

## PENGARUH PEMBERIAN VITAMIN C TERHADAP KADAR MALONDIALDEHID DAN HAEMOGLOBIN ATLET PADA AKTIFITAS FISIK MAKSIMAL

**Rika Nailuvar Sinaga**  
**Fajar Apollo Sinaga**

### Abstrak

Aktivitas fisik berat dapat menyebabkan terjadi stres oksidatif akibat jumlah antioksidan tubuh tidak seimbang dengan jumlah radikal bebas yang berdampak kepada peningkatan kadar malondialdehid (MDA) dan penurunan Haemoglobin. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efek pemberian vitamin C terhadap kadar malondialdehid plasma dan haemoglobin atlet pada aktifitas fisik maksimal. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental semu dengan rancangan penelitian Randomized Control Group Pretest-Postest Design. Populasi dan sampel penelitian adalah yang memenuhi kriteria dan sampel pada penelitian ini sebanyak 20 orang. Sampel dibagi atas 2 kelompok, yaitu kelompok perlakuan yang mengkonsumsi Vitamin C dan kelompok kontrol. Pada penelitian ini akan diukur kadar MDA dan Hb sebelum mengkonsumsi vitamin C dan sebelum melakukan aktifitas fisik maksimal. Pengukuran kadar MDA dan Hb kembali dilakukan setelah mengkonsumsi vitamin C dan setelah melakukan aktifitas fisik maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara aktifitas fisik maksimal dengan kadar Hb dan MDA ( $p < 0,05$ ). Terdapat perbedaan yang bermakna antara pemberian vitamin C dengan kadar Hb dan MDA ( $p < 0,05$ ). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aktifitas fisik maksimal dapat menurunkan kadar Hb dan meningkatkan kadar MDA, pemberian vitamin C dapat meningkatkan kadar Hb dan dapat menurunkan kadar MDA pada atlet yang mendapat aktifitas fisik maksimal.

**Kata Kunci:** *Stress Oksidatif, Aktifitas Fisik Maksimal, Hb, MDA, Vitamin C.*

### PENDAHULUAN

Aktivitas fisik berat dapat meningkatkan konsumsi oksigen 100-200 kali lipat karena terjadi peningkatan metabolisme di dalam tubuh (Clarkson, 2000; Sauza, 2005). Hal yang hampir sama juga dikatakan oleh Packer, 1997 bahwa olahraga aerobik dapat meningkatkan konsumsi oksigen dalam tubuh 10-20 kali dan 100-200 kali lipat pada otot.

Peningkatan penggunaan oksigen terutama oleh otot-otot yang berkontraksi, menyebabkan terjadinya peningkatan kebocoran elektron dari mitokondria yang akan menjadi SOR (Senyawa Oksigen Reaktif) (Clarkson, 2000; Sauza, 2005). Umumnya 2-5% dari oksigen yang digunakan dalam proses metabolisme di dalam tubuh akan menjadi ion superoksida

**Rika Nailuvar Sinaga** adalah Dosen Jurusan Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Medan.

**Fajar Apollo Sinaga** adalah Dosen jurusan Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Medan.

sehingga saat aktivitas fisik berat terjadi peningkatan produksi radikal bebas (Chevion, 2003). 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).

Pada kondisi stres oksidatif, radikal bebas akan menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid membran sel dan merusak organisasi membran sel (Evans, 2000). *Malondialdehyde* (MDA) adalah salah satu hasil dari peroksidasi lipid yang disebabkan oleh radikal bebas selama latihan fisik maksimal atau latihan daya tahan (*endurance*) dengan intensitas tinggi (Wang *et al.*, 2008; Lyle *et al.*, 2009, Sousa, 2006) sehingga Malondialdehid (MDA) merupakan indikator umum yang digunakan untuk menentukan jumlah radikal bebas dan secara tidak langsung menilai kapasitas oksidan tubuh (Liang *et al.*, 2008).

