

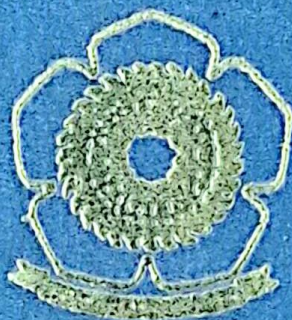
TESIS

PERBEDAAN PENGARUH LATIHAN FISIK AEROBIK
DENGAN LATIHAN FISIK ANAEROBIK TERHADAP
KADAR SUPEROXIDE DISMUTASE (SOD) PADA
OTOT JANTUNG TIKUS (*Rattus norvegicus*)
WISTAR

Disajikan untuk Menenuhi Salah Satu Syarat guna Mengeterab Gelar
Magister Kesehatan (M. Kes)

pada

Program Studi Biomedik Fakultas Kedokteran
Universitas Sebelas Jember



KURNIAWATY
NIM 04122511027

PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU BIOMEDIK
FAKULTAS KEDOKTERAN/PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS JEMBER
2014

TESIS

**PERBEDAAN PENGARUH LATIHAN FISIK AEROBIK
DENGAN LATIHAN FISIK ANAEROBIK TERHADAP
KADAR *SUPEROXIDE DISMUTASE (SOD)* PADA
OTOT JANTUNG TIKUS (*Rattus norvegicus*)
WISTAR**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat guna Memperoleh Gelar
Magister Kesehatan (M. Kes)
pada
Program Studi Biomedik Fakultas Kedokteran
Universitas Sriwijaya**



**KURNIAWATY
NIM 04122511027**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU BIOMEDIK
FAKULTAS KEDOKTERAN/PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

HALAMAN PENGESAHAN

**PERBEDAAN PENGARUH LATIHAN FISIK AEROBIK DENGAN
LATIHAN FISIK ANAEROBIK TERHADAP KADAR *SUPEROXIDE
DISMUTASE (SOD)* PADA OTOT JANTUNG TIKUS
(*Rattus norvegicus*) GALUR WISTAR**

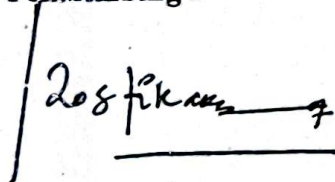
TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Kesehatan (M.Kes)

Oleh:

**KURNIAWATY
NIM:04122511027**

Pembimbing I



DR. Rostika Flora, S.Kep, M.Kes, AIF
NIP:197109271994032004

Palembang, April 2014
Pembimbing II,



dr. Theodorus, M.Med, Sc
NIP:196009151989031005

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran




Dr. dr. H. M. Zulkarnain, M.Med, Sc, PKK
NIP:196109031989031002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis ini dengan judul "Perbedaan pengaruh latihan fisik aerobik dengan latihan fisik anaerobik terhadap kadar *Superoxide Dismutase* (SOD) pada otot jantung tikus (*Rattus novergicus*) galur wistar telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya pada tanggal 02 April 2014.

Palembang, 02 April 2014

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua:

1. Dr. dr. Mgs. Irsan Saleh, M.Biomed
NIP:196609291996011001

Anggota :

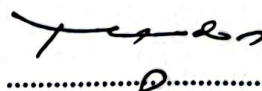
2. Dr. Rostika Flora, S.Kep, M.Kes, AIF
NIP:197109271994032004
3. dr. Theodorus, M.Med, Sc
NIP:196009151989031005
4. Prof. Dr. dr. Ambrosius Purba, M.Sc, AIFO
NIP:130519234
5. dr. Triwani, M.Kes
NIP:195403141983032002
6. Drs. Joko Marwoto, M.Sc
NIP:195703241984031001
7. Herman Yasin, S.KM, M.Epid
NIP:195809281986031005



.....



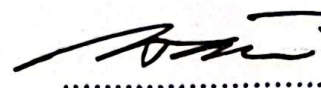
.....



.....



