat dikatakan terdistribusi normal, sedangkan uji normalitas kadar GGT didapatkan signifikansi 0,109 lebih dari 0,05 maka dapat dikatakan terdistribusi normal.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Kadar ALP dan Kadar GGT

<i>Shapiro-Wilk</i>	
Variabel	Sig.
Kadar ALP	0,221
Kadar GGT	0,109

Berdasarkan hasil uji menggunakan *Independent samples T-Test* pada pemeriksaan ALP didapatkan hasil analisis datanya yaitu tidak terdapat perbedaan kadar ALP ($p=0,371$) dan pada pemeriksaan kadar GGT hasil analisis datanya yaitu tidak terdapat perbedaan kadar GGT ($p=0,528$).

Tabel 5. Hasil Uji *Independent samples T-Test* Kadar ALP dan Kadar GGT

<i>Uji Independent samples T-Test</i>	
Variabel	<i>P</i> value
Kadar ALP	0,371
Kadar GGT	0,528

B. Pembahasan

Hasil pemeriksaan yang diperoleh dari sampel yaitu remaja pengonsumsi alkohol dengan lama konsumsi alkohol 1 - 3 tahun dan > 3 - 5 tahun menunjukkan tidak terdapat perbedaan kadar ALP dan kadar GGT. Dimana kadar ALP dan kadar GGT pada remaja pengonsumsi alkohol dengan lama konsumsi alkohol 1 - 3 tahun lebih rendah dibandingkan dengan kadar ALP dan kadar GGT pada remaja pengonsumsi alkohol dengan lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun. Nilai ALP terendah disebabkan karena kekurangan vitamin D, hipofosfatase (penyakit tulang bawaan), sedangkan nilai terendah GGT dibawah nilai normal disebabkan karena faktor genetik, kurang nutrisi. Nilai normal kadar ALP 180 - 220 U/L dan kadar GGT 7 - 32 U/L,

Rerata kadar ALP 1-3 tahun dan lama konsumsi alkohol > 3-5 tahun menunjukkan adanya peningkatan kadar ALP dengan lama konsumsi alkohol. Sedangkan rerata kadar GGT 1 - 3 tahun dan lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun menunjukkan adanya peningkatan kadar GGT dengan lama konsumsi alkohol, penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Gazy P (2019), menunjukkan bahwa kadar ALP nilai rerata $\pm$ SD $179,04 \pm 51,89$ dan kadar GGT $56,42 \pm 25,45$ secara signifikan lebih tinggi pada durasi ketergantungan alkohol 1 - 5 tahun [9]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Mardiana Prasetyani Putri (2022), didapatkan hasil yaitu nelayan dengan usia 15 - 18 tahun dengan rentang waktu lama konsumsi alkohol 1-2 tahun, nelayan usia 19 - 25 tahun dengan rentang waktu lama konsumsi alkohol 3 - 5 tahun sedangkan nelayan dengan usia 26 - 35 tahun dengan rentang waktu lama konsumsi alkohol 6-10 tahun [3].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Dicky Conreng (2014), didapatkan hasil kadar GGT $p=0,182$ ($p > 0,05$) yaitu tidak ada hubungan yang signifikan antara skor AUDIT (Alcohol Use Disorders Identification Test) dan nilai GGT pada subjek pria dewasa muda yang mengonsumsi alkohol dengan gangguan fungsi [8]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Bernardo Sonia (2021), menunjukkan perbedaan signifikan antara konsumsi alkohol jangka panjang dan perkembangan penyakit hati kronis, dengan lama konsumsi yang lebih panjang serta konsumsi alkohol yang lebih besar berkontribusi terhadap peningkatan risiko kerusakan hati [11].

Hasil uji Independent T-Test menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar ALP dan kadar GGT dengan lama konsumsi 1 - 3 tahun dan > 3 - 5 tahun. Dampak konsumsi alkohol terhadap kadar ALP dan GGT membutuhkan waktu lebih lama untuk menjadi signifikan. Pada usia 18 - 24 tahun, tubuh memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap efek alkohol dan kemampuan regeneratif hati yang lebih baik, sehingga perubahan enzim hati dalam jangka pendek sering kali tidak terlihat. Selain itu, variasi individu seperti usia, jenis kelamin, pola konsumsi, kondisi kesehatan, dan faktor lingkungan.

Pengaruh alkohol yang dikonsumsi dengan cepat diserap ke dalam pembuluh darah dan kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan serta cairan tubuh. Semakin tinggi konsentrasi alkohol dalam minuman, semakin cepat proses penyerapannya ke dalam darah. Di hati, alkohol diubah melalui proses oksidasi. Jika jumlah alkohol yang diminum berlebihan, sebagian tidak dapat diolah oleh hati dan tetap berada dalam darah, lalu mencapai otak. Pada kadar alkohol rendah, peminum akan merasakan euforia atau perasaan bahagia dan nyaman. Namun, jika konsumsi alkohol berlanjut dan kadarnya semakin tinggi, efeknya dapat menyebabkan kantuk, tidur, atau bahkan kematian.

Berdasarkan observasi saat pengambilan sampel, banyak individu yang masih sering mengonsumsi alkohol secara terus-menerus. Kebiasaan ini berpotensi merusak organ hati, yang ditandai dengan peningkatan kadar ALP dan GGT dalam tubuh mereka. Alkohol yang masuk ke tubuh diserap melalui lambung dan usus, di mana kurang dari 10% dikeluarkan melalui napas, keringat, dan urin. Sisanya, lebih dari 90%, tersebar ke seluruh tubuh dan akhirnya dibawa ke hati melalui vena portal. Hati memiliki peran utama dalam metabolisme alkohol karena tingginya konsentrasi enzim yang berfungsi untuk memecah alkohol di organ tersebut [7].

