



PROSIDING ISBN 978-602-73384-0-1

**KONGRES NASIONAL IAIFI XVI, SIMPOSIUM,
SEMINAR NASIONAL DAN WORKSHOP KE XXIV**



TEMA

**Interaksi Holistik antara Organisme dan Lingkungan
untuk Kualitas Hidup yang Lebih Baik :
Ketahanan Pangan, Kesehatan, dan Prestasi Olahraga
Grand Inna Muara Hotel, Padang, 29 - 31 Oktober 2015**



**IAIFI CABANG SUMATERA BARAT
TAHUN 2015**

- PENGARUH PEMBERIAN SUSPENSIBUBUK UBI JALAR PUTIH (*Ipomoea batatas L.*) TERHADAP KADAR MDA (Malondialdehid) TIKUS DIABETES YANG DIINDUKSI STREPTOZOTOCIN** 372
Sri Lestari Sulistyio Rini, Sri Kadarsih S, Mustafa
- PENGARUH PEMBERIAN BUBUK DAUN KATUK (*SAUROPLUS ADROGYNUS L. MERR*) TERHADAP KADAR *SUPEROXIDE DISMUTASE (SOD)* JARINGAN HEPAR TIKUS WISTAR YANG DIBERI DIET ATEROGENIK.** 381
Endang Sri Wahyuni, Fuadiyah Nila K, Mohammad Nadzir
- PERANAN BAHAN AKTIF GEL NANOPOWDER TERIPANG EMAS (*STICHOPUS HERMANII*) TERHADAP RESORPSI TULANG FISILOGIK PADA PERGERAKAN GIGI ORTODONTIK)** 397
Noengki Prameswari, Puguh Bayu Prabowo, Arya Brahmanta
- PENCEGAHAN *OVERTRAINING* MELALUI PEMBERIAN *HIBISCUS SABDARIFFA* LINN. BERDASARKAN PARAMETER MALONDIALDEHID (MDA) DAN GLUTATION PEROKSIDASE** 413
Donna N K, Ermita Ilyas, Neng Tine Kartinah, Trinovita A, Roman AG
- PENGARUH PEMBERIAN STROBERI (*Fragraria nilgerrensis*) DAN AKTIVITAS FISIK RINGAN TERHADAP AKTIVITAS SUPEROKSIDA DISMUTASE, KADAR INSULIN DAN GULA DARAH TIKUS MODEL DIABETES MELLITUS** 424
Widayanti, Ambrosius Purba, Adjat Sedjati Rasyad
- HUBUNGAN ANTARA KADAR HOMOSISTEIN TOTAL SERUM DENGAN HIPERTENSI PADA LAKI- LAKI DAN PEREMPUAN YANG BERUSIA 50 TAHUN KEATAS** 449
Martiem Mawi
- POTENSI SUPLEMENTASI BETA ALANIN TERHADAP PENINGKATAN PERFORMA MELALUI PENURUNAN KADAR ASAM LAKTAT DAN PENINGKATAN WAKTU KELELAHAN** 462
Suranta Pratama Ginting Manik, Gadis Meinar Sari, Elyana Asnar STP, Raden Argarini
- PERBEDAAN KONSENTRASI SEROTONIN JARINGAN OTAK TIKUS WISTAR (*Rattus norvegicus*) YANG DIBERI PERLAKUAN AKTIVITAS FISIK ANAEROBIK DENGAN FREKUENSI LATIHAN YANG BERBEDA** 476
Rostika Flora, Theodorus, Mohammad Zulkarnain, Rahmat Aswin Juliansyah, Samwilson Selamat
- REVIEW : POTENSI EKSTRAK ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU (*IPOMOEA BATATAS L.*) KULTIVAR GUNUNG KAWI TERHADAP OBESITAS DAN ZEBRAFISH SEBAGAI HEWAN MODEL ALTERNATIF OBESITAS** 482
Aswaty Nur, Retty Ratnawati, Edwin Widodo
- DAYA TAHAN MEMPENGARUHI KECEPATAN PELARI JARAK PENDEK** 497
Alin Anggreni Ginting
- RECOVERY ASAM LAKTAT SETELAH LATIHAN PADA ATLET CABANG OLAHRAGA SOFTBALL** 504
Tono Haryono, Jajat Darajat KN, Ambrosius Purba