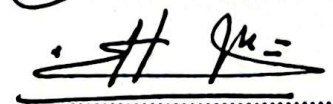
.....



.....



.....



.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. H. M. Zulkarnain, M.Med, Sc, PKK
NIP:196109031989031002

Ketua Program Studi Biomedik



Dr.dr. Mgs. Irsan Saleh, M.Biomed
NIP:196609291996011001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kurniawaty
NIM : 04122511027
Judul : Perbedaan Pengaruh Latihan Fisik Aerobik dengan Latihan Fisik Anaerobik Terhadap Kadar *Superoxide Dismutase* (SOD) pada Otot Jantung Tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, April 2014


(Kurniawaty)

RINGKASAN

PERBEDAAN PENGARUH LATIHAN FISIK AEROBIK DENGAN LATIHAN FISIK ANAEROBIK TERHADAP KADAR *SUPEROXIDE DISMUTASE* (SOD) PADA OTOT JANTUNG TIKUS (*Rattus norvegicus*) WISTAR
Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 2 April 2014

Kurniawaty; Dibimbing oleh Dr. Rostika Flora, S.Kep,M.Kes, AIF dan dr.
Theodorus, M.Med, Sc

Differences In The Effect Of Aerobic Exercise With Anaerobic Exercise Against Superoxide Dismutase (SOD) Levels In Wistar Rat Heart Muscle

xvii + 65 Halaman, 11 Tabel, 5 Gambar, 2 Bagan, 9 Lampiran

RINGKASAN

Superoxide Dismutase merupakan antioksidan alami yang berasal dari tubuh sendiri, berefek sangat kuat merupakan pertahanan tubuh pertama dalam menghadapi radikal bebas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pengaruh latihan fisik aerobik dan latihan fisik anaerobik terhadap kadar *Superoxide dismutase* (SOD) pada otot jantung tikus wistar. Latihan aerobik merupakan latihan yang bergantung terhadap ketersediaan oksigen untuk membantu proses pembakaran sumber energi sehingga akan bergantung kerja optimal organ-organ tubuh. Latihan anaerobik merupakan latihan dengan intensitas tinggi yang membutuhkan energi yang cepat dalam waktu yang singkat namun tidak dapat dilakukan secara kontinue untuk durasi waktu lama. Jenis penelitian ini adalah penelitian *experimental study* dalam bentuk *in vivo*, dilaksanakan di *Animal house* laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Populasi dalam penelitian ini tikus wistar jantan, besar sampel 28 ekor tikus dibagi 7 kelompok perlakuan perlakuan aerobik dan anaerobik. Cara ukur menggunakan *animal treadmill* dengan kecepatan 20 m/mnt selama 30 menit untuk latihan fisik aerobik dan *animal treadmill* dengan kecepatan 35 m/menit selama 20 menit untuk latihan fisik anaerobik. Selanjutnya dilakukan pembedahan diambil otot jantung dan di lakukan pemeriksaan SOD dengan menggunakan *Spektrofotometer*. Hasil penelitian didapatkan terdapat perbedaan yang bermakna kadar SOD pada kelompok perlakuan latihan aerobik 3x seminggu dibandingkan kelompok pembanding ($p < 0,05$). Terdapat perbedaan yang bermakna rerata kadar SOD otot jantung antara kelompok yang melakukan latihan fisik anaerobik 3x seminggu dan 7 hari berturut-turut dengan kelompok pembanding ($p < 0,05$). Terdapat perbedaan yang bermakna kadar SOD otot jantung antara kelompok perlakuan aerobik dan anaerobik ($p < 0,05$). Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh latihan fisik terhadap aktivitas enzim SOD pada berbagai jaringan selain otot jantung.

