

NASKAH PUBLIKASI

**PENGARUH BEBAN LATIHAN-RENANG TUNGGAL DAN BERULANG SECARA
BERLEBIHAN TERHADAP BERAT BADAN DAN AKTIVITAS ENZIM ALANIN
AMINOTRANSFERASE (ALT) DALAM PLASMA TIKUS (*Rattus norvegicus*) JANTAN
GALUR WISTAR**

TIARA GRHANESIA DENASHURYA

I1011131016



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2016**

HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH PUBLIKASI

PENGARUH BEBAN LATIHAN-RENANG TUNGGAL DAN BERULANG
SECARA BERLEBIHAN TERHADAP BERAT BADAN DAN AKTIVITAS
ENZIM ALANIN AMINOTRANSFERASE (ALT) DALAM PLASMA TIKUS
(*Rattus Norvegicus*) JANTAN GALUR WISTAR

Tanggung Jawab Yuridis Material Pada

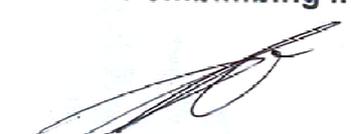
Tiara Grhanesia Denashurya
NIM I1011131016

Disetujui Oleh

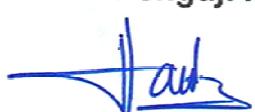
Pembimbing I


dr. Willy Handoko, M.Biomed
NIP. 19840124 200912 1 005

Pembimbing II


dr. Virhan Novianry, M.Biomed
NIP. 19821129 200801 1 002

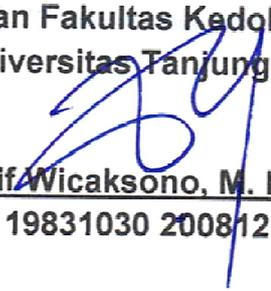
Penguji I


dr. Mitra Handini, M.Biomed
NIP. 19850908 200912 2 005

Penguji II


dr. Arif Wicaksono, M.Biomed
NIP. 19831030 200812 1 002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura


dr. Arif Wicaksono, M. Biomed
NIP. 19831030 200812 1 002

**PENGARUH BEBAN LATIHAN-RENANG TUNGGAL DAN BERULANG
SECARA BERLEBIHAN TERHADAP BERAT BADAN DAN AKTIVITAS
ENZIM ALANIN AMINOTRANSFERASE (ALT) DALAM PLASMA TIKUS
(*Rattus norvegicus*) JANTAN GALUR WISTAR**

Tiara Grhanesia D¹ ; Willy Handoko² ; Virhan Novianry³

Abstrak

Latar belakang: Latihan fisik yang berlebihan dapat meningkatkan radikal bebas dalam tubuh akibat peningkatan konsumsi oksigen di otot saat olahraga, yang berdampak pada penurunan konsumsi oksigen di hepar. Hepar memiliki peran penting dalam mempertahankan glukosa, dan mengatur homeostasis lipid, sehingga latihan fisik secara berlebihan dapat berdampak pada pengukuran berat badan. Akumulasi radikal bebas didalam tubuh dapat merusak fungsi sel dan komponen sel hepar, akibatnya terjadi peningkatan permeabilitas sel hepar, sehingga ALT keluar menuju aliran darah yang merupakan indikator kerusakan hepar secara spesifik. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh latihan renang-tunggal dan berulang terhadap berat badan dan aktivitas enzim ALT pada plasma tikus jantan galur wistar. **Metodologi:** Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental rancang acak lengkap (RAL) dengan desain pra-latihan dan pasca-latihan. Sebanyak 16 ekor tikus putih jantan galur wistar dibagi secara acak dalam 2 kelompok perlakuan, yaitu kelompok perlakuan latihan renang tunggal (45 menit), dan kelompok perlakuan latihan renang berulang (45 menit/hari selama 7 hari). Sampel darah diambil saat sebelum dan setelah perlakuan latihan renang. Aktivitas enzim ALT diukur didalam plasma darah. Data dianalisis menggunakan Tes T berpasangan dan Tes T tidak berpasangan. **Hasil:** Hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan bermakna pada berat badan kelompok pasca-latihan renang tunggal, jika dibandingkan dengan kelompok pra-latihan renang tunggal dan tidak terjadi perbedaan bermakna pada berat badan kelompok latihan-renang berulang, kemudian tidak terjadi perbedaan pada aktivitas enzim ALT kelompok latihan-renang tunggal dan kelompok perlakuan latihan renang berulang. **Kesimpulan:** Beban latihan-renang dengan durasi 45 menit dapat meningkatkan berat badan tikus jantan galur wistar pada latihan-renang tunggal, namun tidak dapat meningkatkan berat badan tikus jantan galur wistar pada latihan renang berulang, serta tidak dapat meningkatkan aktivitas enzim ALT plasma tikus jantan galur wistar pada kelompok latihan-renang tunggal dan berulang.

