

PENGARUH PEMBERIAN VIRGIN COCONUT OIL TERHADAP PARAMETER HEMATOLOGI TIKUS PADA AKTIFITAS FISIK MAKSIMAL

Fajar Apollo Sinaga¹

¹Jurusan IKOR, FIK Universitas Negeri Medan, Jln. Willem Iskandar Pasar V, Medan 20221, Email:sinaga_fajar@yahoo.com

Diterima 5 Januari 2013, disetujui untuk publikasi 22 Februari 2013

Abstract— Aktivitas fisik berat maupun olahraga aerobik dapat menimbulkan stress oksidatif akibat produksi radikal bebas melebihi antioksidan pertahanan seluler. Stres oksidatif dapat mempengaruhi kadar hematologi yang mengakibatkan menurunnya performance atlet. Stres oksidatif dapat dicegah atau dikurangi dengan pemberian antioksidan. Salah satu sumber alami yang mengandung antioksidan adalah Virgin Coconut Oil (VCO). Tujuan penelitian ini adalah meneliti pengaruh VCO terhadap parameter hematologi pada tikus pada aktivitas fisik maksimal. Penelitian menggunakan pretest-posttest control group design. Dua puluh empat tikus dibagi menjadi 4 kelompok. Kelompok kontrol (P0) diberikan 1,5 ml air suling, kelompok intervensi (P1), (P2) dan (P3) diberikan VCO dengan dosis berbeda (masing-masing 1 ml, 2 ml, dan 3 ml/hari). Semua kelompok dilatih untuk berenang selama 4 minggu dan kemudian dipaksa untuk berenang tanpa beban sampai kelelahan. Dilakukan pengukuran parameter hematologi meliputi jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, hematokrit dan jumlah leukosit. Hasil analisis menunjukkan kadar hemoglobin, jumlah total eritrosit dan hematokrit meningkat secara signifikan ($P < 0,05$) dan jumlah total leukosit menurun secara signifikan ($P < 0,05$) pada kelompok intervensi.

Kata kunci:
virgin coconut oil,
radikal bebas,
antioksidan, aktifitas
fisik maksimal

Pendahuluan

Sel secara rutin menghasilkan radikal bebas dan kelompok oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ROS*) yang merupakan bagian dari proses metabolisme. Pada saat produksi radikal bebas melebihi antioksidan pertahanan seluler maka dapat terjadi stres oksidatif, dimana salah satu faktor penyebabnya adalah akibat aktifitas fisik (Daniel *et al*, 2010; Urso, 2003).

Hasil studi menunjukkan bahwa stres oksidatif adalah salah satu faktor yang bertanggung jawab terhadap kerusakan eritrosit selama dan setelah latihan fisik dan dapat menyebabkan anemia yang sering disebut "sport anemia" (Senturk *et al*, 2001)

dan juga menyebabkan kerusakan pada jaringan otot (Vina, *et al*, 2000). Kerusakan jaringan otot dan darah ini dianggap terlibat dalam proses kelelahan, atau ketidakmampuan untuk menghasilkan tenaga. Kerusakan akibat stres oksidatif juga dapat mengubah histokimia darah dan menyebabkan nyeri otot (Dekkers, *et al* 1996). Hasil studi lain menunjukkan setelah melakukan latihan fisik maksimal menyebabkan perubahan nilai hematokrit, eritrosit dan leukosit (Senturk *et al*, 2004) dan berlari selama 1 jam terjadi kerusakan eritrosit seperti sel-sel eritrosit menjadi rapuh, penurunan kadar hemoglobin dan perubahan morfologi sel-sel eritrosit (Senturk *et al*,

2005). Sementara itu menurut (McCarthy DA *et al*, 1987; Ali, 2008) jumlah leukosit perifer dapat menjadi sumber informasi untuk diagnostik dan prognosa gambaran adanya kerusakan organ dan pemulihan setelah aktifitas fisik maksimal. Di dalam tubuh terdapat mekanisme antioksidan atau anti radikal bebas secara endogenik. Radikal bebas yang terbentuk akan dinetralkan oleh elaborasi sistem pertahanan antara antioksidan enzim-enzim dan sejumlah anti oksidan non enzim (Christopher,2004; Urso, 2003).