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) akibat turunnya kadar haemoglobin (Senturk, *et al.*, 2005., Senturk, *et al.*, 2004).

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 dan Kuipers, 1994). Peningkatan radikal bebas akibat olahraga juga mempengaruhi jalur energi aerobik di dalam mitokondria, menyebabkan terjadinya kelelahan (Kendall dan Eston, 2002). Sementara itu menurut (Zhu dan Haas, 1997) bahwa penurunan  $VO_2$  max dapat terjadi pada penderita anemia dengan kadar Haemoglobin yang menurun dan konsekuensinya adalah menurunnya kapasitas transport oksigen di dalam darah sehingga dapat mempengaruhi *performance* atlet. Selain itu, akibat latihan fisik berat pada individu yang tidak terbiasa atau tidak terbiasa melakukan latihan fisik juga dapat mengakibatkan kerusakan oksidatif dan injuri otot (Evans, 2000).

Secara alamiah dalam sel terdapat berbagai antioksidan baik enzimatis maupun nonezimatis yang berfungsi sebagai pertahanan bagi organel-organel sel dari pengaruh kerusakan reaksi radikal bebas (Evans, 2000., Marciniak *et al.*, 2009).

Antioksidan enzimatis disebut juga antioksidan pencegah, terdiri dari superoksida dismutase, katalase, dan glutathione peroxidase. Antioksidan nonenzimatis disebut juga antioksidan pemecah rantai. Antioksidan pemecah rantai terdiri dari vitamin C, vitamin E, dan beta karoten (Chevion, 2003; Ji, 1999). Sementara itu, menurut (Clarkson, 2000) perubahan kadar vitamin C telah digunakan untuk menunjukkan peningkatan reaksi oksidatif. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi vitamin C akibat latihan fisik. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Gleeson melaporkan bahwa konsentrasi vitamin C meningkat dari 52,7 mmol/L menjadi 67,0 mmol/L setelah berlari 21 km, walaupun sesudah 24 jam sesudah lari konsentrasinya menjadi menurun 20% lebih rendah dibandingkan

## **METODE PENELITIAN**

### **Sampel**

Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh atlet Universitas Negeri Medan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Adapun kriteria inklusi adalah berjenis kelamin laki-laki, berbadan sehat melalui pemeriksaan dokter, bersedia menjadi sampel dan mengisi persyaratan bersedia mengikuti kegiatan penelitian dan tidak

konsentrasi sebelum *exercise* (Gleeson *et al.*, 1987).

Menurunnya konsentrasi vitamin C selama latihan terutama latihan yang sangat berat, hal ini sejalan dengan pernyataan Colgan, 1986 yang mengemukakan bahwa bahwa atlet di bawah pelatihan berat dan kompetisi tidak mampu mempertahankan kadar vitamin secara optimal pada jaringan, bahkan jika tunjangan harian yang direkomendasikan dikonsumsi dalam makanan atlet (Colgan, 1986), sehingga suplementasi vitamin tambahan adalah merupakan hal yang wajar untuk dipertimbangkan untuk meningkatkan antioksidan tubuh. Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu diteliti efek pemberian vitamin C terhadap kadar MDA dan Hb atlet pada aktifitas fisik maksimal.

perokok. Kriteria eksklusi adalah mengkonsumsi vitamin selama penelitian dan mengkonsumsi zat besi. Besar sampel dalam penelitian ini adalah 20 orang.

### **Latihan fisik maksimal**

Latihan fisik maksimal dilakukan dengan mengadakan tes lari multi tahap atau *bleep test*. Sampel akan melakukan lari multi tahap dengan jarak sepanjang 20 meter

dan mengikuti irama yang telah ditentukan. Sampel berhenti berlari bila sampel tidak mampu lagi mengikuti irama tersebut.

### **Vitamin C**

Dosis vitamin C yang digunakan dalam penelitian ini adalah 500 mg.