Kata Kunci: latihan renang, berat badan, aktivitas enzim ALT

- 1) Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura Pontianak, Kalimantan Barat
- 2) Departemen Fisiologi, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura Pontianak, Kalimantan Barat
- 3) Departemen Biokimia, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura Pontianak, Kalimantan Barat.

THE EFFECT OF EXCESSIVE SINGLE AND REPEATED SWIMMING-EXERCISE ON BODY WEIGHT AND ENZYME ACTIVITY OF ALANIN AMINOTRANSFERASE (ALT) IN PLASMA MALE WISTAR RAT (*Rattus norvegicus*)

Tiara Grhanesia D¹ ; Willy Handoko² ; Virhan Novianry³

Abstract

Background: Excessive exercise can increase free radicals in the body due to increase in the muscles oxygen consumption during exercise, resulting in a decrease of oxygen consumption in the liver. Liver has a central role in the maintenance of glucose and lipid homeostasis that affect the measurement of body weight. The accumulation of free radicals in the body can impair cellular function and components of liver cells, resulting in increased permeability of liver cells, so the enzyme activity of ALT diffuse into bloodstream. **Objective:** This study aimed to compare the effect of excessive single and repeated swimming-exercise on body weight and enzyme activity of ALT in plasma male Wistar rats. **Method:** this research use pretest and posttest experimental design. Sixteen Wistar rats were randomly divided into 2 experimental groups: single swimming group (45 minutes) and repeated swimming group ((45 min/day for 7 days) Blood samples were taken before and after swimming exercise. ALT level were measured in plasma. The data was analyzed by paired-samples T test and independent-samples T test. **Results:** The results showed that single swimming-exercise group gain more body weight, however excessive repeated swimming-exercise group cannot gain more body weight. The excessive single and repeated swimming-exercise group also cannot increase enzyme activity of ALT. **Conclusion:** this study demonstrated that excessive swimming-exercise with the duration of 45 minutes can increase body weight in single swimming-exercise, cannot increase body weight in repeated-exercise, and cannot increase enzyme activity of ALT in single and repeated swimming-exercise.

Keyword: swimming exercise, ALT level

-
- 1) Medical School, Faculty of Medicine, University of Tanjungpura Pontianak, West Borneo.
 - 2) Physiology Departement, Medical School, Faculty of Medicine, University of Tanjungpura Pontianak, West Borneo.
 - 3) Biochemical Departement, Medical School, Faculty of Medicine, University of Tanjungpura Pontianak, West Borneo.

PENDAHULUAN

Latihan fisik adalah pergerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka secara terencana, terstruktur dan dilakukan berulang yang bertujuan untuk meningkatkan dan mempertahankan satu atau lebih komponen kebugaran fisik.¹ Latihan fisik memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, seperti menurunkan resiko penyakit kardiovaskular, mencegah atau mengurangi penyakit diabetes mellitus tipe dua, mengurangi stres dan meningkatkan sistem imun.² Latihan fisik yang dilakukan secara berlebihan dan berulang dapat mengganggu homeostasis tubuh.³

Data epidemiologi menunjukkan sebesar <0.1% total populasi dan 37% kelompok atlet profesional dari berbagai cabang olahraga, pernah melakukan latihan fisik secara berlebihan, dan sebesar 35% perenang dewasa pernah melakukan latihan fisik secara berlebihan setidaknya sekali.^{4,5,6}

Oksigen yang dikonsumsi secara normal sebesar 3-5% dapat membentuk *Reactive Oxygen Species* (ROS) di dalam sel secara konstan.⁷ Latihan fisik yang dilakukan berlebihan, menyebabkan peningkatan aliran darah ke otot rangka akibat peningkatan kebutuhan energi. Organ lain seperti hepar juga berdampak akibat latihan fisik berlebihan. Hepar memiliki peran sentral dalam mempertahankan kadar glukosa, homeostasis lipid, dan memberikan energi untuk otot yang bekerja, sehingga latihan fisik secara berlebihan dapat berdampak pada pengukuran berat badan.⁷

