

Pengaruh Puasa, Olahraga Moderat, Dan Olahraga Moderat Pada Keadaan Puasa Terhadap Sel Limfosit Pada Tikus Putih Jenis Wistar

Wahid Rosidin, Sapto Adi, Saichudin

Jurusan Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan,
Universitas Negeri Malang, Jln Semarang No. 5 Malang
email: wahid.rosidin32@gmail.com

Abstract: This study aims to determine the effect of moderate fasting exercise on lymphocyte cells in white wistar strains of *rattus norvegicus*, with 24 male divided into 4 groups, namely control, fasting, moderate exercise and moderate exercise in fasting conditions. The research method uses Random Control Group Posttest-Only Design. The measurement of lymphocyte cells using Cobas Micros or Hematology Counter Cell Analyzer, while the data analysis uses ANOVA test with a significance level of 0.05. Based on the results of data analysis in the research group, it was interpreted that there was no significant effect between fasting, moderate exercise and moderate exercise in fasting conditions with a result of 0.682 ($P > 0.05$).

Keywords: moderate exercise, fasting, lymphocyte

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh olahraga moderat saat puasa terhadap sel limfosit pada tikus putih jenis *rattus norvegicus strain wistar*, dengan jenis kelamin jantan berjumlah 24 ekor yang terbagi menjadi 4 kelompok. yaitu kontrol, puasa, olahraga moderat dan olahraga moderat pada kondisi puasa. Metode penelitian menggunakan *Random Control Group Posttest-Only Design*. Pengukuran sel limfosit menggunakan alat *Cobas Micros* atau *Hematology Counter Cell Analyzer*, sedangkan analisis data menggunakan uji anova dengan taraf signifikansi 0.05. Berdasarkan hasil analisis data pada kelompok peneliti, diartikan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara puasa, olahraga moderat dan olahraga moderat pada keadaan puasa dengan hasil 0,682 ($P > 0.05$).

Kata Kunci: olahraga moderat, puasa, limfosit

Puasa dapat diartikan sebagai menahan diri dari makan, minum, dan segala sesuatu yang dapat membatalkannya, dimulai dari terbitnya fajar sampai tenggelamnya matahari. Puasa yang dilakukan dengan baik dan benar mempunyai dampak positif bagi kesehatan tubuh seperti menjaga berat badan dan mengurangi kecenderungan obesitas dan penyakit-penyakit metabolik terkait obesitas seperti diabetes melitus dan hiperkholesterolemia (Fauziyati, 2008: 5). Selain itu, puasa juga dapat menjadi stimulator yang efisien dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Meo & Hasan, 2015: 7). Menjalankan ibadah puasa disertai dengan berolahraga dapat meningkatkan kesehatan tubuh, dikarenakan puasa dan olahraga mampu mencegah terjadinya depresi atau stres di dalam tubuh (Strohle, 2009: 77). Selain itu, olahraga pada keadaan puasa dapat

menjadi sebuah metode nonfarmakologi yang akan meningkatkan kualitas kesehatan (Khaled dkk, 2012: 36). Namun, berolahraga saat menjalankan ibadah puasa dengan intensitas yang berat dan melelahkan dapat menyebabkan gangguan imunitas, akan tetapi saat berolahraga dengan intensitas yang tepat saat puasa dapat meningkatkan imunitas.

Olahraga yang dilakukan saat puasa akan berdampak pada respon sistem kekebalan tubuh. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Khazei dkk (2014: 45) bahwa puasa dan olahraga dapat memberi perlindungan pada respon sistem imun. Akan tetapi saat menjalankan puasa dan olahraga secara bersamaan, ketepatan pengaturan dosis, intensitas dan frekuensi pada olahraga harus dilakukan dengan tepat (Nayanatara, 2005: 3). Hal ini dikarenakan olahraga dengan intensitas yang terlalu berat memiliki resiko ter-

hadap stres fisik, psikologis, maupun kimiawi. Menurut Sugiharto (2012: 54), olahraga dengan dosis yang tidak tepat dapat membahayakan keseimbangan tubuh, yang menyebabkan dehidrasi, menurunkan berat badan secara kronis, masalah lambung, kerusakan otot dan terganggunya fungsi kekebalan tubuh. Selain itu, menurut Hayati (2014: 50) olahraga dengan intensitas yang tinggi akan berdampak negatif terhadap sistem imun yang salah satu indikatornya berupa penurunan kadar limfosit, sehingga menyebabkan tubuh mudah terserang infeksi.

