

PENGARUH FREKUENSI LATIHAN FISIK SUBMAKSIMAL TERHADAP KADAR *SERUM GLUTAMIC PYRUVIC TRANSAMINASE* TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) BETINA GALUR WISTAR

Ni Komang Ayu Septia Primayanti¹, Dody Taruna², Retno Budiarti³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah, Kota Surabaya,
Provinsi Jawa Timur, Indonesia

²Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hang
Tuah, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

³Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas
Hang Tuah, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

septiaprimayanti1@gmail.com Telp/ HP: 087860824597

dody.taruna@hangtuah.ac.id Telp/ HP: 089527836999

Naskah Masuk 31 Januari 2023, Revisi 05 Oktober 2023, Layak Terbit 31 Januari 2024

Abstrak

Menurut data WHO (2020), individu dengan latihan fisik tidak adekuat mengembangkan risiko mortalitas sebanyak 20-30% daripada individu dengan latihan fisik adekuat. Latihan fisik teratur memiliki dampak positif dalam mempertahankan gaya hidup sehat, sedangkan latihan fisik intens akut seperti pada individu tidak terlatih dapat berdampak negatif melalui terjadinya stres oksidatif. Latihan fisik dengan pengulangan latihan dapat membentuk mekanisme adaptasi sehingga meningkatkan kerja antioksidan endogen dan menghambat pembentukan ROS. Sedangkan, latihan fisik akut tanpa pengulangan latihan dapat menimbulkan penurunan kadar antioksidan endogen dan peningkatan ROS. Peningkatan ROS menginduksi terjadinya stres oksidatif, yang kemudian berperan dalam terjadinya kerusakan hati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi latihan fisik submaksimal terhadap kadar SGPT, salah satu indikator kerusakan hati. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain *post-test only control group design* menggunakan 27 tikus putih betina galur Wistar yang dibagi menjadi 3 kelompok; K1 diberi pakan standar selama 4 minggu, K2 diberi pakan standar selama 4 minggu, latihan fisik submaksimal pada hari ke-1 hingga ke-14 dan ke-21 penelitian, dan K3 diberi pakan standar selama 4 minggu dan latihan fisik submaksimal pada hari ke-21 penelitian. Setelah perlakuan, semua kelompok tikus diambil darahnya untuk perhitungan kadar SGPT kemudian hasil data dianalisis secara statistik. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan signifikansi 0,479 ($p > \alpha$) dengan $\alpha = 0,05$ yang artinya tidak ada perbedaan bermakna pada frekuensi latihan fisik submaksimal terhadap kadar SGPT tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan tidak ada pengaruh frekuensi latihan fisik submaksimal terhadap kadar SGPT tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar.

Kata kunci : frekuensi, latihan fisik, submaksimal, SGPT

Abstract

According to WHO data (2020), individuals with inadequate physical exercise develop a mortality risk of 20-30% compared to individuals with adequate physical exercise. Regular physical exercise has a positive impact in maintaining a healthy lifestyle, whereas acute intense physical exercise such as in untrained individuals can have a negative impact through the occurrence of oxidative stress. Physical exercise with repetition of exercise can form an adaptation mechanism thereby increasing the work of

*endogenous antioxidants and inhibiting the formation of ROS. Meanwhile, acute physical exercise without repetition of exercise can cause a decrease in endogenous antioxidant levels and an increase in ROS. Increased ROS induces oxidative stress, which then plays a role in liver damage. This study aims to determine the effect of submaximal physical exercise frequency on SGPT levels, an indicator of liver damage. This research was a laboratory experimental study with a post-test only control group design using 27 Wistar female white rats which were divided into 3 groups; K1 was given standard feed for 4 weeks, K2 was given standard feed for 4 weeks, submaximal physical exercise on days 1 to 14 and 21 of the study, and K3 was given standard feed for 4 weeks and submaximal physical exercise on day 21 of the study. After intervention, all groups of rats were taken for blood to calculate SGPT levels and then the results of the data were analyzed statistically. The results of the Kruskal-Wallis test showed a significance of 0.479 ($p > \alpha$) with $\alpha = 0.05$, which means that there was no significant difference in the frequency of submaximal physical exercise on SGPT levels in female Wistar rats (*Rattus norvegicus*). The conclusion of this study showed that there was no effect of the frequency of submaximal physical exercise on SGPT levels in female Wistar rats (*Rattus norvegicus*).*