Latihan fisik yang dilakukan berlebihan, menyebabkan penurunan aliran darah ke hepar yang menyebabkan keadaan iskemik. Keadaan iskemik disebabkan oleh kurangnya suplai oksigen yang diikuti dengan kerusakan mitokondria pada sel, dan terjadinya peningkatan ROS di dalam tubuh.^{2,8} ROS yang terbentuk dapat berkembang menjadi stres oksidatif, apabila antioksidan tubuh sudah tidak mampu mengimbangi ROS.⁷

Penelitian Hu Y, *et al.*, (2000) yang dilakukan dalam jangka waktu tujuh hari pada tikus galur Sprague-dawley, menunjukkan bahwa latihan renang yang diberikan sebanyak sekali dan tujuh kali meningkatkan peroksidasi lipid pada jaringan hepar tikus.⁹ Kerusakan sel hepar akibat latihan fisik pertama kali dideskripsikan oleh Fojt, *et al.*, (1976), yaitu intensitas latihan fisik menyebabkan perubahan pada fungsi hepar, kerusakan pada beberapa sel parenkimal hepar, serta dapat memproduksi kelebihan radikal bebas.¹⁰

Rusaknya membran sel hepar menyebabkan kebocoran protein dan molekul intraselular menuju darah. Aminotransferase adalah satu diantara protein intraselular, yang merupakan enzim intrasel dan ditemukan dalam jumlah yang rendah di dalam plasma sebagai gambaran pelepasan kandungan sel selama pergantian normal. Alanin aminotransferase (ALT) adalah contoh dari enzim aminotransferase yang banyak ditemukan di hepar.¹¹ Kerusakan pada sel hepar dapat menyebabkan terjadinya peningkatan permeabilitas sel hepar, sehingga ALT keluar menuju aliran darah dalam jumlah besar. Enzim ALT dapat dijadikan indikator kerusakan hepar secara spesifik.¹²

METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental rancang acak lengkap (RAL) dengan desain *pre* dan *post test control group*. Peneliti memberikan perlakuan terhadap subjek berupa hewan coba di laboratorium.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Farmasetika dan Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Laboratorium dan di Laboratorium Non Mikroskopis dan Teknologi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura selama bulan November 2015 – Juni 2016.

Instrumen Penelitian

- a. Alat-alat yang digunakan adalah peralatan pemeliharaan hewan coba (kandang, tempat makan, dan tempat minum), Timbangan Hewan, Alat Pelindung Diri (Sarung tangan, Handscoon, Penutup kepala, jas Lab, masker) Semi Mikrohematokrit, spektrofotometer, alat *sentrifuge*, Mikropipet, Tabung Reaksi, *Microtube* dan Ember
- b. Bahan yang digunakan adalah Tikus jantan galur Wistar, berumur 2-3 bulan, dengan berat badan \pm 180-220 gram, makanan standar, dan reagen Fluitest[®] *Analyticon*

Tahap Penelitian

Aklimatisasi Hewan Coba

Pada penelitian ini, hewan coba yang digunakan adalah tikus (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar dengan total sampel sebanyak 32 tikus dengan usia 2-3 bulan diawal penelitian dan memiliki berat 180-220 gram. Pemberian makan adalah pakan standar dan minum *ad libitum*. Sampel diambil dengan teknik *simple random sampling*. Tikus jantan galur wistar yang memenuhi kriteria inklusi, diaklimatisasi di dalam labratorium selama 3 hari dan diberi makan pakan standar dan minum *ad libitum*.

Perlakuan pada Hewan Coba

Setelah diaklimatisasi selama 3 hari, tikus dikelompokkan secara acak menjadi 2 kelompok perlakuan, sehingga setiap kelompok terisi atas 16 ekor tikus. Kelompok tersebut meliputi kelompok beban latihan-renang tunggal berlebihan (P1) dan beban latihan renang berulang berlebihan (P2). Latihan-renang tunggal diberikan selama satu hari dengan durasi 45 menit dan latihan-renang berulang diberikan selama tujuh hari dengan durasi 45 menit per hari.

Pengukuran Berat Badan

Perlakuan pra-latihan renang dilakukan saat sebelum perlakuan latihan-renang masing-masing kelompok. Tikus wistar diukur berat badannya satu per satu menggunakan timbangan hewan, kemudian tikus wistar di berikan label menggunakan spidol di ekornya.