Puasa yang dilakukan bersamaan dengan olahraga memiliki banyak dampak positif bagi tubuh yang dapat membantu peningkatan aspek kesehatan dalam tubuh. Sistem tubuh menanggapi keseluruhan respon yang masuk dengan sistematis (Koch, 2010:92), baik respon fisik seperti olahraga maupun respon psikologis. Hal ini dibuktikan dengan pengaruh puasa yang dilakukan secara bersamaan dengan olahraga yang berdampak pada peningkatan sistem kekebalan tubuh. Menurut Khazaei dkk (2014:45) tentang pengaruh puasa pada sistem kekebalan tubuh olahragawan selama bulan Ramadhan yang menyatakan bahwa puasa dan olahraga dapat memberi perlindungan pada respon sistem imun. Sedangkan menurut Memari dkk (2011:261) tentang efek puasa Ramadhan pada komposisi tubuh dan kinerja fisik pada atlet menyatakan bahwa puasa dan olahraga dapat meningkatkan sistem imun. Apabila puasa dan olahraga dikaitkan dengan intensitas, maka ahli lain menyatakan bahwa olahraga dengan menggunakan intensitas berat memiliki resiko terhadap stres fisik, psikologis maupun kimiawi (Nayantara dkk, 2005:5), namun ahli lain mengatakan olahraga yang dilakukan dengan intensitas tepat dan berkelanjutan dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Sugiharto, 2012:54). Begitu juga dengan olahraga yang dilakukan di tempat panas, dingin dan ringan suhu terhadap leukosit darah dan trombosit pada atlet yang mengungkapkan akumulasi dan

stimulasi kekebalan tubuh (Khazaei dkk, 2013:45).

Atas dasar latar belakang di atas maka peneliti ingin mengungkapkan pengaruh olahraga moderat pada keadaan puasa terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka peneliti mengambil rumusan masalah sebagai berikut: (1) apakah olahraga moderat berpengaruh terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar, (2) apakah berpuasa berpengaruh terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar, (3) apakah olahraga moderat ketika berpuasa berpengaruh terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar, (4) apakah terdapat perbedaan terhadap sel limfosit antara puasa, olahraga dan puasa yang dijalani dengan olahraga moderat terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar. Berdasarkan rumusan masalah yang dipaparkan maka hipotesis dari penelitian ini adalah: (1) olahraga moderat dapat berpengaruh terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar, (2) puasa dapat berpengaruh terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar, (3) olahraga dan puasa dapat berpengaruh terhadap sel limfosit pada tikus jenis wistar, (4) Terdapat perbedaan jumlah sel limfosit antara puasa, olahraga moderat dan puasa yang dijalani dengan olahraga moderat pada tikus jenis wistar.

METODE.

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *experimental laboratories*, dengan rancangan *Random Control Group Posttest-Only Design* (Dwiyogo, 2010:44).

Sampel Penelitian.

Sampel penelitian ini adalah tikus putih jantan jenis *rattus norvegicus strain wistar*. Dalam penelitian ini, jumlah tikus yang digunakan sebagai sampel berdasarkan metode penelitian terdahulu, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Prestes dkk (2007:35) yang berjudul *Influence of Acute Physical Exercise on Leukocytes, Lymphocyte and Circulating Cytokines Levels* yang dilakukan dengan

sampel berjumlah 6 ekor tikus untuk perkelompok.