Keyword: *frequency, physical exercise, submaximal, SGPT*

PENDAHULUAN

Latihan fisik meningkatkan penggunaan oksigen seluruh tubuh pada kondisi otot aktif. Ini menyebabkan keadaan seluler dari tereduksi menjadi keadaan teroksidasi yang memicu pembentukan radikal bebas, termasuk *Reactive Oxygen Species* (ROS) (1). Latihan fisik teratur meningkatkan produksi ROS tergantung pada intensitas dan durasinya. Latihan fisik dengan intensitas maksimal dapat meningkatkan laju metabolisme dan penggunaan oksigen, serta terjadi peningkatan asam laktat yang akan menyebabkan pelepasan radikal bebas termasuk ROS. Sedangkan, latihan fisik submaksimal menggunakan sistem energi dominan campuran antara asam laktat (sistem anaerobik) dan oksigen (sistem aerobik) sehingga mengurangi dampak negatif pada individu terlatih (2). Latihan fisik submaksimal hampir mendekati intensitas tinggi dan menggunakan 80-90% denyut jantung maksimal (3). Latihan fisik teratur memiliki dampak positif dalam mempertahankan gaya hidup sehat, sedangkan latihan fisik intens akut seperti pada individu tidak

terlatih dapat berdampak negatif melalui terjadinya inflamasi yang signifikan, stres oksidatif disertai dengan kerusakan organ (4).

Latihan aerobik adalah jenis latihan yang tidak hanya meningkatkan efisiensi sistem produksi energi dan resistensi kardiopulmoner, tetapi juga meningkatkan konsentrasi radikal bebas, termasuk ROS (5). Sebuah studi menjelaskan gangguan metabolik yang diakibatkan oleh hilangnya keseimbangan berhubungan dengan miokin atau "faktor olahraga" yang diregulasi dengan kuat selama latihan aerobik. Faktor olahraga ini termasuk interleukin (IL)-6, (IL)-15, dan irisin (6).

Menurut data *World Health Organization* (WHO), individu dengan latihan fisik tidak adekuat mengembangkan risiko mortalitas sebanyak 20-30% daripada individu dengan latihan fisik adekuat (7). Ahli telah menyarankan bahwa keberhasilan atau kegagalan latihan fisik tergantung pada beberapa faktor seperti intensitas, frekuensi, waktu, dan tipe latihan (8). Jumlah unit latihan tiap satuan waktu untuk

mencapai keberhasilan latihan fisik mendefinisikan frekuensi latihan (9). Latihan fisik berintensitas tinggi dapat menyebabkan peningkatan produksi ROS dan mediator inflamasi. Produksi ROS terkait latihan menginduksi kerusakan yang signifikan, namun lebih dapat ditoleransi, yang pada gilirannya memodulasi adaptasi latihan. Meskipun data langka tersedia pada status redoks hati yang berhubungan dengan latihan, latihan fisik intens telah dikaitkan antara lain dengan gangguan fungsi hati, inflamasi, dan stres oksidatif. Sebuah studi menunjukkan perubahan pada penanda cedera hati seperti SGPT, SGOT, CK, LDH, dan TNF- α pada tikus yang diberi latihan melelahkan (10).

Stres oksidatif adalah keadaan yang diperoleh dari ketidakseimbangan antara produksi dan penumpukan ROS dalam sel dan jaringan serta kemampuan sistem biologis untuk mendetoksifikasi ROS (11). Hati berperan dalam metabolisme berbagai senyawa yang memproduksi ROS (12). Stres oksidatif merupakan salah satu dari berbagai faktor penyebab kerusakan hati (6).