Perlakuan pasca-latihan renang dilakukan tepat setelah tikus wistar diberikan perlakuan terakhir. Pada kelompok 1 yang diberikan perlakuan latihan-renang tunggal, dan kelompok 2 yang diberikan perlakuan latihan-renang berulang, diukur berat badannya pada hari ke-7 setelah perlakuan latihan-renang terakhir.

Pengujian Aktivitas Enzim ALT

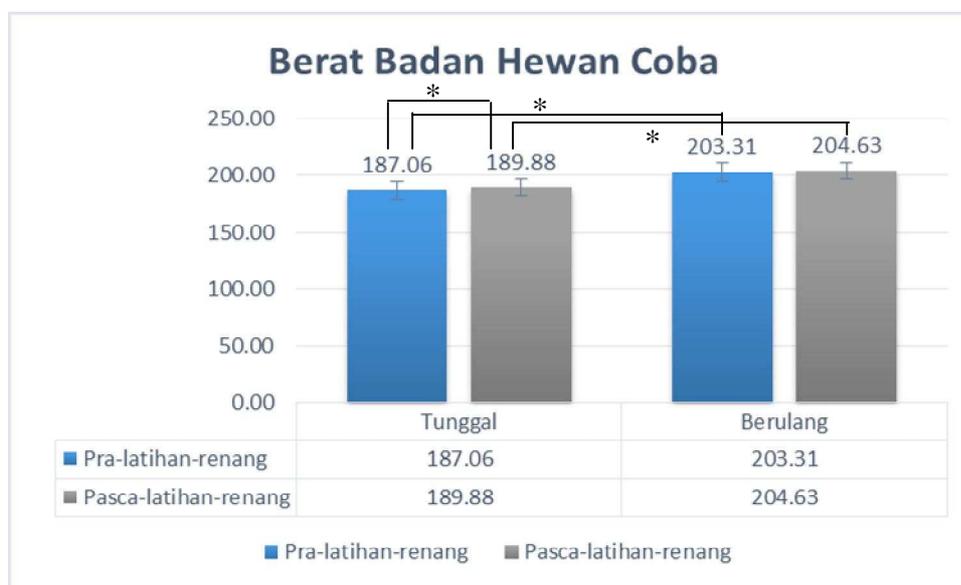
Perlakuan pra-latihan renang dilakukan saat sebelum perlakuan latihan-renang masing-masing kelompok. Semua sampel kelompok 1 dan 2 diambil darah pra-latihan renang (*pretest*) sebanyak 2 ml melalui vena retroorbital. Darah dimasukkan ke dalam *microtube* yang telah diberikan EDTA sebelumnya dan disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit hingga didapatkan plasma. Jumlah plasma yang dibutuhkan untuk pemeriksaan ALT adalah 100 ul. Apabila plasma tidak segera digunakan maka plasma disimpan dalam suhu -20°C . Plasma yang telah didapatkan dengan cara sentrifugasi, diambil sebanyak 100 ul, kemudian dicampurkan dengan Reagen 1 (R1) sebanyak 1000 ul, dan diikubasi selama 1 menit pada suhu ruangan ($\pm 37^{\circ}\text{C}$). Hasil campuran tersebut, ditambahkan dengan Reagen 2 (R2) sebanyak 200 ul, kemudian dicampur menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 340 nm, dan dilihat absorbansinya pada menit 1, 2, dan 3. Hasil pembacaan pada menit 1, 2, dan 3 dicari rata-ratanya per menit ($\Delta A/\text{min}$) Pengukuran aktivitas enzim ALT dilakukan secara duplo, sehingga dinyatakan dengan rata-rata absorbansi duplo per menit ($\Delta E/\text{min}$),

kemudian $\Delta E/\text{min}$ dikali dengan 2063. Hasil perhitungan dibaca dengan satuan U/Liter.