Peningkatan radikal bebas (ROS) akibat intensitas aktifitas fisik dapat melebihi sistem pertahanan anti oksidan di dalam tubuh (Ji, 2000) oleh karena itu dibutuhkan antioksidan yang berasal dari sumber alami atau sintetik dari luar tubuh (Neva *et al*, 2003, Dyatmiko *et al.*, 2000).

Salah satu sumber alami yang mengandung antioksidan adalah *Virgin Coconut Oil* (VCO) (Sutarmi dan Rozaline, 2005). Keistimewaan VCO yang mengandung antioksidan membuat peneliti merasa tertarik dan perlu meneliti VCO secara ilmiah sebagai antioksidan untuk mengurangi radikal bebas akibat peningkatan aktifitas fisik terutama aktifitas fisik maksimal.

Metode Penelitian

Hewan percobaan menggunakan tikus (*Rattus norvegicus Sprague Dawley*) dengan berat badan 200-250 g. Sebelum dilakukan perlakuan, tikus dipelihara di dalam kandang secara berkelompok dengan 6 ekor tikus per kandang selama satu bulan untuk aklimatisasi. Makanan tikus berupa pellet dan minuman air keran (*tap water*) yang diberikan *ad libitum*. Siklus terang gelap harian, temperatur dan kelembaban ruangan dibiarkan berada pada kisaran alamiah

Pemberian Perlakuan

Semua tikus diambil dari kandang dan dibagi menjadi empat berkelompok secara random, masing-masing kelompok berjumlah 6 ekor tikus. Sebelum perlakuan dan sebelum

tikus direnangkan, terlebih dahulu diukur jumlah eritrosit, kadar Hb, nilai hematokrit dan jumlah leukosit. Selanjutnya kelompok I diberi aquadest, kelompok II diberi VCO 1ml/hari, kelompok III diberi VCO 2ml/hari dan kelompok IV diberi VCO 3ml/hari menggunakan spuit Gavage. Selanjutnya semua tikus dibuat latihan renang selama satu bulan. Setelah 30 hari, semua tikus disuruh melakukan aktifitas fisik maksimal dengan dengan cara tikus dipaksa renang di dalam sebuah wadah yang tidak ada jalan keluar. Selanjutnya dilakukan kembali pengukuran jumlah eritrosit (Red Blood Cells), kadar Hb (Hemoglobin), nilai hematokrit (Packet Volume Cell) dan jumlah leukosit (White Blood Cells).

Analisis Statistik.

Semua data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm SD dan diuji normalitas dengan uji Kolmogorov-Smirnov, homogenitas dengan uji Levene. Selanjutnya dilakukan uji *t-paired* dan *one way anova* untuk mengetahui perbedaan antara kelompok dengan menggunakan SPSS versi 17.0. Derajat kemaknaan pada penelitian ini adalah $\alpha=0,05$.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil

Dalam penelitian ini digunakan sebanyak 24 tikus (*Rattus norvegicus Sprague Dawley*) jantan dewasa dengan berat badan 200-250 g sebagai sampel, yang dibagi menjadi 4 (empat) kelompok masing-masing berjumlah 6 ekor tikus yaitu kelompok kontrol, kelompok I (VCO 1 ml), kelompok II (VCO 2 ml) dan kelompok III (VCO 3 ml). Pengukuran Hematologi (jumlah eritrosit, leukosit, trombosit, hemoglobin) sebelum perlakuan ditunjukkan pada tabel 1, sedangkan hasil pengukuran hematologi sesudah perlakuan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 1. Parameter Hematologi dan Kadar MDA tikus sebelum perlakuan.