Pengambilan tikus diambil secara random sedangkan pembagian tikus dilakukan dengan cara “*matching*” (Sugiharto & Andiana, 2006:229).

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai pada Juni 2016 – Juli 2016 atau selama tiga minggu. Pembuatan dan pemeliharaan tikus (kandang) bertempat di gedung kuliah Keperawatan dan Kebidanan Universitas Brawijaya, dan untuk analisis darah bertempat di laboratorium patologi klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

Spesifikasi Treadmill

Berdasarkan penelitian Kim (2013:200) bahwa *Treadmill* untuk binatang coba tikus dengan kriteria: Latihan moderat yaitu 14-16 m/min setara 65-70% *VO2max*. Modifikasi *Treadmill* atas dasar penelitian tersebut, bahwa modifikasi mengacu pada kecepatan *Treadmill*.

Mesin *Treadmill* sebelum dimodifikasi untuk menjalankannya hanya menggunakan tombol (motor mesin jahit), semakin tombol ditekan maka kecepatan perputaran *Treadmill* ini juga akan semakin bertambah yaitu seperti alat yang ditekan dengan menggunakan kaki pada mesin jahit. Jadi mesin *Treadmill* ini dimodifikasi pengaturan kecepatannya agar bisa diatur kecepatannya sesuai keinginan peneliti. Peneliti perlu data yang akurat, jadi modifikasi *Treadmill* ini sangat menunjang dalam penelitian karena sangat membantu sekali dalam merekam data.

Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pengaruh olahraga moderat dalam keadaan berpuasa dengan menggunakan *Treadmill* terhadap sel limfosit pada tikus jenis *Rattus Norvegicus Strain Wistar*.

Tahap pertama sampel berjumlah total sebanyak 24 ekor tikus menjalani aklimatisasi selama tujuh hari untuk me-

nyesuaikan kondisi tikus dengan kondisi lingkungan sehingga menurunkan resiko kematian akibat stres lingkungan sebelum diberikan perlakuan. Tahap kedua pra kondisi selama 5 hari, yaitu binatang coba dibiasakan lari pada *Treadmill* dan berpuasa dengan waktu setengah dari yang ditentukan. Tahap ketiga tikus dibagi kedalam 4 kelompok, sehingga tiap kelompok berjumlah 7 ekor tikus. Tiga kelompok akan diberi perlakuan dan satu kelompok menjadi kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan. Setelah empat minggu menjalani latihan *Treadmill* dan puasa, baik kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol diambil sampel darah, kemudian seluruh sampel darah dianalisis menggunakan alat *cobas micros* atau alat *haematology cell counter*.

Program Puasa

Program puasa pada penelitian ini dengan menggunakan model puasa ramadhan yaitu puasa selama 1 bulan akan tetapi puasa pada tikus akan dilakukan pada malam hari sesuai dengan jam biologis tikus. Puasa pada umumnya dilakukan selama 12-14 jam (Aziz dkk, 2011: 88). Oleh karena itu penelitian ini menggunakan puasa selama rentang waktu 12 jam.

Prosedur Latihan

Latihan dilakukan menggunakan *Treadmill* yang khusus dirancang untuk hewan coba tikus. Olahraga moderat dengan kecepatan *Treadmill* 14-16 m/min. Olahraga dilaksanakan seminggu 3 kali untuk setiap masing-masing kelompok eksperimen. Hari Senin, Rabu, dan Jum'at untuk melatih kelompok olahraga dan hari Selasa, Kamis, dan Sabtu untuk kelompok olahraga dengan puasa. Latihan dilaksanakan mulai pukul 00.00 wib s/d selesai.

Prosedur Pemeriksaan dan Pengukuran

Persiapan materi dan konsep yang mendukung penelitian (survei pendahuluan). Selanjutnya dilakukan pemeriksaan sel limfosit dengan mengambil sam-

pel darah hewan coba berupa tikus putih jantan (*rattus norvegicus*) menggunakan alat *cobas micros* atau alat *haematology cell counter*. Kedua alat ini akan bekerja secara otomatis setelah sampel darah dimasukkan, hasil akan keluar setelah ± 2 menit kemudian. Sebelum sampel darah dimasukkan ke dalam kedua alat tersebut terlebih dulu sampel darah dihomogenkan dengan cara menggoyangkan tabung *vacutainer*.