Hati merupakan organ mayor yang terkena dampak oleh ROS. Organel seperti mitokondria, mikrosom, dan peroksisom dalam sel parenkim hati dapat membentuk ROS (13). Ketika terjadi kerusakan sel hati, suatu enzim yang teragregasi dalam sitosol hepatosit dilepaskan dan menyebabkan peningkatan pengukuran kadar enzim ini. Enzim ini adalah aminotransferase (transaminase) termasuk *Alanine Aminotransferase* (ALT) / *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase*

(SGPT) merupakan indikator sensitif kerusakan sel hati (14).

Berdasarkan fenomena yang telah terpapar di atas, penulis ingin melakukan penelitian tentang pengaruh frekuensi latihan fisik submaksimal terhadap kadar SGPT pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan eksperimental laboratorium dengan desain *post-test only control group design* menggunakan 27 tikus putih betina galur Wistar yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu : K1 diberi pakan standar selama 4 minggu, K2 diberi pakan standar selama 4 minggu, latihan fisik submaksimal pada hari ke-1 hingga ke-14 dan ke-21 penelitian, dan K3 diberi pakan standar selama 4 minggu dan latihan fisik submaksimal pada hari ke-21 penelitian. Perlakuan dilakukan pada kelompok K2 dan K3 dengan cara dilakukan renang awal terlebih dahulu untuk mengetahui kemampuan renang maksimal dari tikus dimana indikasinya yaitu tikus tenggelam sekali. Kemudian tikus direnangkan 85% dari waktu (kemampuan maksimum berenang) sebelumnya sebagai aplikasi dari latihan fisik submaksimal. Setelah perlakuan, semua kelompok tikus diambil darahnya untuk perhitungan kadar SGPT kemudian hasil data dianalisis secara statistik.

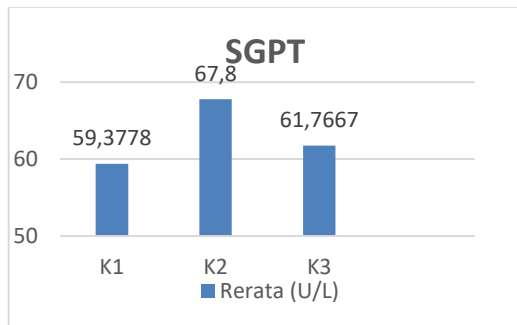
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – November 2022. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Fakultas

Kedokteran Universitas Hang Tuah Surabaya. Penelitian ini telah mendapatkan sertifikat laik etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah Surabaya dengan nomor surat: No. I/112/UHT.KEPK.03/IX/2022.

HASIL

Hasil Pemeriksaan Kadar SGPT

Nilai rerata SGPT untuk kelompok K1 yang diberi pakan standar selama 4 minggu, K2 diberi pakan standar selama 4 minggu, latihan fisik submaksimal pada hari ke-1 hingga ke-14 dan ke-21 penelitian, serta K3 diberi pakan standar selama 4 minggu dan latihan fisik submaksimal pada hari ke-21 penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Rerata kadar SGPT tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar

Rerata kadar SGPT tertinggi pada kelompok perlakuan yang diberi pakan standar selama 4 minggu, latihan fisik submaksimal pada hari ke-1 hingga ke-14 dan ke-21 penelitian adalah 67,8 U/L dan rerata terendah kadar SGPT diperoleh pada kelompok kontrol yang diberi pakan standar selama 4 minggu adalah 59,3778 U/L.

Hasil Uji Normalitas Kadar SGPT

Tabel 1. Hasil uji normalitas dengan uji

Shapiro-Wilk

Kelompok	Shapiro-Wilk	
	SGPT	
	Statistic	Sig.
K1	0,962	0,814
K2	0,942	0,605
K3	0,794	0,018

Berdasarkan hasil analisis yang terdapat pada Tabel 1, hasil signifikansi masing-masing kelompok mempunyai nilai signifikansi $> 0,05$ menunjukkan bahwa data berdistribusi normal.