PERBEDAAN KONSENTRASI SEROTONIN JARINGAN OTAK TIKUS

WISTAR (*Rattus norvegicus*) YANG DIBERI PERLAKUAN AKTIVITAS FISIK ANAEROBIK DENGAN FREKUENSI LATIHAN YANG BERBEDA

(Differences in Serotonin Levels of Wistar Rats (*rattus norvegicus*)' Brain Tissue Among Those Given Anaerobic Physical Activity in Different Frequencies)

Rostika Flora¹, Theodorus², Mohammad Zulkarnain², Rahmat Aswin Juliansyah³
Samwil son Selamat³

¹Program Studi Magister Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

²Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

³Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran,
Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Latihan fisik sangat bermanfaat dalam meningkatkan kesehatan dan kebugaran tubuh. Selain untuk kebugaran tubuh aktivitas fisik juga bermanfaat untuk kesehatan mental. Salah satu bentuk latihan fisik adalah latihan fisik anaerobik. Latihan fisik anaerobik dapat meningkatkan sintesis dan sekresi serotonin baik dalam serum maupun yang ada di sistem saraf pusat. Serotonin memiliki peran yang penting dalam fungsi fisiologis tubuh manusia termasuk makan, termoregulasi, regulasi kardiovaskular, lokomosi, sakit, reproduksi, siklus tidur-bangun, ingatan, kognisi, agresifitas, respon terhadap stressor, emosi dan *mood*. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan konsentrasi serotonin pada jaringan otak tikus (*Rattus norvegicus*) galur wistar sebagai respon terhadap aktifitas fisik anaerobik dengan frekuensi yang berbeda (1 kali Seminggu, 3 kali seminggu dan 7 hari seminggu). Desain penelitian ini adalah *experimental laboratories* dengan rancangan penelitian *post test only control group design*. Populasi pada penelitian ini menggunakan tikus (*Rattus norvegicus*) jantan galur wistar sebagai hewan coba dengan usia 6-8 minggu dan berat badan 150-220 gram. Jumlah sampel sebanyak 28 ekor dan dibagi menjadi 4 kelompok, Kelompok P1 (kontrol), kelompok perlakuan P2 (1 kali seminggu), kelompok perlakuan P3 (3 kali seminggu), kelompok perlakuan P4 (7 kali seminggu). Kelompok perlakuan P2, P3 dan P4 diberi perlakuan lari menggunakan treadmill dengan kecepatan 35 m/menit selama 20 menit. Pemeriksaan konsentrasi serotonin dilakukan dengan metode ELISA. Data dianalisis menggunakan spss for windows versi 19. Hasil penelitian didapatkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar pada kelompok latihan fisik anaerobik 1 kali ($0,2172 \pm 0,18503$ ng/mL), 3 kali ($0,2018 = 0,21298$ ng/mL) dan 7 kali ($0,1588 \pm 0,16548$ ng/mL) dibandingkan kelompok kontrol ($0,4850 \pm 0,26322$ ng/mL). Tidak terdapat perbedaan yang bermakna konsentrasi serotonin pada kelompok 1 kali, 3 kali dan 7 kali seminggu ($p > 0,05$). Tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar (*rattus norvegicus*) yang diberi perlakuan aktivitas fisik anaerobik dengan frekuensi latihan yang berbeda.

Kata kunci: aktivitas fisik anaerobik, serotonin jaringan otak.

ABSTRACT

Physical exercise is very important to keep our body fit and healthy. Besides it is good for physic, physical activity is also good for mental health. One example of these activities is anaerobic physical exercise. Anaerobic physical exercise can increase the levels of serotonin both in serum and in central nervous system. Serotonin plays a crucial role in several physiological functions, such as appetite control, thermoregulation, cardiovascular regulation, locomotion, pain control. reproductive system, sleep cycle, memory, cognitive performance, aggression, stress response, emotional balance, and mood. The purpose of this study was to find out the difference in serotonin level of Wistar rat's brain tissue as a response to anaerobic physical activity given in different frequencies (one a week, three times a week, and seven times a week). The design of this study was laboratory experiment applying posttest-only control group design. The population of this study was male Wistar rats (*Rattus norvegicus*), healthy, aged 6-8 weeks, and weighed 150-220 grams. The sample was twenty eight rats divided into four groups: control group (P1), treatment group given exercise one time a week (P2), treatment group given exercise three times a week (P3), and treatment group given exercise seven times a week (P4). The treatment groups (P2, P3, and P4) were given physical exercise by running them on an animal treadmill in speed of 35 m/min for twenty minutes. The level of serotonin was measured using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The data were statistically computed using spss for windows version 19. The results of this study showed that there was a decrease in serotonin level of Wistar rat's brain tissue in all groups given anaerobic physical exercise one time a week (0.2172 ± 0.18503 ng/mL), three times a week (0.2018 ± 0.21298), and seven times a week (0.1588 ± 0.16548 ng/mL) if compared with control group (0.4850 ± 0.26322 ng mL). Meanwhile, there was no significant difference ($p > 0.05$) in serotonin levels among treatment groups. There was no significant difference ($p > 0.05$) in serotonin levels of Wistar rat (*Rattus norvegicus*)'s brain tissue among treatment groups given different frequencies of anaerobic physical activity.