Kelompok	RBC ($10^6/\mu\text{L}$)	WBC ($10^3/\mu\text{L}$)	PVC (%)	Hb (gr/dl)
Kontrol	7.55 ± 0.38	6183.33 ± 194.02	39.50 ± 1.04	13.28 ± 0.44
I	7.90 ± 0.62	6150.00 ± 187.08	40.50 ± 1.87	13.36 ± 0.38
II	7.73 ± 0.67	6283.33 ± 116.90	41.16 ± 1.32	13.30 ± 0.40
III	7.88 ± 0.38	6383.33 ± 263.94	40.66 ± 1.63	13.36 ± 0.17

Keterangan: Data adalah rata-rata ± SD. Kelompok I diberi VCO 1ml, kelompok II diberi VCO 2ml dan kelompok III diberi VCO 3 ml. (RBC)

Hasil uji normalitas data homogenitas data sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan data hematologi dan kadar MDA berdistribusi normal dan homogen ($p>0,05$). Hasil uji statistik dengan menggunakan uji anova menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan

kadar Hematologi sebelum perlakuan ($p>0,05$). Efek pemberian VCO terhadap pengukuran hematologi (jumlah eritrosit, leukosit, hematokrit, hemoglobin) ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter Hematologi tikus sesudah perlakuan.

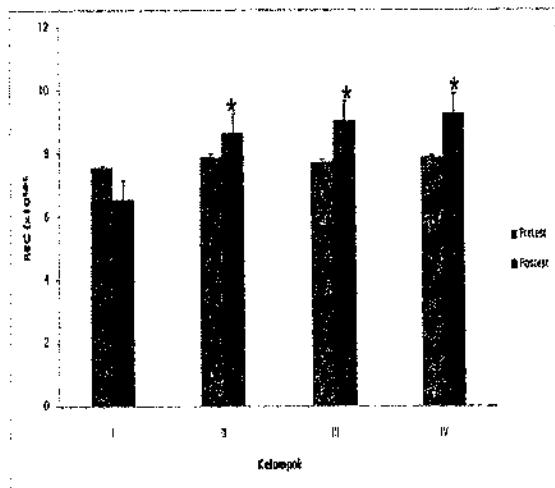
Kelompok	RBC ($10^6/\mu\text{L}$)	WBC ($10^3/\mu\text{L}$)	PVC (%)	Hb (gr/dl)
Kontrol	6.55 ± 0.53	11266.66 ± 765.94	35.96 ± .91	11.80 ± 0.52
I	8.63 ± 0.58	6883.33 ± 343.02*	44.00 ± 1.54*	14.05 ± 0.26*
II	9.05 ± 0.61	6508.33 ± 425.93*	46.33 ± 2.06*	14.20 ± 0.51
III	9.28 ± 0.36	6383.33 ± 306.05*	46.46 ± 2.10*	14.23 ± 0.35

Keterangan: Data adalah rata-rata ± SD. Kelompok I diberi VCO 1ml, kelompok II diberi VCO 2ml dan kelompok III diberi VCO 3 ml.

Berdasarkan uji *t-paired* diperoleh hasil terjadi penurunan jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit pada kelompok kontrol, sementara pada kelompok perlakuan terjadi peningkatan secara signifikan ($p<0,05$). Sementara itu hasil uji *t-paired* juga menunjukkan bahwa jumlah leukosit meningkat secara signifikan pada kelompok kontrol sedangkan pada kelompok perlakuan mengalami penurunan secara signifikan ($p<0,05$). Hasil uji statistik dengan menggunakan uji anova menunjukkan terdapat perbedaan jumlah eritrosit, hematokrit, hemoglobin, jumlah leukosit sesudah perlakuan ($p<0,05$) dimana jumlah eritrosit, hematokrit dan hemoglobin kelompok perlakuan lebih tinggi sedangkan jumlah leukosit lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Sementara itu dari hasil uji statistik juga menunjukkan tidak ada perbedaan Kelompok I, II dan III (VCO dosis 1ml, 2ml dan 3 ml) dengan nilai $p>0,05$.