Kata kunci : Latihan fisik , SOD, tikus *rattus noverticus* galur wistar
Kepustakaan : 59 (1993-2013)

SUMMARY

DIFFERENCES IN THE EFFECT OF AEROBIC EXERCISE WITH ANAEROBIC EXERCISE AGAINST SUPEROXIDE DISMUTASE (SOD) LEVELS IN WISTAR RAT HEART MUSCLE

Scientific Paper in the form of Tesis, 2 April 2014

Kurniawaty; Supervised by Dr.Rostika Flora, S.Kep, M.Kes, AIF and dr. Theodorus, M.Med, Sc

Perbedaan Pengaruh Latihan Fisik Aerobik Dengan Latihan Fisik Anaerobik Terhadap Kadar Superoxide Dismutase (SOD) Pada Otot Jantung Tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar

xvi + 65 Pages, 11 Table, 5 Pictures, 9 Attachment

Superoxide dismutase is a natural antioxidant derived from the body it self, the effect is very strong for the body's first defense againts free radicals. This study aimed to analyze the differences in the effect of aerobic exercise and anaerobic exercise on levels of *superoxide dismutase* (SOD) in wistar rat heart muscle. Aerobic exercise is exercise that relies on the availability of oxygen to aid combustion energy source that will depend on optimal organs function. Anaerobic exercise is high-intensity exercise that requires quick energy in a short time but can not be done continuously for long time duration. The aim of study is an experimental study in the form of in vivo study, conducted at the Animal house Laboratory of Biochemistry Faculty of Medicine, University of Indonesia. The population in this study male Wistar rats, a large sample of 28 rats were divided 7 treatment groups aerobic and anaerobic treatment. How to measure using animal treadmill at a speed of 20 m/min for 30 min for aerobic physical exercise and animal treadmill at a speed of 35 m/min for 20 min to anaerobic exercise. Further surgery was taken for the heart muscle and to measure SOD using Spektrofotometer. Result of this research found there were significant differences in the levels of SOD treatment group aerobic exercise 3 times a week compared to the comparison group ($p < 0.05$). Mean significant difference between the heart muscle SOD group doing anaerobic exercise 3 times a week and 7 days in a row with the comparison group ($p < 0.05$). There is a significant difference between the heart muscle SOD aerobic and anaerobic treatment groups ($p < 0.05$). Further research needs to be conducted to determine the effect of physical exercise on SOD enzyme activity in various tissues other than the heart muscle.

Keywords : Physical exercise, SOD, *Rattus novergicus* Wistar rat

Citations : 59 (1993-2013)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kurniawaty
NIM : 04122511027
Judul : Perbedaan Pengaruh Latihan Fisik Aerobik dengan Latihan Fisik Anaerobik Terhadap Kadar *Superoxide Dismutase* (SOD) pada Otot Jantung Tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, April 2014

**Kurniawaty
NIM. 04122511027**

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan Komisi Penguji.....	iii
Halaman Pernyataan Integritas.....	iv
Ringkasan	v
Summary	vi
Riwayat Hidup.....	vii
Kata Pengantar	viii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Bagan	xiv
Daftar Istilah.....	xv
Daftar Lampiran	xvi
Halaman Persembahan	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Kerangka Teori	6
1.6 Kerangka Konsep	7
1.7 Premis-premis.....	7
1.8 Hipotesis.....	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Latihan Fisik	9
2.2 Radikal Bebas	17
2.3 Stres oksidatif	20
2.4 Antioksidan	21
2.5 <i>Superoxide Dismutase</i> (SOD)	22
2.6 Otot Jantung	25
2.7 Tikus Wistar (<i>Rattus Norvegicus</i>).....	34
BAB III. METODE PENELITIAN.....	38
3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	38
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	38