Perlakuan terakhir adalah pengambilan darah pasca-latihan renang (*posttest*) pada hari ke 7. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *SPSS 23 for Windows*. Penilaian data dilakukan dengan menggunakan uji T berpasangan untuk menguji rata-rata perbandingan data pra-latihan renang dan pasca-latihan renang tiap kelompok, dan Uji statistik T tidak berpasangan, untuk menguji rata-rata perbandingan data kelompok 1 dan kelompok 2

HASIL

Rerata Berat Badan Tikus Jantan Galur Wistar



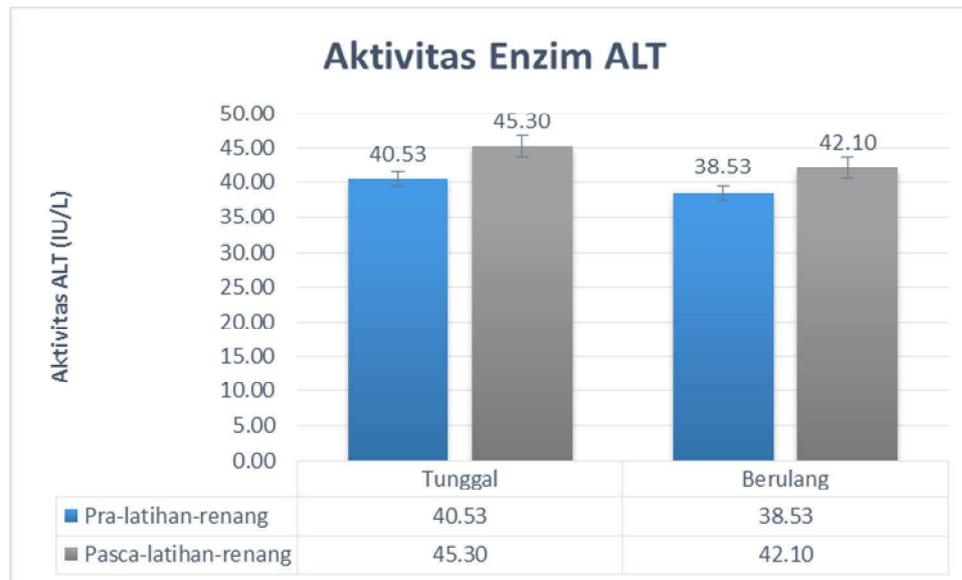
Gambar 1 Rerata berat badan tikus jantan galur wistar pra-latihan dan pasca-latihan renang (tes T berpasangan; Tes T tidak berpasangan; * $p < 0.05$).

Hasil pengukuran berat badan tikus jantan galur wistar pra-latihan dan pasca-latihan pada kelompok perlakuan 1 yang diberikan latihan-renang tunggal secara berlebihan pada hari ke-7 selama 45 menit, menunjukkan peningkatan berat badan secara berbeda bermakna pada pra-latihan dan

pasca-latihan kelompok 1 (tes T berpasangan $p=0.034$ ($p<0.05$)). Hasil rerata berat badan tikus jantan galur wistar pra-latihan dan pasca-latihan pada kelompok perlakuan 2 yang diberikan latihan-renang berulang secara berlebihan sebanyak 7 kali dengan interval 24 jam selama 45 menit (7 hari), tidak menunjukkan hasil berbeda bermakna pada kelompok 2 pra-latihan dan pasca-latihan (tes T berpasangan $p=0.687$ ($p>0.005$)).

Hasil rerata berat badan tikus jantan galur wistar pra-latihan pada kelompok perlakuan tunggal dan berulang menunjukkan hasil berbeda bermakna pada kedua kelompok perlakuan (tes T tidak berpasangan $p=0.03$ ($p<0.05$)). Hasil rerata berat badan tikus jantan galur wistar pasca-latihan pada kelompok perlakuan tunggal dan berulang menunjukkan hasil berbeda bermakna pada kelompok 1 dan kelompok 2 (tes T berpasangan $p=0.02$ ($p<0.05$)).

Nilai Aktivitas enzim ALT (Alanin aminotransferase)



Gambar 2 Rerata aktivitas enzim ALT pra-latihan dan pasca-latihan (tes T berpasangan; Tes T tidak berpasangan; $p>0.05$).

Hasil pemeriksaan aktivitas enzim ALT pada kelompok perlakuan 1 yang diberikan latihan-renang tunggal yang berlebihan pada hari ke-7 selama 45 menit, tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan pada aktivitas enzim ALT pra-latihan dan pasca-latihan, (tes T berpasangan $p=0.138$, $p>0.05$). Hasil rerata aktivitas enzim ALT pra-latihan dan pasca-latihan kelompok perlakuan 2 yang diberikan latihan-renang berulang yang berlebihan sebanyak 7 kali dengan interval 24 jam selama 45 menit (7 hari), tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan pada aktivitas enzim ALT pra-latihan dan pasca-latihan, (tes T berpasangan $p=0.339$, $p>0.05$).