Pembahasan

Dari hasil penelitian ditemukan adanya penurunan secara signifikan jumlah eritrosit sedangkan pada kelompok perlakuan terjadi peningkatan seperti ditunjukkan pada gambar 1. Turunnya jumlah eritrosit pada kelompok kontrol disebabkan oleh terjadinya hemolisis pada membran sel eritrosit. Penyebab hemolisis adalah akibat terjadi peroksidasi lipid membran sel eritrosit oleh radikal bebas yang terbentuk pada saat melakukan aktifitas fisik maksimal. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh *Senturk et al., 2005* yang melaporkan peningkatan aktifitas fisik dapat menyebabkan terjadi kerusakan eritrosit seperti sel-sel eritrosit menjadi rapuh (*Senturk et al., 2005*).



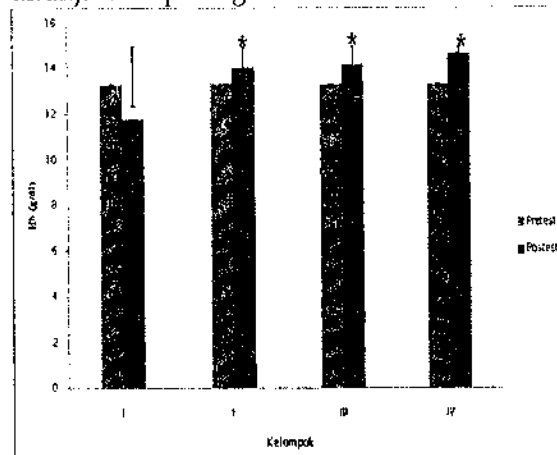
Gambar 1 Pengaruh Pemberian VCO terhadap Kadar Eritrosit. Data adalah rata-rata ± SD. Kel.I (Kontrol), Kel.II (VCO 1ml), Kel.III (2ml) dan Kel IV (Kontrol), * p<0,05 dibanding kontrol

Hasil penelitian ini didukung oleh pernyataan oleh Cooper (2001) yang menyebutkan jika laju pembentukan radikal bebas sangat meningkat karena dipicu oleh latihan yang berlebihan, jumlah radikal bebas akan melebihi kemampuan sistem pertahanan tubuh dan tidak dapat dinetralisasi oleh antioksidan dalam tubuh. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada membran sel, otot, tulang dan jaringan (Cooper,2001). Beberapa penelitian juga melaporkan selama latihan fisik dapat terjadi destruksi eritrosit yang dapat menyebabkan anemia atau sering sering disebut "sport anemia" (Smith et al, 1995; Szygula, 1990).

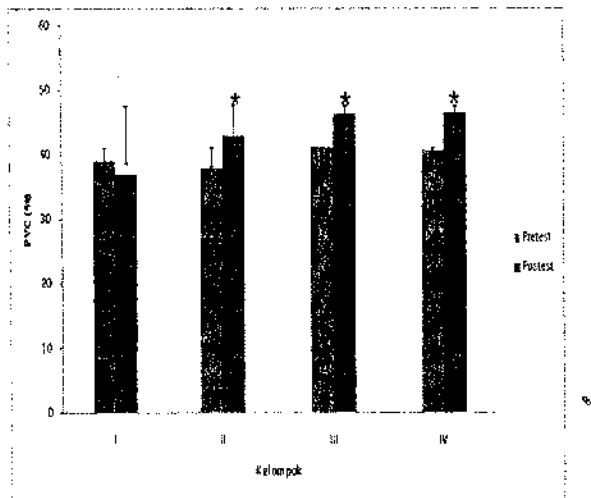
Selanjutnya hasil penelitian menunjukkan pemberian VCO pada tikus percobaan dapat meningkatkan jumlah eritrosit tikus jika dibandingkan dengan kelompok kontrol setelah melakukan aktivitas fisik maksimal. Peningkatan ini disebabkan karena VCO merupakan salah satu sumber antioksidan yang akan menetralkan radikal bebas yang terbentuk pada saat tikus melakukan aktifitas fisik maksimal. Kandungan antioksidan pada VCO diantaranya adalah *tocopherol*, *tocotrienol*, *flavonoid* dan beberapa senyawa *polyphenol* (Carandang, 2008). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sari, 2009), (Nandakumaran et al, 2009) (Nevin,