3.3 Populasi dan Sampel	38
3.4 Kriteria Inklusi dan Ekslusi	39
3.5 Besar Sampel.....	39
3.6 Cara Pengambilan Sampel	40
3.7 Cara Perlakuan pada Hewan Coba	40
3.8 Parameter Keberhasilan.....	41
3.9 Metode Pengukuran dan Parameter Penelitian.....	42
3.10 Definisi Operasional.....	45
3.11 Alur Penelitian.....	46
3.12 Analisa Data	47
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Penelitian	48
4.1.1 Karakteristik sampel penelitian	48
4.1.2 Uji Normalitas	49
4.1.3 Rerata Kadar SOD Jaringan Otot Jantung.....	50
4.1.4 Rerata Kadar SOD Kelompok Aerobik.....	51
4.1.5 Rerata Kadar SOD Kelompok Anaerobik.....	51
4.1.6 Rata-Rata Kadar SOD Kelompok aerobik	52
4.1.7 Perbandingan Kadar SOD Kelompok Aerobik	53
4.1.8 Rata-Rata Kadar SOD Kelompok Anaerobik	54
4.1.9 Perbandingan Kadar SOD kelompok Anaerobik	54
4.1.10 Perbandingan kadar SOD Kelompok Aerobik, Anaerob ...	55
4.1.11 Perbedaan Rata-Rata SOD Antar Kelompok Perlakuan	55
4.2 Pembahasan.....	58
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Simpulan	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Uji Homogenitas Berat Badan Tikus Sebelum Perlakuan	49
4.2 Uji Normalitas Subyek Penelitian	49
4.3 Rerata Kadar SOD Kelompok aerobik	51
4.4 Rerata Kadar SOD Kelompok anerobik	52
4.5 Rata-rata Kadar SOD Otot Jantung Kelompok Aerobik.	53
4.6 Perbandingn kadar SOD Otot Jantung Kelompok Aaerobik.	53
4.7 Rata-rata Kadar SOD Otot Jantung Kelompok Anerobik.	54
4.8 Perbandingan Kadar SOD Kelompok Anaerobik.....	54
4.9 Perbandingan Kadar SOD pada Kelompok Aerobik dan Anaerobik	55
4.10 Perbandingan Kadar SOD kelompok kontrol, Aerobik dan Anaerobik	56
4.11 Uji Kesesuaian Kadar SOD Antar Kelompok Perlakuan	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Proses Glikolisis	13
2. Siklus Krebs	15
3. Pengaktifan Neutropil Menghasilkan Radikal Bebas	20
4. Sistem Antioksidan Dalam Sel	25
5. Tikus Wistar	35

DAFTAR BAGAN

	Halaman
1. Kerangka Teori	6
2. Kerangka Konsep	7
3. Alur Penelitian	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Sertifikat Persetujuan Etik	71
2. Hasil Pemeriksaan SOD	72
3. Hasil Uji Deskriptif Statistik	74
4. Hasil Uji Independent T-Tes	75
5. Hasil Uji Anova Kelompok Aerobik	82
6. Hasil Uji Anova Kelompok Anaerobik	84
7. Hasil Uji Anova Kelompok Pembandingan, Aerobik dan Anaerobik	86
8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	89
9. Lembar Konsultasi.....	93

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar SOD otot jantung pada kelompok perlakuan latihan fisik 3x seminggu dibandingkan kelompok pembanding ($p \leq 0,05$)
2. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar SOD otot jantung pada kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik 3x seminggu dan 7 hari berturut-turut dibandingkan kelompok pembanding ($p \leq 0,05$)
3. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar SOD otot jantung pada kelompok perlakuan aerobik dan anaerobik dibandingkan kelompok pembanding ($p \leq 0,05$)