1. PENDAHULUAN

Aktivitas fisik sangat bermanfaat dalam meningkatkan kesehatan dan kebugaran tubuh. Selain untuk kebugaran tubuh aktivitas fisik juga bermanfaat untuk kesehatan mental. ¹Aktivitas fisik dapat memicu keluarnya serotonin yang merupakan suatu neurotransmitter saraf. Pengeluaran serotonin berhubungan erat dengan peningkatan mood. ²Serotonin (5-hydroxy typtamine) merupakan suatu monoamine yang tersebar di seluruh tubuh manusia yang berperan sebagai neurotransmitter pada sinaps sel saraf. Serotonin memiliki peran yang penting dalam fungsi fisiologis tubuh manusia termasuk

makan, termoregulasi, regulasi kardiovaskular, lokomosi, sakit, reproduksi, siklus tidur-bangun, ingatan, kognisi, agresifitas, respon terhadap stressor, emosi dan *mood*.³

Peningkatan sintesis dan sekresi serotonin baik dalam serum maupun yang ada di sistem saraf pusat dapat dipengaruhi oleh intensitas dari aktivitas fisik. Aktivitas fisik baik aktivitas fisik aerobik maupun anaerobik dapat meningkatkan pengeluaran serotonin yang berdampak terhadap perbaikan emosi pada penderita depresi berat.⁴ Aktivitas fisik anaerobik berpengaruh terhadap pengeluaran serotonin dan peningkatan kesehatan mental sama halnya dengan aktivitas fisik aerobik. Penelitian yang dilakukan oleh Peluso & Laura (2005) menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan mood pada subyek penelitian yang melakukan *anaerobic weight lifting classes* selama 10 minggu¹. Begitu pula penelitian yang dilakukan oleh Petruzzello *et al.*, (1997) menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan mood pada subyek penelitian yang melakukan *strenuous exercise*.⁶

Berbagai penelitian membuktikan bahwa aktivitas fisik yang dilakukan secara kontinu dapat meningkatkan kadar serotonin jaringan otak. Akan tetapi belum diketahui apakah perbedaan frekuensi aktivitas fisik anaerobik yang hanya dilakukan dalam 1 minggu juga berpengaruh terhadap pengeluaran konsentrasi serotonin pada jaringan otak. Mengingat sebagian masyarakat awam masih sering melakukan aktivitas fisik setiap hari dan tidak kontinu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi latihan fisik anaerobik dengan frekuensi yang berbeda terhadap kadar serotonin jaringan otak.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan desain *Cross sectional*.⁹ Sampel dalam penelitian ini menggunakan tikus jantan (*Rattus Novergicus*) galur Wistar yang sehat, umur 6-8 minggu dengan berat 150-220 gram. Total sampel yang diperlukan dalam penelitian adalah 24 ekor tikus yang dibagi menjadi 4 kelompok yaitu P1 kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan latihan fisik, P2 kelompok yang diberi latihan fisik anaerobik dengan frekuensi 1 kali, P3 kelompok yang diberi latihan fisik anaerobik dengan frekuensi 3 kali seminggu dan P4 kelompok yang diberi latihan fisik anaerobik dengan frekuensi 7 kali seminggu. Latihan fisik anaerobik pada penelitian ini berdasar penelitian terdahulu, yaitu Soya, Fahrenia dan Flora.^{7,9} Tikus diberi perlakuan latihan fisik anaerobik menggunakan *animal treadmill* dengan kecepatan 35 meter/menit selama 20 menit.

Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Setelah tikus menjalani latihan fisik anaerobik dilakukan dekapitasi dan pengambilan jaringan otak. Kemudian jaringan otak disimpan pada -70°C untuk proses selanjutnya. Kadar serotonin jaringan otak diukur dengan metode ELISA. Pengukuran kadar serotonin menggunakan Rat Serotonin/5 Hydroxytryptanine ELISA Kit. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan SPSS versi 19 for windows, dengan tingkat signifikansi $p < 0.05$.

3. HASIL

3.1. Perbandingan Konsentrasi Serotonin Jaringan Otak Tikus Wistar Pada Kelompok Kontrol dengan Kelompok Yang Diberi Perlakuan Aktivitas Fisik Anaerobik

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar pada kelompok kontrol dengan kelompok yang diberi perlakuan aktivitas fisik anaerobik dilakukan uji non parametrik Mann-Whitney Test. Hasil uji *Mann-Whitney Test* ditampilkan pada Tabel 3.1. Berdasarkan tabel 3.1 didapatkan bahwa, terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) rerata konsentrasi serotonin pada kelompok aktivitas fisik anaerobik dengan frekuensi yang berbeda dengan kelompok kontrol.

Tabel 3.1. Perbandingan Konsentrasi Serotonin Jaringan Otak Tikus Wistar Pada Kelompok Kontrol dengan Kelompok Perlakuan

Kelompok	Mean \pm SD (ng/ml)	p*
Kontrol	0,4850 \pm 0,26322	0,048
1 Kali seminggu	0,2172 \pm 0,18503	
3 Kali seminggu	0,2018 \pm 0,21298	0.025
7 Kali seminggu	0,1588 \pm 0,16548	0.009

3.2. Perbandingan Konsentrasi Serotonin Jaringan Otak Tikus Wistar Pada Kelompok Yang Diberi Perlakuan Aktivitas Fisik Anaerobik Dengan Frekuensi Yang Berbeda

Untuk membandingkan konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar pada kelompok yang diberi perlakuan aktivitas fisik anaerobik dengan frekuensi yang berbeda dilakukan uji kruskal-wallis. Hasil analisis menggunakan *kruskal-wallis* ditampilkan pada Tabel 3.2. Tabel 3.2 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna konsentrasi serotonin

jaringan otak tikus wistar yang diberi perlakuan aktivitas fisik anaerobik dengan frekuensi yang berbeda.

Tabel 3.2. Perbandingan Konsentrasi Serotonin Jaringan Otak Tikus Wistar Pada Kelompok Yang Diberi Perlakuan Aktivitas Fisik Anaerobik Dengan Frekuensi Yang Berbeda

Kelompok	Mean \pm SD (ng/ml)	p*
1 Kali seminggu	0,2172 \pm 0,18503	0,79
3 Kali seminggu	0,2018 \pm 0,21298	
7 Kali seminggu	0,1588 \pm 0,16548	

4. DISKUSI

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) antara konsentrasi serotonin jaringan otak kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan aktivitas fisik anaerobik. Terjadi penurunan konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar pada kelompok aktivitas fisik anaerobik 1 kali, 3 kali dan 7 kali dibandingkan kelompok kontrol. Terdapat perbedaan yang bermakna konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar pada kelompok perlakuan dibandingkan ke kelompok kontrol. Akan tetapi apabila dibandingkan antara kelompok perlakuan tidak terdapat perbedaan yang bermakna konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar yang diberi perlakuan aktivitas fisik anaerobik dengan frekuensi yang berbeda.

Menurut peneliti, penurunan konsentrasi serotonin pada seluruh kelompok aktivitas fisik anaerobik dikarenakan tubuh merespon aktivitas fisik ini sebagai suatu stressor. Tubuh belum mampu beradaptasi terhadap beban aktivitas fisik anaerobik yang diberikan. Menurut Willmore *et al* (1999), perubahan fisiologis yang nyata dapat terjadi dalam tubuh apabila aktivitas fisik atau olah raga dilakukan secara terus menerus atau kontinue.¹⁰ Adaptasi fisiologis biasanya dapat terbentuk setelah 8-12 minggu aktivitas.¹¹