Teknik Analisis Data

Data yang keluar dari alat *Cobas Micros* atau alat *hematology cell counter* kemudian dianalisis menggunakan aplikasi *Statistik Packet for Social Science* (SPSS) 23 dengan tahap sebagai berikut: (1) data pertama kali diuji menggunakan uji statistik deskriptif, (2) sebelum diuji Anova, data terlebih dahulu diuji tingkat distribusi (sebaran/ normalitas) menggunakan uji *Shapiro-Wilk* (Beharka dkk., 2001:82), dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,01$, (3) kemudian data yang telah normal, diuji homogenitas dengan taraf signifikan $\alpha = 0,01$, (4) untuk mengetahui pengaruh latihan *Treadmill* dengan intensitas moderat ketika berpuasa terhadap sel limfosit pada tikus wistar, maka dilakukan uji statistik anova dengan hipotesis jika $P < 0,01$ maka $H_0 =$ ditolak dan $H_1 =$ diterima, dan jika $P > 0,01$ maka $H_0 =$ diterima dan $H_1 =$ ditolak.

HASIL

Hasil Analisis Berat Badan Tikus

Kelompok dengan rata-rata kenaikan berat badan tertinggi yakni kelompok kontrol, yaitu sebesar 23,02 gram per-minggu. Yang kedua ialah kelompok olahraga dengan kenaikan per-minggu sebanyak 22,8 gram. Yang ketiga ialah kelompok puasa dengan kenaikan per-minggu sebanyak 22,25 gram. Yang terakhir ialah kelompok olahraga pada keadaan puasa, yang memiliki kenaikan sebanyak 16,67 gram per-minggu. Sedangkan jika dilihat dari persentase kenaikan berat badan, maka kelompok kontrol memiliki persentase yang paling besar, yakni 15,8%. Sedangkan untuk

kelompok puasa dan kelompok olahraga memiliki jumlah persentase yang sama, yakni sebesar 15,1%. Untuk kelompok olahraga pada keadaan puasa memiliki jumlah persentase yang paling kecil, yakni sebesar 12,5%.

Analisis Statistik Deskriptif Data Jumlah Limfosit

Kelompok dengan jumlah rata-rata yang paling tinggi ialah kelompok olahraga moderat, yaitu sebesar 81,4%. Selanjutnya kelompok puasa dengan rata-rata sebesar 80,6%. Kemudian kelompok olahraga moderat pada keadaan puasa memiliki rata-rata sebanyak 78,77%. Untuk kelompok kontrol, memiliki rata-rata persentase yang paling sedikit, yakni 77,8%.

Uji Normalitas

Perolehan data jumlah limfosit pada tiap kelompok memiliki hasil yang sama, yakni semua kelompok memiliki populasi dengan distribusi yang normal. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa semua kelompok memiliki taraf signifikansi yang lebih besar dari 0,05, yang memiliki arti bahwa H_0 diterima.

Uji Homogen

Perolehan nilai signifikansi dari jumlah limfosit pada kelompok, menunjukkan taraf signifikansi sebesar 0,096 ($p > 0,05$). Kesimpulannya bahwa, H_0 diterima yang berarti varians pada setiap kelompok data adalah sama (homogen).