2005) dan (Alhassan et al, 2010). Pada penelitiannya dilaporkan pemberian *virgin coconut oil* (VCO) dapat meningkatkan kandungan Cu,Zn-SOD pada ginjal tikus diabetes mellitus (Sari, 2009) dan peningkatan kadar enzim SOD (Nandakumaran et al, 2009) pada tikus. Sementara itu hasil penelitian yang dilakukan oleh Nevin melaporkan bahwa VCO dapat meningkatkan status antioksidan tikus yang ditandai dengan peningkatan kadar *glutathione peroxidase* (GPx), *Glutation reductase* (GR), *superoxide dismutase* (SOD) dan *Catalase* (CAT). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Alhassan et al (2010) yang memberikan antioksidan (vitamin C dan Vitamin E) pada tikus juga melaporkan dapat meningkatkan jumlah eritrosit, hematokrit dan hemoglobin. Sejalan dengan itu, beberapa penelitian melaporkan peningkatan aktifitas antioksidan dapat menurunkan kadar radikal bebas (OH[•]) (Gajanan et al 1997; Maiorino et al 1991).

Hasil uji statistik juga melaporkan terjadi penurunan kadar hemoglobin dan hematokrit pada kelompok kontrol, sementara pada kelompok perlakuan mengalami peningkatan secara signifikan seperti ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2 Pengaruh Pemberian VCO terhadap Kadar Hemoglobin. Data adalah rata-rata ± SD. Kel.I (Kontrol), Kel.II (VCO 1ml), Kel.III (2ml) dan Kel IV (Kontrol), * p<0,05 dibanding kontrol

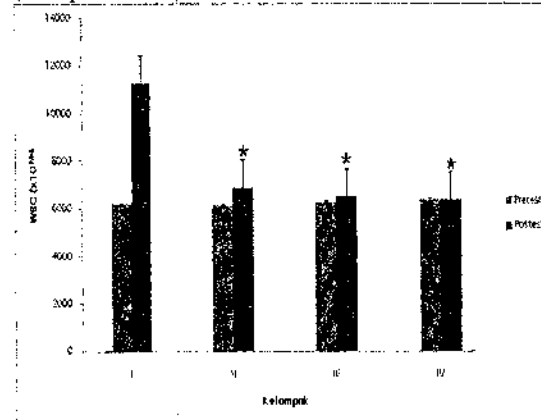


Gambar 3 Pengaruh Pemberian VCO terhadap Kadar Hematokrit. Data adalah rata-rata ± SD. Kel.I (Kontrol), Kel.II (VCO 1ml), Kel.III (2ml) dan Kel IV (Kontrol), * $p < 0,05$ dibanding kontrol

Turunnya kadar hemoglobin setelah melakukan aktifitas fisik maksimal pada kelompok kontrol disebabkan semakin banyak sel-sel eritrosit yang rusak akibat terjadinya peroksidasi lipid pada membran sel eritrosit. Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan hasil yang sama yaitu terjadi penurunan kadar hemoglobin baik pada tikus maupun pada manusia (Senturk, *et al.*, 2005; Senturk, *et al.*, 2001, Senturk, *et al.*, 2004; (Putman, *et al.*, 2003). Efek pemberian VCO terhadap kadar hemoglobin dan hematokrit pada penelitian adalah terjadi peningkatan secara signifikan jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Peningkatan kadar hemoglobin dan hematokrit pada kelompok perlakuan diakibatkan kandungan antioksidan VCO dapat menetralkan radikal bebas sehingga meningkatkan jumlah eritrosit, hematokrit dan hemoglobin.