Hasil Uji Homogenitas Varian Kadar SGPT

Tabel 2. Hasil uji homogenitas varian dengan uji *Levene*

Data	Levene Statistic	Sig.
SGPT	4,188	0,028

Berdasarkan Tabel 2 di atas, hasil uji *Levene* untuk kadar SGPT tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar mempunyai nilai $p = 0,028$. Hal ini berarti varian data kadar SGPT tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar tidak homogen ($p < 0,05$), sehingga dilakukan pengujian ada tidaknya pengaruh menggunakan analisis non-parametrik yaitu dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis*.

Hasil Uji Kruskal-Wallis

Tabel 3. Hasil uji *Kruskal-Wallis*

	Kadar SGPT
<i>Kruskal Wallis H</i>	1,471
<i>df</i>	2
<i>Asymp. Sig.</i>	0,479

Berdasarkan uji *Kruskal-Wallis* pada Tabel 3, diperoleh nilai $p = 0,479 >$

0,05, sehingga H_1 ditolak dan H_0 diterima yang berarti tidak ada perbedaan bermakna antara frekuensi latihan fisik submaksimal terhadap kadar SGPT tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar. Oleh karena tidak ada perbedaan antar kelompok, maka tidak dilakukan analisis uji *Post Hoc*.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar SGPT pada tikus yang diberikan perlakuan latihan fisik submaksimal dengan frekuensi latihan satu kali (akut) dan frekuensi latihan tujuh kali seminggu (kronis) adalah masing-masing sebesar 61,7 U/L dan 67,8 U/L. Kadar maksimal yang dihasilkan pada kelompok latihan fisik submaksimal akut dan kronis yaitu masing-masing sebesar 97,7 U/L dan 91 U/L. Berdasarkan referensi, kadar normal SGPT adalah 10 hingga 40 U/L (15), sehingga kadar SGPT pada tiap kelompok berada di atas kadar normal. Hasil ini memberikan gambaran bahwa latihan fisik submaksimal menyebabkan stres oksidatif. Pada kelelahan normal, radikal bebas terbentuk sangat perlahan, 5% dari konsumsi oksigen akan membentuk radikal kemudian dinetralisir oleh antioksidan endogen tubuh. Namun jika laju produksi radikal bebas sangat meningkat melebihi 5% karena dipicu latihan fisik yang melelahkan, kadar radikal bebas akan melampaui kemampuan kapasitas sistem pertahanan antioksidan. Mekanisme terbentuknya radikal bebas selama latihan fisik disebabkan karena lepasnya elektron superoksida dari mitokondria (16).

Pada penelitian ini, hasil uji *Kruskal-Wallis* untuk variabel SGPT menunjukkan perbedaan tidak bermakna ($p > 0,05$) antar kelompok pada pengukuran kadar setelah melakukan latihan fisik submaksimal. Hasil penelitian dapat dijelaskan dengan penelitian oleh Hammouda *et al.* (2012) bahwa latihan fisik yang berkepanjangan menghasilkan peningkatan sementara penanda biokimia kerusakan otot seperti SGPT, SGOT, *Creatine Kinase* (CK), dan *Lactate Dehydrogenase* (LDH), bukan kerusakan hati (17). Penelitian oleh Risfandi *et al.* (2019) juga menjelaskan hubungan antara tingginya kadar SGPT dengan periode pemulihan pasca latihan, dimana penelitiannya menunjukkan bahwa periode pemulihan yang tidak tepat juga dapat memperburuk cedera serabut otot sehingga kadar enzim hati dapat meningkat. Latihan fisik yang intens dan berkepanjangan tanpa waktu pemulihan yang tepat menyebabkan kerusakan otot rangka, jaringan ikat, dan serabut otot selama kontraksi. Selain itu, faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, kebugaran, musim, dan olahraga dikaitkan dengan peningkatan fluktuasi kadar enzim hati (18).