Uji ANOVA

Hasil dari perhitungan hasil Anova menggunakan One Way Anova didapatkan, $p = 0,682 > 0,05$. Dari hasil tersebut menunjukkan $p > 0,05$ yang berarti H_0 diterima, yang artinya tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian atau uji *one-way anova* dinyatakan terdapat perbedaan yang tidak signifikan antar kelompok perlakuan (olahraga moderat, puasa, dan olahraga moderat pada saat

puasa) dan kontrol terhadap jumlah limfosit (sig. 0.682 atau $P > 0,05$). Namun, berdasarkan nilai rata-rata pada kelompok olahraga moderat cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata dari kelompok kontrol, puasa, dan olahraga moderat saat puasa. Dengan pemberian perlakuan yang berbeda pada tiap kelompok, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan respon inflamasi antar kelompok perlakuan (olahraga moderat, puasa, olahraga moderat pada saat puasa) dan kontrol terhadap jumlah limfosit. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Khazei (2014:45) dengan menggunakan subyek manusia, yang menyatakan bahwa terdapat perubahan yang signifikan dari jumlah limfosit pada atlet saat sebelum puasa dibandingkan dengan sesudah puasa. Demikian pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Terra dkk (2012:211) menyatakan bahwa jumlah limfosit selama olahraga lebih tinggi jika dibandingkan dengan sebelum berolahraga. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan respon inflamasi akibat stres antar kelompok perlakuan (olahraga moderat, puasa, olahraga moderat pada saat puasa) dan kelompok kontrol terhadap jumlah limfosit. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Natale dkk (2003:12) yang menjelaskan bahwa ketika olahraga terjadi peningkatan yang signifikan terhadap jumlah limfosit. Secara fisioneorohormonal ketika tubuh ditekan oleh stresor, stresor yang berupa olahraga, otak akan menerima stimulus kekebalan tubuh seperti stres melalui jalur sistem saraf pusat (CNS), kemudian stres yang terintegrasi oleh kortikal pada daerah asosiasi, hipotalamus dan limbik memberikan tanggapan oleh jalur utama stres yaitu eferen, salah satunya adalah sistem saraf simpatik (SNS) (Lorton & Bellinger, 2015: 5646). Kemudian HPA axis dan sistem saraf simpatis juga diaktifkan, *corticotrophin releasing hormone* – *corticotrophin releasing factor* (CRH-CRF) dan *arginine vasopressin* (AVP) disekresi. Hal ini menyebabkan peningkatan produksi ACTH dari kelenjar posterior dan mengaktifkan

neuron andrenergik dari *locus caeruleas/norepinephrine* (LC/NE). Sistem LC/NE bertanggungjawab untuk merespon langsung terhadap stressor dengan “melawan atau lari/flight or flight), yang didorong oleh epinefrin dan norepinefrin. ACTH merangsang disekresinya kortisol dari kortek adrenal, untuk membuat mekanisme adaptasi terhadap stres yang dialami (Sugiharto, 2012:63-64). Tujuan komunikasi CNS dengan kekebalan tubuh adalah untuk mempertahankan homeostasis kekebalan pada kondisi basal, menambah pertahanan untuk menghilangkan patogen, mempromosikan penyembuhan setelah cedera jaringan, dan mengembalikan homeostasis setelah penghapusan patogen atau perbaikan jaringan (Lorton & Bellinger, 2015: 5636). Stres yang dialami oleh olahraga moderat pada keadaan puasa sehingga mengalami rendahnya jumlah limfosit dapat disebabkan juga oleh faktor yang tidak dapat dikendalikan oleh peneliti seperti suhu dan kelembaban udara ruangan yang berdampak terhadap proses adaptasi yang terganggu serta tidak dapatnya dikontrol suhu badan hewan coba, sehingga mempengaruhi tingkat stres fisiologis hewan coba dan menyebabkan rendahnya jumlah limfosit pada kelompok olahraga moderat saat puasa.