Hasil rerata aktivitas enzim ALT pra latihan pada kelompok perlakuan tunggal dan berulang, menunjukkan hasil tidak berbeda bermakna pada aktivitas enzim ALT pra-latihan kedua kelompok perlakuan (tes T tidak berpasangan $p=0.696$, $p>0.05$). Hasil rerata aktivitas enzim ALT pasca-latihan pada kelompok perlakuan tunggal dan berulang, tidak menunjukkan hasil berbeda bermakna pada aktivitas enzim ALT pasca-latihan kedua kelompok perlakuan (tes T tidak berpasangan $p=0.638$, $p>0.05$).

PEMBAHASAN

Berat Badan Tikus Jantan Galur Wistar

Hasil penelitian pra-latihan dan pasca-latihan pada kelompok perlakuan latihan-renang tunggal secara berlebihan menunjukkan hasil berbeda bermakna, yaitu terjadinya peningkatan berat badan tikus jantan galur wistar pada pasca-latihan renang tunggal dibandingkan dengan pra-latihan renang tunggal. Peningkatan berat badan tersebut, sesuai dengan penelitian Hu Y, *et al.*, (2000) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan berat badan tikus yang diberikan perlakuan renang tunggal, dibandingkan dengan kelompok kontrol tanpa perlakuan, hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan kadar *malondialdehyde* (MDA)

secara signifikan di hati dan jantung, yang menandakan peroksidasi lipid di hepar.⁹

Hoene M, *et al.*, (2010) juga mendukung pernyataan penelitian sebelumnya, yaitu peroksidasi lipid membran di hepar dapat menurunkan kemampuan latihan renang, yang disebabkan oleh adanya peningkatan produksi ROS akibat latihan fisik yang meningkatkan modulasi metabolisme oksidatif.¹³

Faktor lain penyebab meningkatnya berat badan hewan coba ialah adanya keseimbangan energi positif yaitu energi yang berasal dari makanan (*input*), lebih besar dibandingkan dengan energi yang dikeluarkan (*output*), yang ditandai dengan meningkatnya berat badan.¹⁴ Kelompok latihan renang tunggal memiliki keluaran energi yang lebih rendah, sehingga terjadinya keseimbangan energi positif, yang ditandai dengan meningkatnya berat badan pada hewan coba.

Hasil penelitian pra-latihan dan pasca-latihan pada kelompok perlakuan latihan-renang berulang secara berlebihan, menunjukkan hasil yang tidak berbeda bermakna. Hasil ini sesuai dengan Kiran RT, *et al.*, (2006) yang menyatakan bahwa latihan renang dapat menstabilkan berat badan tikus,¹⁵ sehingga pada kelompok perlakuan latihan-renang berulang yang berlebihan selama 7 hari, berat badan tikus jantan galur wistar dapat stabil, dan tidak terjadi perbedaan bermakna antara pra-latihan renang dan pasca-latihan renang.

Hepar memegang peran penting dalam pelepasan glukosa ke pembuluh darah (glikolisis) dan glukoneogenesis saat latihan fisik, serta mitokondria juga penting dalam menghasilkan energi aerobik saat latihan fisik.¹³ Hu Y, *et al.*, (2000), menyatakan bahwa glukoneogenesis menstimulasi hormon glukokortikoid yang mana diproduksi sebagai respon adanya stresor, sehingga pada kelompok renang berulang dapat mempertahankan peningkatan kortikosteroid di plasma, dengan mengikat reseptor glukokortikoid, yang ditandai dengan munculnya efek glukokortikoid yaitu penurunan berat badan. Selain itu, kelompok latihan-

renang berulang memiliki kemampuan adaptasi dalam mencegah radikal bebas, yang menyebabkan level peroksidasi lipid sama dengan normal,⁹ sehingga penurunan kemampuan renang pada kelompok latihan renang berulang tidak begitu besar, yang menyebabkan terjadinya keseimbangan energi positif, ditandai dengan adanya pola peningkatan berat badan, namun tidak berbeda bermakna secara statistik.