Gangguan fungsi hati dapat menyebabkan gangguan metabolisme yang memicu berbagai gejala penyakit, seperti hepatitis, sirosis hati, hingga kanker hati. Selain itu, hati berperan penting dalam proses ekskresi dan detoksifikasi zat beracun dalam tubuh. Pemeriksaan fungsi hati digunakan untuk mendeteksi kelainan atau penyakit hati, termasuk evaluasi cedera pada sel hepatosit melalui pengukuran enzim seperti aspartat aminotransferase (AST), alanin aminotransferase (ALT), alkali fosfatase (ALP), dan gamma-glutamyl transferase (GGT) [12]. Gamma Glutamyl Transferase (GGT) sendiri merupakan indikator cedera hati dan konsumsi alkohol berlebih. Pengukuran GGT biasanya dilakukan bersamaan dengan ALP, karena peningkatan salah satu atau keduanya sering mengindikasikan gangguan pada hati atau saluran empedu [12].

V. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada remaja pengonsumsi alkohol dengan lama konsumsi 1 - 3 tahun dan > 3 - 5 tahun, didapatkan hasil rerata kadar ALP dengan lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan lama konsumsi alkohol 1 - 3 tahun. Sedangkan hasil rerata kadar GGT dengan lama konsumsi alkohol > 3 - 5 tahun menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan lama konsumsi alkohol 1 - 3 tahun. Hasil uji *Independent T-Test* yaitu tidak terdapat perbedaan kadar ALP ($p=0,371$) dan kadar GGT ($p=0,528$) pada remaja pengonsumsi alkohol dengan lama konsumsi 1 - 3 tahun dan > 3 - 5 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini disampaikan untuk kedua orang tua yang telah mendukung penelitian ini, serta pihak - pihak yang turut membantu selama proses penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- [1] K. G. & M. Y. M. Solar, "Kadar Gamma Glutamyl Transferase (GGT) pada Peminum Minuman Beralkohol," *eBiomedik*, vol. 9, no. 2, pp. 255–260, 2021, doi: 10.35790/ebm.9.2.2021.33715.
- [2] World Health Organization, "Alkohol," website. Accessed: May 09, 2022. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/alkohol>
- [3] M. P. Putri, "Gamma Glutamyl Transferase (GGT) Levels in Fishermen WHO Drinks Tuak and Arak," *J. Sintesis* Submitted: 17 Mei, vol. 3, no. 1, pp. 38–42, Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.56399/jst.v3i1.34>.
- [4] R. Artini, "Pengaruh Tingkat Konsumsi Arak Terhadap Kadar Alkaline Phosphatase (ALP) pada Peminum Arak di Kelurahan Renon, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar," *E-Jurnal Widya Kesehatan*, vol. 5, no. 2, pp. 43–48, Oct. 2023, doi: <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v5i2.4832>.
- [5] Dewi Iga Tari Pradya, Mastra Nyoman, and Metra I Wayan, "Kadar Serum Glutamate Piruvate Transaminase Pecandu Minuman Keras di Banjar Ambengan Desa Sayan Ubud Gianyar," *Meditory*, vol. 4, no. 2, pp. 82–93, Dec. 2016, doi: <https://doi.org/10.33992/m.v4i2.44>.
- [6] J. C. Ozougwu, "Physiology of the liver," *International Journal of Research in Pharmacy and Biosciences*, vol. 4, no. 8, pp. 13–24, Oct. 2017, Accessed: Oct. 14, 2017. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/320452275_Physiology_of_the_liver
- [7] J. Hyun, J. Han, C. Lee, M. Yoon, and Y. Jung, "Pathophysiological aspects of alcohol metabolism in the liver," *Jun. 01, 2021, MDPI*. doi: 10.3390/ijms22115717.
- [8] D. Conreng, B. J. Waleleng, and S. Palar, "Hubungan Konsumsi Alkohol Dengan Gangguan Fungsi Hati Pada Subjek Pria Dewasa Muda Di Kelurahan Tateli dan Teling Atas Manado," 2014. doi: <https://doi.org/10.35790/ecl.2.2.2014.5026>.
- [9] P. Gazy, S. Standowicz, S. Marciniak, B. Echolc, and B. Mazur, "The Effect of Chronic Alcohol Abuse on Liver Damage and Function – Analysis of Basic Biochemical and Coagulological Parameters," *Alcoholism and Drug Addiction*, vol. 32, no. 2, pp. 101–108, 2019, doi: 10.5114/ain.2019.87626.
- [10] Jean Berchmas, Mutijima Niyongabo Francois, and Niyonzima, "Role of Gamma Glutamyltransferase and Alkaline Phosphatase Assay in Enzymatic Panel for Hepatobiliary Function in Patients Attending Kibungo Hospital, Rwanda," *East Africa Science*, vol. 2, no. 1, pp. 81–87, 2020, [Online]. Available: www.eahealth.org
- [11] S. N. Bernardo *et al.*, "Outcomes of Excessive Alcohol Drinkers Without Baseline Evidence of Chronic Liver Disease After 15 Years Follow-Up: Heavy Burden of Cancer and Liver Disease Mortality," *PLoS One*, vol. 16, no. 5 May, May 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0252218.
- [12] Oktavia Vivin Ermanita, Ria Agustina Handayani, Eki Muharamah, and Dwi Purbayanti, "Review : Gambaran Aktivitas Enzim Alkaline Phosphatase (ALP) pada Pemain Game Online di Kecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya," *Borneo Journal Of Medical Laboratory Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 183–189, 2020, doi:

<https://doi.org/10.33084/bjmlt.v3i1.1712>.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.