Jumlah limfosit kelompok olahraga moderat saat keadaan puasa yang rendah dibandingkan dengan olahraga moderat dan puasa kemungkinan juga disebabkan oleh perubahan keseimbangan energi di tubuh dengan adanya kekurangan energi. Dalam waktu sekitar 1 jam setelah makan, kadar glukosa darah mulai menurun. Akibatnya, kadar insulin berkurang dan kadar glukagon meningkat. Perubahan-perubahan kadar hormon mencetuskan pelepasan bahan bakar dari simpanan di dalam tubuh. Glikogen hati diuraikan oleh proses glikogenolisis yang menghasilkan glukosa untuk disalurkan ke dalam darah. Saat keadaan puasa berlanjut, hati menghasilkan glukosa tidak hanya dengan glikogenolisis (pembebasan glukosa dari glikogen), melainkan juga melalui suatu proses kedua yang

dikenal sebagai gluconeogenesis (pembentukan glukosa dari senyawa nonkarbohidrat). Puasa yang dilakukan selama dua hari atau lebih, otot akan terus membakar asam-asam lemak tetapi memperkecil penggunaan badan keton oleh otot. Akibatnya, konsentrasi badan-badan keton meningkat dalam darah sampai ke kadar, yang memaksa otot mulai mengoksidasinya untuk menghasilkan energi (Marks dkk, 2000:26). Sumber energi dari puasa itu sendiri disimpan oleh glikogen dan lemak.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap presentase sel limfosit pada kelompok puasa, (2) tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap presentase sel limfosit pada kelompok olahraga moderat, (3) tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap presentase sel limfosit pada kelompok olahraga moderat saat puasa, (4) tidak terdapat perbedaan yang signifikan presentase sel limfosit antar kelompok perlakuan (olahraga moderat, puasa, dan olahraga moderat pada saat puasa) dan kelompok kontrol.

Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan yang sudah dipaparkan maka saran sebagai berikut: (1) berdasarkan pengaruh yang ditimbulkan baik dari respon maupun adaptasi dari kelompok perlakuan (olahraga moderat, puasa, dan olahraga moderat pada saat puasa) terhadap jumlah presentase sel limfosit, maka olahraga moderat pada saat puasa lebih dianjurkan dari pada hanya olahraga moderat dan puasa, akan tetapi dalam pelaksanaan olahraga moderat pada saat puasa harus tetap mempertimbangkan kondisi tubuh dan lingkungan yang dapat mempengaruhi peningkatan stress, (2) Faktor lingkungan harus menjadi perhatian khusus dalam proses aklimatisasi dan perlakuan, karena lingkungan merupakan salah satu faktor pemicu stress, (3) untuk penelitian selanjutnya,

diperlukan untuk program latihan yang berbeda pada aspek intensitas, (4) penelitian ini telah menggunakan alat *Treadmill* untuk memberikan perlakuan berupa olahraga moderat. Akan tetapi masih hewan coba yang tidak mengikuti keinginan peneliti, sehingga dibutuhkan waktu aklimatisasi yang lebih lama.

DAFTAR RUJUKAN

- Allama, H., Sofyan, O., Widodo, E., & Prayogi, H.S. 2012. *Pengaruh Penggunaan Tepung Ulat Kandang (Alphitobius Diaperinus) Dalam Pakan Terhadap Penampilan Produksi Ayam Pedaging*. Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan. 22(3):1-8.
- Azevedo, F.R., Ikeoka, D., & Caramelli, B. 2013. *Effect of Intermittent Fasting On Metabolism In Men*. - ----. 59(2):167-173.
- Aziz, dkk. 2011. *Ringkasan Fiqih Puasa Ramadhan*. Jakarta: Erlangga
- Baratawidjaja, K. G. 2004. *Imunologi Dasar: Edisi Enam*. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Bebasari, Eka. 2015. *Pengaruh Olahraga Teratur Terhadap Kadar Estrogen Adiposa dan Estrogen Serum pada Tikus Sprague dawley*. Jurnal Ilmu Kedokteran. Jilid 9, Nomor 1, Maret 2015, Hal. 17-21.
- Beharka, dkk. 2001. *The effect of long-term dietary supplementation with antioxidants*. Ann N Y Acad Sci. 854:79-90
- Bompa, T.O & Haff, G.G. 2009. *Periodization Theory and Methodology of Training*.
- Brandhorst, S. Choi, Y. Wei, M. Morgan, M. Dorff, B. & Longo, D. 2015. *A Periodic Diet that Mimics Fasting Promotes Multi-System Regeneration, Enhance Cognitive*