Berdasarkan penelitian lain oleh Bijeh *et al.* (2013) menunjukkan adanya penurunan kadar SGPT dan SGOT setelah pelatihan renang jangka panjang selama 8 minggu. Latihan aerobik seperti renang dapat menyebabkan peningkatan sensitivitas insulin dan oksidasi lipid hepatic serta penurunan aktivitas dan penghambatan enzim lipogenik.

Semua proses tersebut berkontribusi pada pengurangan lemak hati yang menjelaskan terjadinya penurunan kadar SGPT (19). Selain itu, penelitian oleh Gao *et al.* (2021) juga menunjukkan adanya penurunan kadar SGPT setelah latihan fisik jangka panjang selama 6 bulan pada pasien *Non-Alcoholic Fatty Liver Disease* (NAFLD) dibandingkan dengan kelompok kontrol. Latihan jangka panjang memperbaiki kondisi inflamasi hati dengan meningkatkan aktivitas gen SIRT dan meningkatkan deasetilasi faktor transkripsi utama inflamasi dan metabolisme, yang pada gilirannya memperbaiki inflamasi hati (20).

Penelitian ini menggunakan latihan dengan jangka waktu 2 minggu untuk mencapai intensitas beban kerja yang diinginkan (~80% dari VO₂max) berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Carpentieri *et al.* (2016) (21). Ini sesuai dengan pengaplikasian intensitas submaksimal yaitu 80-90% dari denyut jantung maksimal yang digunakan pada penelitian ini. Latihan fisik submaksimal menggunakan sistem energi dominan campuran antara asam laktat (sistem anaerobik) dan oksigen (sistem aerobik) sehingga mengurangi dampak negatif pada individu terlatih (2).

Penelitian oleh Purnomo (2012) menjelaskan status antioksidan endogen dimana didapatkan penurunan aktivitas SOD eritrosit 5 menit setelah latihan submaksimal dari 70.727 % menjadi 4.364 %. Namun, terjadi peningkatan kembali menjadi 10.000 % 60 menit setelah latihan submaksimal, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengembalikan aktivitas SOD eritrosit setelah latihan

submaksimal (22). Penurunan ini mungkin terjadi karena setelah latihan terjadi pembatasan aliran yang menyebabkan hipoksia dimana terdapat pengurangan konsentrasi oksigen mitokondria. Ini dapat mengurangi produksi ATP dan meningkatkan konsentrasi ADP yang berkontribusi dalam mengurangi aktivitas SOD (23).

Pada penelitian oleh Smart (2018), dijelaskan bahwa enzim hati seperti SGPT dan SGOT tidak berubah secara signifikan dengan latihan fisik. Enzim hati mempunyai perkiraan yang terbatas untuk menilai fungsi hati, di samping itu metode *gold standard* yang digunakan untuk menilai fungsi hati ialah biopsi hati. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi fungsi hati berkaitan dengan latihan fisik misalnya intervensi diet dan ukuran tubuh individu. Dalam kasus enzim hati, mungkin ada beberapa heterogenitas dijelaskan oleh variasi interpartisipan yang terjadi secara alami yang ada dengan enzim ini (24). Tinjauan teknis *American Gastroenterological Association* (AGA) menyatakan bahwa SGPT memiliki variasi diurnal, dapat bervariasi dari hari ke hari dan dapat dipengaruhi oleh latihan fisik atau cedera otot (25).