Berdasarkan hasil penelitian juga diperoleh aktifitas fisik maksimal dapat meningkatkan jumlah sel darah putih pada kelompok kontrol ($p < 0,05$) sedangkan pada kelompok perlakuan dari hasil uji statistik dengan menggunakan uji t tidak terjadi peningkatan ($p > 0,05$) seperti ditunjukkan pada gambar4. Menurut Cooper jika radikal bebas yang terbentuk melebihi 5% akibat aktifitas

fisik berat, maka antioksidan di dalam tubuh tidak mampu untuk menetralkan produksi radikal bebas sehingga menimbulkan strees oksidatif yang akan merangsang sel leukosit (Cooper, 2000).



Gambar 5.4 Pengaruh Pemberian VCO terhadap Jumlah Leukosit. Data adalah rata-rata ± SD. Kel.I (Kontrol), Kel.II (VCO 1ml), Kel.III (2ml) dan Kel IV (Kontrol), * $p < 0,05$ dibanding kontrol

Peningkatan jumlah leukosit setelah aktifitas dikarenakan banyaknya leukosit yang mengikut (masuk) ke dalam dinding pembuluh darah (endothelium) dengan cara diapenesis ke dalam sirkulasi dari penyimpanannya (cadangan) secara tiba-tiba (Sodique, 2000). Demarginasi dipengaruhi oleh hormon adrenalin yang menyebabkan menurunnya perlekatan leukosit pada endotelium. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan bahwa pada aktifitas singkat (<1jam), hanya pengaruh katekolamin yang menyebabkan terjadinya peningkatan ratio sirkulasi ke non sirkulasi sel yang mengakibatkan peningkatan mobilisasi leukosit dari sumsum tulang ke darah sehingga terjadi proses demarginasi dari dinding pembuluh darah secara diapenesis (Sodique, 2000., Risoy, 2003). Peningkatan jumlah sel darah putih pada kelompok kontrol sesuai dengan laporan penelitian yang dilakukan oleh Harahap (2008) dan Suzuki (2004) yang melaporkan adanya peningkatan jumlah leukosit setelah melakukan aktifitas fisik maksimal dan aktifitas fisik yang berat secara singkat yang berkisar antara 15 menit,

maupun aktifitas fisik yang berat dan lama sampai 60 menit.

Kesimpulan

Pemberian VCO dapat meningkatkan jumlah eritrosit, hematokrit dan hemoglobin, serta menurunkan jumlah leukosit tikus pada saat melakukan aktifitas fisik maksimal.