- Performance, and Healthspan. Clinical and Translational Report.* 2015 (22):1-4.
- Budiwanto, S. 2012. *Metodologi Latihan Olahraga.* Malang: UM Press.
- Campbell, Neil A., Reece, Jane B., Urry, Lisa A., Cain, Michael L., Wasserman, Steven A., Minorsky, Peter V. & Jackson, Robert B. 2010. *BIOLOGI.* Edisi Kedelapan, Jilid 3, Bab 43: Sistem Kekebalan Tubuh. Jakarta: Erlangga.
- Contarteze, R.V.L., Manchado, F.B., Gobatto, C.A., Mello, M.A.R. 2007. *Biomarkers of Stress in Rats Exercised in Swimming at Intensities Equal and Superior to The Maximal Estable Lactate Phase.* De Medicina do Esporte. 13 (3): 150-154.
- Dwiyogo, W.D. 2010. *Penelitian Keolahragaan.* Malang: UM Press.
- Firmansyah, 2013. *Tata Laksana Diabetes Militus saat Puasa Ramadhan.* Continuing Medical Education. 2013 (40):5.
- Fox, E.L., Bowers, R.W. and Foss, M.L. 1993. *The Physiological of Exercise Sport.* USA: Wim Brown Publisher.
- Glaser & Kiecolt. 2005. *Stress-Induceed Immune Dysfunction: Implications for Health.* Nature Publishing Group. 2005 (5): 243-251.
- Hackney,A.C., 2006. *Exercise as a stressor to the human neuro-endocrine system.* Medicina. 42 (10):788-797.
- Harsono. 1988. *Coaching dan Aspek-aspek dalam Psikologi Olahraga.* Jakarta: Depdikbud Dirjen Dikti
- Proyek Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Hayati. 2014. *Dampak Latihan Intensitas Berat pada Fungsi Imun Tubuh.* Jurnal Kebidanan. 50-56
- Iguichi, M., Littmann, A.E., Chang, S., Wester, L.A., Knipper, J.S., & Shield, L.K. 2012. *Heat Stress and Cardiovascular, Hormonal, and Heat Shock Protein in Human.* Journal of Athletic Training. 47 (2): 184-190.
- Kader, S.M. 2010. *Moderate Versus High Intensity Exercise Training on Leptin and Selected Immune System Response in Obese Subjects.* European Journal of General Medicine. 8 (4): 268-272.
- Khaled, T., Ahmed, C., Zohra, G., Kallel, C., Zouheir, S. Mounir, S. K., Ahmed, H. 2013. *Physical Activity During Ramadan Fasting: Effect on Body Composition, Hematological and Biochemical Parameters.* ISOR Journal of Pharmacy, 2250:33-41.
- Khazaei, H.A, Bokaeian, M., Jalili, A. 2014. *The Effect of Fasting on the Immune System of Athletes during Holly Ramadan.* Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 16(6): 44-46.
- Kim, D.H., Kim, S.H., Kim, W.H., & Moon, C.R. 2013. *The Effect Of Treadmill Exercise on Expression of UCP-2 of Brown Adipose Tissue and TNF- α of Solcus Muscle in Obese Zucker Rats.* Journal Exercise, Nutrition and Biochemical. 17 (4): 199-207.
- Koch, A.J. 2010. *Immune Response to Exercise.* Brazilian Journal of Biomotricity, 4 (2): 92-103.