Tingginya kadar SGPT dari referensi normal pada penelitian ini mungkin berhubungan dengan adanya hormon reproduksi pada tikus betina dimana salah satu faktor yang dapat memengaruhi kadar SGPT adalah hormon estrogen pada populasi wanita. Kadar hormon estrogen yang tinggi dapat menyebabkan gangguan

pada fungsi hati. Penelitian oleh Fajariyah *et al.* (2010) menjelaskan bahwa pemberian estrogen sintetik khususnya diethylstilbestrol meningkatkan kadar superoksida yang selanjutnya memicu kerusakan DNA yang akhirnya merusak sel hati. Kerusakan sel hati terlihat dari meningkatnya kadar SGPT setelah pemberian estrogen sintetik dan didukung oleh gambaran histologis yang menunjukkan jumlah sel yang bervakoula, sel yang mengalami nekrosis, dan piknosis meningkat (26).

KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh frekuensi latihan fisik submaksimal terhadap kadar SGPT tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina galur Wistar ($p=0,479$).

SARAN

Penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan pengukuran kadar SGPT tikus sebelum dan sesudah dilakukan latihan fisik, melakukan pengukuran tes fungsi hati lainnya seperti SGOT, serta melakukan pengukuran kadar enzim hati setelah latihan fisik, seminggu, dan sebulan setelahnya untuk mengetahui apakah perubahan kadar enzim hati berlangsung jangka pendek atau jangka panjang. Selain itu, latihan fisik dengan periode waktu yang lebih lama dari periode waktu yang dilakukan oleh peneliti (dua minggu) disarankan guna mendapatkan hasil yang lebih signifikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Dr. Dody Taruna, dr.,

M.Kes., AIFO-K, Dr. Retno Budiarti, dr., M.Kes, serta Dr. Olivia Mahardani Adam, dr., Sp.S yang telah membantu memberikan masukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Putri MA. Peningkatan Antioksidan Endogen yang Dipicu Latihan Fisik. *Yars Med J.* 2019;26(3):163.
2. Yuniarti E. Pengaruh Latihan Submaksimal Terhadap Kadar Interleukin-6 Pada Siswa Pusat Pendidikan Latihan Pelajar Sumatera Barat. *J Sainstek.* 2014;6(2):189–92.
3. Lesmana HS, Broto EP. Profil Glukosa Darah Sebelum, Setelah Latihan Fisik Submaksimal dan Selelah Fase Pemulihan Pada Mahasiswa FIK UNP. *Media Ilmu Keolahragaan Indones* [Internet]. 2019 Jan 4 [cited 2022 Jul 16];8(2):44–8. Available from: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/miki/article/view/12726>
4. Ruhee RT, Ma S, Suzuki K. Protective Effects of Sulforaphane on Exercise-Induced Organ Damage via Inducing Antioxidant Defense Responses. *Antioxidants (Basel, Switzerland)* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2022 Jun 19];9(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32033211/>
5. Torkamaneh S, Sharifi G, Rafieian-Kopaei M. The comparison between effects of Berberis vulgaris Extract and aerobic exercise on none-alcoholic fatty liver in male rat. *Der Pharma Chem.* 2016;8(1):244–7.
6. Rezzani R, Franco C. Liver, Oxidative Stress and Metabolic Syndromes. *Nutrients* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2022 Jun 12];13(2):1–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33494242/>
7. WHO. Physical activity [Internet]. World Health Organization. 2020 [cited 2022 Jul 23]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
8. Macintyre TE, Lamego MK, Mandolesi L, Polverino A, Montuori S, Foti F, et al. Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits. *Front Psychol* | www.frontiersin.org [Internet]. 2018;1:509. Available from:

- www.frontiersin.org
9. Andini A, Indra EN. 10071-29617-1-Pb. Medikapora. 2016;50:39–52.
 10. Barcelos RP, Royes LFF, Gonzalez-Gallego J, Bresciani G. Oxidative stress and inflammation: liver responses and adaptations to acute and regular exercise. *Free Radic Res*. 2017;51(2):222–36.
 11. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, et al. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. *Oxid Med Cell Longev* [Internet]. 2017 [cited 2022 Jun 12];2017. Available from: [/pmc/articles/PMC5551541/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3551541/)
 12. Muriel P, Gordillo KR. Editorial Role of Oxidative Stress in Liver Health and Disease. 2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9037051>
 13. Li S, Tan H-Y, Wang N, Zhang Z-J, Lao L, Wong C-W, et al. The Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Liver Diseases. 2015; Available from: www.mdpi.com/journal/ijms
 14. Kasper DL, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Larry JJ, Loscalzo J. *Harrison's Gastroenterology and Hepatology*. 19th edn. 2017.
 15. Hasan KMM, Tamanna N, Haque MA. Biochemical and histopathological profiling of Wistar rat treated with *Brassica napus* as a supplementary feed. *Food Sci Hum Wellness*. 2018 Mar 1;7(1):77–82.
 16. Wicaksana KL. GAMBARAN KADAR SGPT (SERUM GLUTAMIC PYRUVIC TRANSAMINASE) PADA PEROKOK AKTIF DI USIA 17 - 25 TAHUN DENGAN LAMA MEROKOK < 10 TAHUN. 2019;
 17. Hammouda O, Chtourou H, Chaouachi A, Chahed H, Ferchichi S, Kallel C, et al. Effect of Short-Term Maximal Exercise on Biochemical Markers of Muscle Damage, Total Antioxidant Status, and Homocysteine Levels in Football Players. *Asian J Sports Med* [Internet]. 2012 [cited 2022 Nov 22];3(4):239. Available from: [/pmc/articles/PMC3525820/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23525820/)
 18. Risfandi M, Harahap NS, Nailuvar R, Sinaga FA. Liver Function Test Elevation in Moderate Intensity Physical Exercise. 2019;
 19. Bijeh N, Rashidlamir A, Hejazi K. The Effect of Eight Weeks Swimming Training on Hepatic Enzymes and Hematological Values in Young Female. 2013;(May 2014).
 20. Gao Y, Lu J, Liu X, Liu J, Ma Q, Shi Y, et al. Effect of Long-Term Exercise on Liver Lipid Metabolism in Chinese Patients With NAFLD: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Physiol*. 2021 Nov 22;12:1892.
 21. Carpentieri A, Gamberi T, Modesti A, Amoresano A, Colombini B, Bagni MA, et al. Profiling carbonylated proteins in heart and skeletal muscle mitochondria from trained and untrained mice. *J Proteome Res*. 2016;
 22. Purnomo M. Asam Laktat dan Aktivitas SOD Eritrosit pada Fase Pemulihan Setelah Latihan Submaksimal. *Media Ilmu Keolahragaan Indones* [Internet]. 2012 May 23 [cited 2022 Dec 3];1(2). Available from: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/miki/article/view/2031>
 23. Medeiros N, Da F, Gaúcha S, Boeno F, Ramis TR, Da N, et al. Effects of Acute Exercise with Blood Flow Restriction on Oxidative Stress Biomarkers. *Int J Sport Sci* [Internet]. 2017 [cited 2022 Dec 3];2017(5):191–5. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/320396603>
 24. Smart NA, King N, Mcfarlane JR, Graham PL, Dieberg G. Effect of exercise training on liver function in adults who are overweight or exhibit fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2018 [cited 2022 Nov 30];(52). Available from: <http://bjsm.bmj.com/>
 25. Delicata N-P, Delicata J, Delicata L-A. Strenuous Exercise—An Unusual Cause of Deranged Liver Enzymes. *Case Reports Clin Med* [Internet]. 2018 Mar 6 [cited 2022 Dec 1];7(3):177–81. Available from: <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=82862>
 26. Fajariyah S, Utami ET, Arisandi Y, Biologi J, Universitas F. Efek Pemberian Estrogen Sintetis (Diethylstilbestrol) terhadap Struktur Hepar dan Kadar SGOT dan SGPT pada Mencit (*Mus musculus*) Betina Strain Balb ' C The Effect of Synthetic Estrogen on Hepar Structure And Level of SGOT and SGPT of Balb ' C Female M. *J Ilmu Dasar*. 2010;11(Gmikro):76–82.