5.2 Saran

1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, latihan fisik anaerobik mengakibatkan terjadinya peningkatan antioksidan pada otot jantung, hal ini mengindikasikan bahwa pada latihan fisik anaerobik lebih tinggi kadar stres oksidatifnya. Oleh karena itu disarankan untuk mengkonsumsi antioksidan oral setelah latihan fisik anaerobik untuk menghindari dampak dari stres oksidatif yang ditimbulkan akibat latihan fisik.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh latihan fisik terhadap aktivitas enzim SOD pada berbagai jaringan selain otot jantung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ana, V. Leonel, P. Paula, C & Carlos, F. 2007. *Effect of the intense anaerobic exercise on nitric oxide and malondialdehyde in studies of oxidative stress*. International Journal of Biology and Biomedical Engineering. Vol 1.
- Adam. S.W. 1993. *Genetic Analysis of Animal Development* Second ed. Wiley-Liss Inc. USA
- Ang HH, Lee KL. 2001. *Effect of Eurycoma Longifolia on Libido in Middle-Aged Male Rats*. University Science Malaysia Minden Penang Malaysia. National Centre of Biotechnology Information, Malaysia.
- Ang HH, Ikeda S, Gan EK. 2002. *Evaluation of the Potency Activity of Aphrodisiac in Longifolia Jack*. School of Pharmaceutical Science University Science Malaysia Minden Penang Malaysia. Journal Index for Medicine, December, 2005
- Aslan, Sekerogolu, Tarakciogolu and Meral. 1998. *Effect Acute and Regular exercise on antioxidative enzymes, tissue damage markers and membran lipid peroxidation of erythrocytes in sedentary students*. Journal of Medical Sciences. 28; 41-414.
- Astrand, Per-Olof MD, Kaare Rodahl MD, Hans A Dahl MD. 2003. *Textbook of Work Physiology : Physiological basis of exercise*. Fourth edition, United States
- Baler, S. Pepe, H. Guney, S. Ozer, C. Revan, S. 2012. *Effects gender, Endurance training and Acute exhaustive exercise on oxidative stress in the heart and skeletal muscle of the rat*. Chinese journal of physiology 55(4): 236-244.
- Balaban, R.S., Kantor, H.L., Katz, L.A., and Briggs, R.W. 1986. *Relation between Work and Phosphate Metabolite in the in vivo Paced Mammalian Heart*. Science. 232 : 1121-1123
- Battinelli T. 2000. *Physique, fitness, and performance*. Florida: CRC Press
- Benjamin, Caballero. 2006. *Antioxidant Nutrients*. Johns Hopkins Bloomberg University: School of Public Health.
- Bompa, Fox. 1993. *Power training for sport*. Canada mosaic press.
- Bompa, T.O. 1994. *Theory and methodology of Training: The Key to Athletic Performance*. Kendall/Hunt Publishing Company, IQWA, USA. pp 2-3

- Brancaccio, P, Maffuli, N, Limomgelli, F.M. *Creatinekinase Monitoring in Sports Medicine*. British Med. Bull. 81,82.209-230
- Childs, A; Jacobs, C; Kaminski, T; Halliwell, B. & Leeuwenburgh, C. 2001. *Supplementation with Vitamin C and N-Acetyl-Cysteine Increases Oxidative Stress in Humans after an Acute Muscle Injury Induced by Eccentric Exercise*. Free Radical Biology & Medicine, Vol. 31, No. 6, pp. 745-753
- Cooper, C.E., Vollaard, N.B., Choueiri, T. & Wilson, M.T.2002. *Exercise, Free Radicals and Oxidative Stress*. Biochem. Soc. Tras, 30: 280-285
- Chevion S, Moran DS & Heled Y. 2003. *Serum antioxidant stress and cell injury after severe physicaal exercise*. Proceedings of The United State of America. 100 (9) : 5119-5123.
- Clarkson, P.M., Tremblay, I. *Exercise-induced Muscle Damage, Repair and Adaptions in Humans*. J Appl Physiol. 65: 1-6
- Clarkson&Thompson, 2000. *Antioxidants: What Role do They Play in Physical Activity and Health*. American Journal of Clinical Nutrition
- Dewi, S. 2008. *Ekspresi Gen MnSOD pada Jantung, otak dan darah Tikus yang Di Induksi Hipoksia Sistemik*. Tesis, Fakultas Kedokteran. Jakarta: Universitas Indonesia
- Ferdinal, F. 2009. *Mekanisme Molekuler Gagal Jantung pada Tikus yang diinduksi Hipoksia Sistemik Kronik: Peran Hypoxia-Inducible Factor-1 α dalam Regulasi Ekspresi Gen-B Type Natriuretic Peptide-45*. Disertasi Program Doktor Ilmu Biomedik Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Flora, R. 2011. *Perbedaan Mekanisme Adaptasi Molekuler Otot Jantung Tikus Wistar Terhadap Pembebanan Aktivitas Fisik Aerobik dan Anaerobik Tanpa Hari Istirahat*. Disertasi Program Doktor Ilmu Biomedik Program Pascasarjana Universitas Indonesia
- Fox E, Richards Bowers, & Merle Foss, 1993. *The Pshysiological Basis for Exercise and Sport*. Fith Edition. WCB. Brown & Benchmark Publishers.
- Giardano, F.J., 2005. *Oxygen, Oxidative stress, Hypoxia, and Heart Failure*. J Clin Invest. 115:500-8
- Groussard, C, Rannou-Bekono,F, Machever, G. Chevane, M, Vincent, S, Sergent, O, Cillard, J & Gratas-Delamarche, A. 2003. *Changes in Blood Lipid Peroxidation Markers and Antioxidants after a Single Sprint Anaerobic Exercise*. European Journal of Applied Physiology, Vol. 89, No. 1, (March 2003), pp. 14-20