Nilai Aktivitas Enzim ALT pada Plasma Tikus Jantan Galur Wistar

Hasil aktivitas enzim ALT pada pra-latihan renang dan pasca-latihan renang pada kelompok latihan renang tunggal dan berulang secara berlebihan, tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik. Berbeda dengan hasil statistik, aktivitas enzim ALT pada kelompok latihan-renang tunggal dan berulang menunjukkan pola peningkatan secara klinis, yang ditandai dengan hasil aktivitas enzim ALT yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar normal aktivitas enzim ALT pada manusia yaitu sebesar 10-40 U/L. Hasil ini didukung oleh penelitian Prasetyo A (2016) yang menguji histopatologi hepar tikus pada percobaan yang sama, memperlihatkan nekrosis sel hepar yang sedikit.¹⁶

Nekrosis merupakan satu diantara hasil dari mekanisme jejas ireversibel, yang ditandai dengan ketidakmampuan sel memperbaiki disfungsi mitokondria, dan terjadinya gangguan fungsi membran sel yang besar. Fungsi membran yang terganggu dapat ditandai dengan bocornya enzim intraseluler ke luar sel, yaitu keluarnya enzim ALT dari sel hepatosit ke dalam aliran darah. Hal ini membuktikan bahwa kerusakan sel secara ireversibel mempengaruhi keluarnya enzim intraseluler ke luar sel.⁸ Semakin sedikit jumlah kerusakan sel hepar yang disebabkan perlakuan renang, maka aktivitas enzim ALT yang keluar dari sel hepatosit ke dalam aliran darah, juga semakin rendah.

Hasil ini didukung oleh Lima, *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa latihan-renang yang dilakukan akut secara umum menyebabkan terbentuk dan meningkatnya ROS pada mitokondria sel, menimbulkan stres

oksidatif, peningkatan TBARS dan level protein karbonil, yang dapat mengaktifkan sistem pertahanan antioksidan selama program pelatihan olahraga berlangsung, kemudian pada kelompok latihan-renang berulang terjadi pula respon adaptif mitokondria hepar yang ditandai dengan adanya peningkatan glutathion tereduksi (GSH), aktivitas *manganese superoxide dismutase* (MnSOD), viabilitas mitokondria dan penurunan level *Thiobarbituric Acid Reactive Substances* (TBARS). Respon adaptif tersebut dapat melindungi mitokondria hepar dari kerusakan oksidatif.¹⁷ Kemampuan adaptasi tubuh yang terjadi dapat melawan radikal bebas penyebab stres oksidatif, dan mempertahankan level peroksidasi lipid pada level normal. Pertahanan ini merupakan efek positif dari stres akibat perlakuan renang.⁹

Peningkatan antioksidan pada tubuh tikus didukung oleh penelitian Putri WS (2016) pada penelitian yang sama, yaitu terjadinya penurunan kadar MDA plasma pada latihan renang tunggal dan berulang, dengan hasil penurunan kadar MDA plasma lebih besar pada kelompok beban latihan-renang berulang dibandingkan dengan kelompok beban latihan-renang tunggal pada tikus jantan galur wistar.¹⁸

Tidak ada konsensus yang jelas mengenai bentuk olahraga yang dapat menyebabkan perubahan parameter kimia secara klinis, parameter yang berpengaruh terhadap jenis olahraga tertentu, atau berapa lama intensitas jenis olahraga yang dapat menyebabkan perubahan parameter kimia.¹⁹ Efek dari latihan yang mengandalkan kekuatan otot secara klinis tergantung pada jenis kelamin dan tingkat kebugaran tubuh masing-masing individu.³ Enzim ALT memiliki kemampuan kecepatan eliminasi yang cukup singkat, kecepatan eliminasi tidak bergantung pada level enzim di darah, namun bergantung pada nilai kurva yang memperhitungkan paruh hidup (*half-life*) enzim di plasma, dan tidak berpengaruh pada jenis kelamin, atau umur. Kecepatan enzim pada hepar, termasuk enzim ALT terbilang konstan.²⁰ Semakin kecil kerusakan

fungsi hepar yang disebabkan perlakuan renang, maka aktivitas enzim ALT yang bocor keluar darah juga sedikit

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa beban latihan renang secara berlebihan dapat menyebabkan peningkatan bermakna pada berat badan tikus jantan galur wistar kelompok pasca-latihan renang tunggal, jika dibandingkan dengan kelompok pra-latihan renang tunggal, namun tidak terjadi perbedaan bermakna pada berat badan tikus jantan galur wistar antara kelompok pasca-latihan renang berulang dan kelompok pra-latihan renang berulang, serta tidak terjadi perbedaan bermakna pada aktivitas enzim ALT plasma tikus jantan galur wistar pada kelompok latihan-renang tunggal dan berulang.