Daftar Pustaka

- Alamsyah, A. N. (2005). *Perpaduan sang penakluk penyakit VCO + buah merah*. Agromedia Pustaka: Jakarta, hal: 2-45
- Alhassan, A. W., Mohamed, A.M., Joseph, O.A., Ambali, F.S., Shittu, M., Adenkola, A.Y., Salawu, E.O (2010) Effects of Co-administration of Antioxidants on Erythrocyte Osmotic Fragility of Wistar Rats during the Hot-dry Season. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.46 No.1, pp.073-079
- Ali, S., Farman U. & Habib, U. (2008) Effects of Intensity and Duration of Exercise on Total Leukocyte Count in Normal Subjects. IN DRFARMANWAZIR@HOTMAIL.COM (Ed.), Department of Physiology, Gomal Medical College, DI Khan, Pakistan.
- Bing, Y and Zhaobao, W. (2010). Effects of Ginkgo Biloba Extract on Free Radical metabolism Of Liver In Mice During Endurance Exercise. *Afr J Tradit Complement Altern Med*. 7(4):291-295
- Castel, L. M., Poortmans, J.R, Newshome, E.A (1993) Does Glutamin Have a Role in Reducing Infections in Athletes? *European Journal Apply Physiology*, 73, 488-40.
- Christopher, P.I., Wenke, J.C., Nofal, T., Armstrong, R.B. (2004), Adaptation to lengthening contraction-induced injury in mouse muscle. *J.Appl.Physiol* 97:1067-76.
- Carandang, E.V. (2008) Health Benefits Of Virgin Coconut Oil Explained
- Cooper, K. (2001). Sehat Tanpa Obat. Empat Langkah Revolusi Antioksidan yang Mengubah Hidup Anda. Cetakan Pertama. Bandung: Kaifa.
- Daniel, R.M., Stelian, S., Dragomir, C. (2010), The effect of acute physical exercise on the antioxidant status of the skeletal and cardiac muscle in the Wistar rat. *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 15, No. 3, Supplement, p 56-61.
- Dekkers, J.C., Van Doornen, L.J., Kemper, H.C. (1996). The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Med* 21: 213-238.
- Enig, M.G. (2004). Coconut: In Support of Good Health in the 21st Century.
- Gajanan, S. G., Chatterji, R., dan Bagga, A. S. (1997). Free radicals and human disease. *Cardiothoracic Journal*, 3, 31.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. (2006), *Text book of medical physiology*, 11 Editions.
- Harahap, N.S. (2008). Pengaruh aktifitas fisik maksimal terhadap jumlah leukosit pada mencit (*Mus musculus*) Jantan. Thesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Ksnig, D., Grathwohl, D., Weinstock, C., Northon, H., Berg, A. (2000) Upper Respiratory Tract Infection In Athletes: Influence Of Lifestyle, Type Of Sport, Training Effort And Immunostimulant Intake. *Exercise Immunology Review*, 6.
- Liang Y, Fang JQ, Wang CX, Ma GZ (2008). Effects of transcutaneous electric acupoint stimulation on plasma SOD and MDA in rats with sports fatigue. *Zhen Ci Yan Jiu*, 33: 120-123.
- Liang Y, Fang JQ, Wang CX, Ma GZ (2008). Effects of transcutaneous electric acupoint stimulation on plasma SOD and MDA in rats with sports fatigue. *Zhen Ci Yan Jiu*, 33: 120-123.
- Lyle, N., Gomes, A., Sur, T., Munshi, S., Paul, S., Chatterjee S. and Bhattacharyya, D. (2009). The role of antioxidant properties of *Nardostachys jatamansi* in alleviation of the symptoms of the chronic fatigue syndrome. *Behavioural Brain Res.*, 202: 285-290.