- Lahdimawan, A. Handono, K. Indra, R. & Prawiro, R. 2013. *Effect of Ramadan Fasting on Classically Activated, Oxidative Stress and Inflammation of Macrophage*. Journal of Pharmacy. 2013 (3):14-22.
- Li, Tzai-Li & Rush, B. 2009. *The Effect of Prolonged Strenuous Exercise on Salivary Secretion of IgA Subclasses in Men*. Internasional Journal of Sport and Exercise Science. 1(3)69-74.
- Lorton, D. & Bellinger, D.L. 2015. *Molecular Mechanisms Underlying β -Adrenergic Receptor-Mediated Cross-Talk between Sympathetic Neurons and Immune Cells*. Int. J. Mol. Sci. 2015, 16(3), 5635-5665
- Marks, D.B., Marks, A.D., Marks, C.M. 2000. *Biokimia Kedokteran Dasar: Sebuah Pendekatan Klinis*. Jakarta: EGC.
- Meo & Hasan, 2015. *Physiological Changes During Fasting in Ramadhan*. Departement of Physiology. (65):6-13.
- Natale, V.M., dkk. 2003. *Effect of Three Different Types of Exercise On Blood Leukocyte Count During and Following Exercise*. Sao Paulo Medical Journal. 121(1):9-14.
- Nieman, D. C. 2001. *Research has shown that during moderate exercise, several positive changes occur in the immune system*. President's Council on Physical Fitness and Sports. 3 (13): 1-8.
- Powers, Scott K. & Howley, Edward T. 2009. *Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance*. California: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Prestes, J., dkk. 2007. *Influence of acute physical exercise on leukocytes, lymphocytes and circulating-cytokines levels*. Fit Perf Journal 2007;6(1):32-37.
- Rahimi, A. & Tayebi, S. M. 2013. *The Effect of a Single Session of Moderate and Heavy Intensity Weight-lifting Exercise on Plasma Testosterone and Cortisol in Elite Male Weight-lifter*. Annals of Applied Sport Science. 1(1):1-5 .
- Ribeiro, C., Mota, C.S.D.A., Voltarelli, F.A., Araujo, M.B.D., Botezelli, J.D., Oleveira, C.A.M.D., & Mello, M.A.R.D. 2010. *Effects of Moderate Intensity Physical Training in Neonatal Alloxan- Administered Rats*. Journal of Diabetes & Metabolism. 1 (2): 1-5.
- Ronald A., Sacher, Richard A. & Pherson. 2005. *Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium*. Jakarta: Kedokteran EGC.
- Sari, Maya. 2015. *Jenis-Jenis Sel Darah pada Manusia dan Fungsinya*. (online), (<http://halosehat.com/penyakit/sumber-penyakit/akibat-leukosit-tinggi>), diakses pada tanggal 4 Juli 2016.
- Sarifin. 2011. *Dampak Faali Dari Program Pelatihan (Exercise Program) pada Orang Dewasa*. Jurnal ILARA. 2 (2):8-14.
- Strohle, A. 2009. *Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders*. J Neural Transm. 116 (6):77- 84.
- Sugiharto. 2012. *Fisoneurohormonal pada Stresor Olahraga*. Jurnal Sains Psikologi. 2 (2):54-66.
- Sugiyono. 2008. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung. CV Alfabeta.

- Sugono, D. 2008. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional.
- Sukadiyanto, 2010. *Stres dan Cara Mengurangnya*. Cakrawala Pendidikan. 29(1): 55-66.
- Supriyatna, Agus. 2010. *Hubungan Jumlah Leukosit Total dengan Aterosklerosis Arteri Karotis Interna pada Pasien Paska Stroke Iskemik*. (Tesis), Semarang: Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro.
- Tabarin, A. & Duclos, M. 2011. *Exercise, Training, and the Hypothalamo-Pituitary-Adrenal- Axis*. Pessac: Department of Endocrinology.
- Terra, R., Goncalves da Silva, S.A, Pinto, V.S., Dutra, P.M.L. 2012. *Effect of Exercise On The Immune System: Response, Adaptation And Cell Signaling*. Journal Exercise and Sport Sciences. 18 (3):208-214.
- Yasirin, A. dkk. 2014. *Latihan Senam Aerobik dan Peningkatan Limfosit CD4 (Kekebalan Tubuh) pada Penderita HIV*. Journal of Sport Sciences and Fitness 3 (3):5.