- Harjanto, 2004. Pemulihan stress oksidatif pada olahraga. Departemen Fisiologi Universitas Airlangga.
- Halliwell, B. And John M.C.G. 1999. *Free Radicals in Biology and Medicine (3rd ed): Oxidatif Stress, Adaptations, Damage, Repair and Death*. Oxford Univercity Press. 106, 246, 411.
- Halliwell, B. & Whiteman, M. (2004), *Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean*. Br J Pharmacol, 142, 231-55.
- Halliwell B, Gutteridge, JMC. 2007. *Antioxidant Defences Endogenous and Diet Derivat. In Free Radicals in Biological and Medicine*. 4th ed. London: Oxford. University Press: 79-186.
- Heineman, F.W., and Balaban, R.S. 1990. *Control of Mithochondrial Respirations in the Heart in Vivo*. Annu Rev Physiol 52 : 523-542
- Huang D.J., C.D. Lin, H.J. Chen, and Y.H. Lin. 2004. *Antioxidant and Antiproliperative Activities of Sweet Patato (Ipomoea batatas)*. Sin. 45: 179-186.
- Ingwal, J.S. 2002. ATP and Heart, pp. 1-224. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht Boston-London
- Irawan, M. 2007. Metabolisme energi tubuh dan olahraga. Volume 1. No 07. 2007.
- Ji LL. 1999. *Antioxidants and Oxidative stress in Exercise, Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine* 222: 283-292.
- Ji LL. 2002. *Exercise-Induced Modulation of Antioxidant Defense*. Ann N Y Acad Sci; 959:82-92
- Kakarla, P., Vadluri, G., Reddy, K.S. and Leeuwenburgh, C. 2005. *Vulnerability of the Mid Age Rat Myocardium to the Age-Induced Oxidative Stress: Influence of Exercise Training on Antioxidant Defense System*. Free Radic. Res. 39: 1211-1217
- Kovaceva J, Platenik J et al. 2007. *Differences in Activities of Antioxidant Superoxide Dismutase, Glutathione Peroxidase and Prooxidant Xanthine Oxidoreductase/Xanthine Oxidase in the Normal Corneal Epithelium of Various Mammals*. Journal Biomed, Vol 56, 105-112.
- Leeuwenburgh, C., Heinecke, J.W. 2001. *Oxidative Stress and Antioxidants in Exercise*. Current Medicinal Chemistry 2001, 8, 829-838 829. Bentham Science Publishers Ltd.