Dengan mempertimbangkan hasil penelitian ini, disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai durasi pada latihan renang tunggal dan berulang yang dapat menyebabkan peningkatan aktivitas enzim ALT serta melakukan penelitian lebih lanjut mengenai durasi pada latihan-renang tunggal dan latihan-renang berulang yang dapat menyebabkan penurunan berat badan pada hewan coba.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pescatello LS, American College of Sports Medicine, editors. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2009.
2. Silverthorn DU, Johnson BR, Ober WC, Garrison CW, Silverthorn AC. Human physiology: an integrated approach. 6th ed. Boston: Pearson Education; 2013. 890 p.
3. Atya A, Osman H. Efficiency role of glutamine and cow's milk on biochemical alteration of intense exercise in male rats. *Am-Eurasian Netw Sci Inf Publ.* 2014 Jul;10:58.
4. Shephard RJ. Chronic fatigue syndrome: An update. *Sports Med.* 2001;31(3):167–94.
5. Kenttä G, Hassmén P, Raglin JS. Training practices and overtraining syndrome in Swedish age-group athletes. *Int J Sports Med.* 2001 Aug;22(6):460–5.
6. Raglin J, Sawamura S, Serafim A, Peter H. Training practices and staleness in 13-18-year-old swimmers: a cross-cultural study. *Pediatr Exerc Sci.* 2000;12(1):61–70.
7. Lieberman M, Marks AD, Peet A. Marks' basic medical biochemistry: a clinical approach. Fourth edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2013. 1014 p.
8. Kumar V, Abbas AK, Aster JC, Robbins SL, editors. Robbins basic pathology. 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders; 2013. 910 p.
9. Hu Y, GURSOY E, Cardounel A, Kalimi M. Biological effects of single and repeated swimming stress in male rats: beneficial effects of glucocorticoids. *endocrine.* 2000;13(1):123–30.
10. Fojt E, Ekelund LG, Hultman E. Enzyme activities in hepatic venous blood under strenuous physical exercise. *Pflüg Arch Eur J Physiol.* 1976 Feb 24;361(3):287–96.

11. Harvey RA, Ferrier DR. Lippincott's illustrated reviews: Biochemistry. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2011. 520 p.
12. Longo DL, editor. Harrison's principles of internal medicine. 18th ed. New York: McGraw-Hill; 2012. 2 p.
13. Hoene M, Weigert C. The stress response of the liver to physical exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2010;16:163–83.
14. Sherwood L. Human physiology: from cells to systems. 8th ed. Belmont, CA: Brooks/Cole, Cengage Learning; 2013. 1 p.
15. Ravi Kiran T, Subramanyam MVV, Prathima S, Asha Devi S. Blood lipid profile and myocardial superoxide dismutase in swim-trained young and middle-aged rats: comparison between left and right ventricular adaptations to oxidative stress. *J Comp Physiol B.* 2006 Oct 16;176(8):749–62.
16. Prasetyo A. Pengaruh beban latihan-renang tunggal dan berulang yang berlebihan terhadap gambaran histopatologi hepar pada tikus (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar. [Skripsi]. [Pontianak]: Tanjungpura; 2016.
17. Lima FD, Stamm DN, Della-Pace ID, Dobrachinski F, de Carvalho NR, Royes LFF, et al. Swimming Training Induces Liver Mitochondrial Adaptations to Oxidative Stress in Rats Submitted to Repeated Exhaustive Swimming Bouts. Sastre J, editor. *PLoS ONE.* 2013 Feb 6;8(2):e55668.
18. Putri WS. Pengaruh beban latihan-renang tunggal dan berulang secara berlebihan terhadap kadar malondialdehyde (MDA) plasma pada tikus (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar. [Skripsi]. [Pontianak]: Tanjungpura; 2016.
19. Kaplowitz N. Idiosyncratic drug hepatotoxicity. *Nat Publ Group.* 2005

20. Kuntz E, Kuntz H-D, Kuntz-Kuntz. Hepatology: textbook and atlas ; history, morphology, biochemistry, diagnostics, clinic, therapy ; with 321 coloured tables ; [+ all 530 figures and 320 tables on CD-ROM]. 3., [compl. rev., updated and enl.] ed. Heidelberg: Springer; 2008. 937 p.