- Maiorino, M., Chu, F. F., Ursini, F., Davies, K., & Duroshow, J. H. (1991). Phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase is the 18 kDa selenoprotein expressed in human tumor cell. *Journal of Biological Chemistry*, 266, 7728–7732.
- Mccarthy, D. A., Perry, J.D., Dale, M.M. (1987) Leucocytosis Induced By Exercise. *Br. Medical Journal*, 295-636.
- Metges, C.C., Wolfram, G (1991). Medium and long-chain triglycerides labeled with C: comparison of oxidation after oral or parenteral administration in humans. *J Nutr*;121:31-6.
- Miao, F., Yu, W., Wang, Y., Meijuan Wang, M., Liu, X and Li, F. (2010). Effects of corn peptides on exercise tolerance, free radical metabolism in liver and serum glutamic-pyruvic transaminase activity of mice. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* Vol. 4(4), pp. 178-183
- Nandakumaran, n., Senturk, U. K., Gunduz, F., Kuru, O., Aktekin, M. R., Kipmen, D., Yalcin, O., Bor Kucukatay, M., Yesilkaya, A. & Baskurt, O. K. (2001), Exercise-induced oxidative stress affects erythrocytes in sedentary rats but not trained rats. *J Appl Physiol*, 91, 1999-2001.
- Nevin, K. G., & Rajamohan, T. (2006). Virgin coconut oil supplemented diet increases the antioxidant status in rats. *Food Chemistry* 99, 260–266
- Pharma, N. (2004). Antioxidant supplementation enhances neutrophil oxidative burst in trained runners following prolonged exercise. *IJSNM*, 13, 13-33
- Putman, C. T. Jones, N. L., Heigenhauser, G. J. F. (2003), Effects of short-term training on plasma acid-base balance during incremental exercise in man. *J Physiol*, 550.2, 585.603.
- Risoy, B.A., Truls, R., Jostein, H., Knut, T.L., Kjersti, B., Astrid, K., Else, M.S., & Haakon, B.B. (2003). Delayed leucocytosis after hard strength and endurance exercise: Aspect of regulatory mechanisms. *BMC physiology* 3.
- Sari N (2009). Efek pemberian *virgin coconut oil* (vco) terhadap profil imunohistokimia antioksidan *superoxide dismutase* (sod) pada jaringan ginjal tikus diabetes mellitus. Tesis Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor
- Senturk, U. K., Gunduz, F., Kuru, O., Kocer, G., Ozkaya, Y. G., Yesilkaya, A., Bor Kucukatay, M., Uyuklu, M., Yalcin, O. & Baskurt, O. K. (2001), Exercise-induced oxidative stress affects erythrocytes in sedentary rats but not exercise-trained rats. *J Appl Physiol* 91:1999-2004.
- Senturk, U. K., Gunduz, F., Kuru, O., Kocer, G., Ozkaya, Y. G., Yesilkaya, A., Bor Kucukatay, M., Uyuklu, M., Yalcin, O. & Baskurt, O. K. (2004), Effect of oxidant vitamin treatment on the time course of hematological and hemorheological alteration after an exhausting exercise episode in human subject. *J Appl Physiol*, 98, 1272-79.
- Senturk, U. K., Gunduz, F., Kuru, O., Kocer, G., Ozkaya, Y. G., Yesilkaya, A., Bor Kucukatay, M., Uyuklu, M., Yalcin, O. & Baskurt, O. K. (2005), Exercise-induced oxidative stress leads hemolysis in sedentary but not trained humans. *J Appl Physiol*, 99, 1434-41.
- Smith JA, Kolbuch-Braddon M, Gillam I, Telford RD, and Weidemann MJ. (1995). Changes in the susceptibility of red blood cells to oxidative and osmotic stress following submaximal exercise. *Eur J Appl Physiol* 70: 427–436.
- Sodique, N.O., Enyikwola, Ekani, A.U (2000). Exercise induced leucocytosis in some healthy adult normal. *Afr. Biomed. Res.*, 3, 85-88.
- Souza, C.F., Fernandes, L.C. and Cyrino, E.S. (2006). Production of reactive oxygen species during the aerobic and anaerobic exercise. *Rev Bras Cineantropom. Desempenho Hum*, Vol.8, 2006. pp. 102-109.
- Sutarmi, Rozaline H. *Taklukkan penyakit dengan VCO*. Ed 5. Jakarta: Penebar Swadaya, 2006: 5-24.

- Suzuki, P. (2004) Neutrofil activation, antioxidant supplement and exercises induces oxidative stress. *Journal of exercise physiology*.
- Szygula, Z., (1990). Erythrocytic system under the influence of physical exercise and training. *Sports Med* 10: 181–197.
- Urso, M.L., Clarkson, P.M. (2003), Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 189(1-2):41-54
- Vina J, Gomez-Cabrera MC, Lloret A, Marquez R, Minana JB, Pallardo FV (2000). Free radicals in exhaustive physical exercise: mechanism of production and protection by antioxidants. *IUBMB Life*, 50: 271–7.
- Wang, L., Zhang, H.L., Zhou, Y.J., Ma, R., Lv, J.Q., Li, X.L., Chen, L.J. and Yao, Z. (2008). The decapeptide CMS001 enhances swimming endurance in mice. *Peptides*, 29: 1176-1182.