Selain itu menurut peneliti aktivitas fisik anaerobik yang diberikan dalam penelitian ini menimbulkan kelelahan fisik. Kelelahan fisik berpengaruh terhadap kekuatan otot dan otak. Kelelahan otot berdampak pada depresi bahkan dapat menimbulkan penyakit¹² Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketidakserimbangan neurotransmitter dapat

disebabkan oleh berat dan lamanya aktivitas fisik.¹³ Perubahan konsentrasi serotonin berhubungan dengan kelelahan pada aktivitas fisik atau *overtaining syndrome*.¹⁴ Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wang *et ai*, (2013) menunjukkan bahwa, pada tikus wistar yang mengalami stress dan tidak diberi aktivitas fisik mengalami penurunan konsentrasi serotonin.¹⁵

Serotonin (5-hydroxytyptamine) merupakan suatu monoamine yang tersebar di seluruh tubuh manusia yang berperan sebagai neurotransmitter pada sinaps sel saraf.³ Serotonin dibentuk dalam tubuh melalui hidroksilasi dan dekarboksilasi asam amino esensial triptophan.¹⁶ Serotonin memiliki: peran yang penting dalam fungsi fisiologis tubuh manusia termasuk makan, termoregulasi, regulasi kardiovaskular, lokomosi, sakit, reproduksi, siklus tidur-bangun, ingatan, kognisi, agresifitas, respon terhadap stressor, emosi dan mood. Peningkatan sintesis dan sekresi serotonin baik dalam serum maupun yang ada di sistem saraf pusat dapat dipengaruhi oleh intensitas dari aktivitas fisik. Pengeluaran serotonin berhubungan erat dengan peningkatan mood.²

Penelitian yang dilakukan oleh Peluso & Laura (2005) menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan mood pada subyek penelitian yang melakukan anaerobic *weight lifting classes* selama 10 minggu. Begitu pula penelitian yang dilakukan oleh Petruzzello *et al.*, (1997) menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan *mood* pada subyek penelitian yang melakukan *strenuous exercise*.⁶ Hasil penelitian yang dilakukan oleh Valim *et al* (2013) juga menunjukkan terjadi peningkatan konsentrasi serotonin pada kelompok yang diberikan aktivitas fisik aerobik selama 20 minggu dengan frekuensi 3 kali seminggu.¹⁸

Menurut Hassan & Manau (2011), serotonin dapat ditingkatkan dengan cara melakukan aktivitas fisik secara regular. Pada subyek penelitian yang melakukan *pilates exercise* selama 12 minggu dengan frekuensi 3 kali seminggu, didapatkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi serotonin dan aktivitas fisik ini mampu menurunkan depresi. Depresi erat kaitannya dengan perubahan mood, untuk mempertahankan stabilitas mood dibutuhkan keseimbangan konsentrasi serotonin. Ketidakseimbangan konsentrasi serotonin akan mempengaruhi mood dan meningkatkan terjadinya depresi.¹⁹

Serotonin dan norepinefrin adalah dua neurotransmitter yang terlibat dalam pengaturan mood dan berhubungan dengan depresi. Rendahnya neurotransmitter ini dapat mengakibatkan terjadinya depresi, oleh karena itu serotonin dan norepinefrin merupakan target antidepresan.²⁰ Berbagai penelitiann menunjukkan bahwa aktifitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat memicu keluarnya serotonin dan memperbaiki mood.²