- Li, S., Chen, Z., Wang, X and Zhang, C.L., 2013. *Crude polysaccharides from Radix pseudostellariae Improves Endurance and Decrease Oxidatif Stress in Forced Swimming Rats*. Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol.11 (2): 123-126.
- Marsini, Sukmaningtyas, H. 2010. Pengaruh Latihan Fisik Terprogram Terhadap kelenturan Ekstremitas Bawah Pada Siswa Sekolah Sepak bola Tugu Muda Semarang. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, & Delia VG. 2000. *Blood Free Radical Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxides Following Long-Distance and Lactademic Perfomance in Highly Trained Aerobic and Sprint Athletes*. J.Sports med. Phys Fitness; 37:235-239
- Marciniak A; Brzeszczynska J; Gwozdzinski K; Jegier A. 2009. *Antioxidant Capacity and Physical Exercise*. Biology of Sport: Vol.26; 197-213.
- Murray, Robert K., Daryl K. Granner, dan Victor W. Rodwell (2009). *Biokimia Harper Edisi 27*. Jakarta : EGC.
- Muller, F.L., Liu, Y., & Van Remmen, H. 2004. *Complex III Releases Superoxide to Both Sides of the Inner Mitochondrial Membrane*. The Journal of Biological Chemistry, Vol. 279, No. 47, (November 2004), pp. 49064–49073
- Mooren, F.C., Volker, K. 2005. *Human Kinetics. Molecular and Cellular Exercise Physiology*. USA
- Neabauer, S. 2007, *The Failing Heart an Engine Out of Fuel*. N Engl J Med. 356: 40-51
- Purba, 2012. *Fisiologi dan Faal Olahraga*. Fakultas Kedokteran Universitas Padjajaran Bandung.
- Purnomo.M. 2011. Asam laktat dan aktivitas SOD eritrosit pada fase pemulihan setelah latihan submaksimal. Jurnal penelitian Volume 1.Edisi 2.
- Pushpalatha, K., Nishanth, K. and Sathyavelu, R.K. 2007. *Myocardial antioxidant status and oxidative stress after combined action of exercise training and ethanol in two different age groups of male albino rats*. Acta Biol. Hung. 58: 173-185.
- Qiao D, Hou L, Liu X, 2006. *Inflence of Intermitten Anaerobic Exercise on Mouse Physical Endurance and Antioxidant components*. Br J Sports Med;40 :214-218.

- Revan S & Erol A,E. 2011. *Effects of Endurance Training on Exhaustive Exercise Induced Oxidatif Stress Markes*. African Journal of Pharmacy and Pharmalogy Vol.5(3), pp. 437-441.
- Robert,K.M., Daryl, K.G,Victor, W.R., 2006. *Harper's Illustrated Biochemistry*, McGraw- Hill Companies, pp: 220-22
- Sadewo, W. 2011. *Pertanda Stres oksidatif Pada Peningkatan Tekanan Intrakranial: Enzim Katalase, Reduktor NADPH, SOD dan Metabolic MDA; Pada Jaringan Otak dan Likuor Serebro Spinalis & Darah*. Program Studi Doktor Ilmu Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sasaki M, Joh T (2007). *Oxidatif Stress and Ischemia-reperfusion Injury in Gastrointestinal Tract and Antioxidant, Protective Agents*. J Clin. Biochem. Nutr. 40(1): 1-12
- Sen, Chandan K. 2010. *Oxidants and Antioxidants in Exercise*. Journal of Applied Physiology, 79 (3): 675- 686.
- Sutton, M.G., Lie, J.T., Kenneth, R.A., Robert, R.F., 1980. *Histopathological Specificity of Hypertrophic Obstruktive Cardiomyopathy Myocardialfibre Dissaray and Myocardialfibrosis*. Br Heart J. 44:433-43.
- Sutarina dan Tambunan. 2004. *Pemberian Suplemen Vitamin C dan Vitamin E pada Olahraga*. Majalah Gizi Medika Indonesia.
- Valko, M., Rhodes, C. J., Moncol, J., Izakovic, M. & Mazur,M. (2006). *Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer*. Chem. Biol. Interact., 160, 1–40.
- Winarsi, Hery. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas: Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yin X, Yang Zheng, Quan, Jun Cai and Lu Cai. 2012. *Cardiac Response to Chronic Intermittent Hypoxia with A Transition from Adaptation to Maladaptation*. Journal Oxidative Medicine and Celular Longevity.