5. KESIMPULAN

Tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar yang diberi perlakuan aktivitas fisik anaerobik dengan frekuensi yang berbeda. Aktivitas fisik anaerobik yang dilakukan dalam waktu 1 minggu perlakuan belum dapat meningkatkan konsentrasi serotonin jaringan otak tikus wistar.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari Hibah Fundamental Kementerian Pendidikan Tinggi & Riset Tahun Anggaran 2015. Untuk itu peneliti ucapkan terimakasih atas bantuan dana penelitian tersebut, hingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Peluso, M.A.M, & Laura (2005). Physical activity and mental health : the association between exercise and mood. *Clinic*, 60(1), 61-70
- Klempin, F., Beis, D., Mosienko, V., Kempermann, G., Bader, M., & Alenina, N. (2013). Serotonin is required for exercise-induced adult hippocampal neurogenesis. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*. 33(19), 8270-5. doi: 10.1523/JNEUROSCI.5855-12.2013
- Charnay, Y. Leger L., Hof PR, Bouras C., Cespuglio R. 2010. Anatomical distribution of serotonin-containing neurons and axons in the central nervous system of the cat. *J Comp Neurol*. 433: 157-182.
- Lin, T.-W., & Kuo, Y.-M. (2013). Exercise Benefits Brain Function: The Monoamine Connection. *Brain Sciences*, 3(1), 39-53. doi: 10.3390/brainsci3010039
- Ahmad, H., Shahsavari, A., & Mousavi, S. R. (2007). Effects of Selected Aerobic Exercises on the Depression and Concentrations of Plasma Serotonin in the Depressed Female Students Aged 18 to 25. *The Journal of Applied Research*. 12(1). 47-52.
- Petruzzello SJ, Jones AC, Tate AK *J Sports Med Phys Fitness*. 1997. Affective responses to acute exercise: a test of opponent-process theory; 37(3):205-12
- Soya H, Mukai A, Deocaris, Ohiwa N, Nishijima, Fujikawa T, *Threshold-like pattern of neuronal activation on the hypothalamus during treadmill running: establishment of minimum running stress (MRS) rat model*. *Neuroscience Res*. 2007;58:341-8 480
- Fareria RR. 2009. Ekspresi Gen Mioglobindan serum kreatin fosfokinase pada aktivitas fisika aerobik dan anaerobik sebagai indikator hipoksi adan kerusakan jantung otitikus wistar. Bandung, Universitas Padjadjaran

- Flora R, Freisleben H-J, Ferdinal F, Wanadi SI, Sadikin M. Correlation of hipoxia inducible factor-1 α and vascular endothelium growth factor in rat myocardium during aerobic and anaerobic exercise. *Med J Indones.* 2012;21(3): 133-40
- Wilmore, JH. And Costill, DL. 1999. *Physiology of sport and exercise human kinetic*, USA.
- Astrand. P.-O.. Rodahl. K.. Dahl, H. A., & Stromme, S. B. (2003). *Textbook of Work Physiology-4th: Physiological Bases of Exercise [Hardcover]* (p. 656). Human Kinetics. Retrieved from <http://www.amazon.com/Textbook-Work-Physiology-4th-Physiological-Exercise/dp/0736001409>
- Lehman R. How long can I go on like this? Dying from cardiorespiratory disease. *Br J Gen Pract.* 2004;54:892-3.
- Conlay, L., R.J.Wurtman, J.K. Blusztajn, G. Lopez-Coviella, T J Maher, and G.E.Evoniuk 1986. Decreased plasma choline concentrations in marathon runners. *N. Eng. J. Med.* 315:892. [[PubMed](#)] (Rohlf's *et al*, 1992).
- Rohlf's ICPM, Rotta TM, Andrade A, Terry PC, Krebs RJ, Carvalho T. The Brunel of mood scale (BRUMS): Relationship of the overtraining syndrome with stress, fatigue, and serotonin *Fiep Bulletin* 2005; 75:281-4.
- Wang, J.. Chen, X.. Zhang. N.. & Ma. Q. (2013). Effects of exercise on stress-induced changes of norepinephrine and serotonin in rat hippocampus. *The Chinese Journal of Physiology*, 56(5). 245-52. doi: 10.4077/CJP,2013.BAB097
- Charnay,. Y. Leger L., Hof PR., Bouras C., Cespeglio R. 2010. Anatomical distribution of serotonin-containing neurons and axons in the central nervous system of the cat. *J Comp Neurol.*433:157-182.
- Ganong. W. F. (2008). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran.* (A. Novrianti. Ed.) (22nd ed., p. 939). Jakarta: EGC.
- Valim., Okamoto. M.. & Soya. H. (2013). Mild exercise model for enhancement of hippocampal neurogenesis: A possible candidate for promotion of neurogenesis. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1(4). 585-594. doi: 10. 7600 jpfsm.1.585
- Hassan. E.A. H.. &Manau.. Amin, (2011). Pilates Exercises Influence on the Serotonin Hormone. Some Physical Variables and the Depression Degree in Battered Women. *World Journal of Sport Sciences.* 5 (2).
- Maes M Kenis, G., Bosmans, E., 2002. The negative immunoregulatory effects of serotonin (5-HT) modulate, an endogenous 5-HT 1B receptor antagonist with anti-anxiety properties. *Cytokine* 19, 308-311