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini adalah eksperimental semu dengan rancangan penelitian *Randomized Control Group Pretest-Posttest Design*. Sampel dibagi menjadi dua kelompok masing-masing kelompok terdiri dari 10 orang. Kelompok satu adalah kelompok perlakuan yang mendapat vitamin C dan aktifitas fisik maksimal. Kelompok dua adalah kelompok kontrol yang mendapat placebo dan aktifitas fisik maksimal.

Sebelum menjalani aktifitas fisik maksimal semua sampel diukur kadar malondialdehid dan haemoglobinnya. Setelah itu kelompok perlakuan mengkonsumsi vitamin C 500 mg sedangkan kelompok kontrol mengkonsumsi placebo. Satu minggu setelah mengkonsumsi vitamin C dan placebo tersebut semua atlet melakukan aktifitas fisik maksimal dengan melakukan lari bleep test. Sepuluh menit setelah melakukan lari

bleep test kembali dilakukan pengukuran kadar malondialdehid dan haemoglobin.

### **Pengukuran Kadar Haemoglobin**

Ke dalam tabung kolorimeter dimasukkan 5,0 ml larutan Drabkin. Dengan pipet hemoglobin diambil 20 µl darah (kapiler, EDTA atau oxalat); sebelah luar ujung pipet dibersihkan, lalu darah itu dimasukkan ke dalam tabung kolorimeter dengan membilasnya beberapa kali. Campurlah isi tabung dengan membalikkannya beberapa kali. Tindakan ini juga akan menyelenggarakan perubahan hemoglobin menjadi sianmethemoglobin. Bacalah dalam spektrofotometer pada gelombang 540 nm; sebagai blanko digunakan larutan Drabkin. Kadar hemoglobin ditentukan dari perbandingan absorbasinya dengan absorbansi standard sianmethemoglobin atau dibaca dari kurva tera.

### **Pengukuran Kadar Malondialdehid (MDA)**

Kadar MDA diukur dari plasma darah menurut metode Wills, 2,0ml larutan sampel (plasma darah) ditambahkan 1,0 ml asam trikloroasetat (TCA) 20% dan 2 ml asam tiobarbiturat (TBA) 0,067%. Larutan dicampur homogen dengan dipanaskan di

atas tangas air selama 10 menit. Setelah dingin disentrifugasi pada 3000rpm selama 10 menit. Filtrat yang berwarna merah muda diukur serapannya pada panjang gelombang 530nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### Analisa Data

Data yang diperoleh terlebih dahulu ditentukan distribusinya dengan uji normalitas dan dilakukan juga uji homogenitas. Apabila data berdistribusi

**Tabel 1. Perbedaan kadar Haemoglobin kelompok 1**

	n	rerata ± s.b.	IK 95%		p
			Low	Up	
Hb (g/dl) Pretest	10	15,50 ± 0,50	0,26	0,59	< 0,05
Hb (g/dl) Posttest	10	15,07 ± 0,59			

*Uji t-berpasangan*

**Tabel 2. Perbedaan kadar Haemoglobin kelompok 2**

	n	rerata ± s.b.	IK 95%		p
			Low	Up	
Hb (g/dl) Pretest	10	15,45 ± 0,74	1,90	2,87	< 0,05
Hb (g/dl) Posttest	10	13,06 ± 0,97			

*Uji t-berpasangan*

Berdasarkan hasil pada tabel 1 dapat diketahui rata-rata kadar Haemoglobin pada kelompok 1 yang mendapat vitamin C dan aktifitas fisik maksimal, dimana rerata kadar Haemoglobin sebelum mendapat perlakuan (15,50±0,50g/dl) lebih tinggi dibandingkan dengan setelah mendapat perlakuan (15,07 ± 0,59 g/dl).

normal akan dilakukan uji t-berpasangan dan uji t-tidak berpasangan. Semua analisa data dilakukan dengan menggunakan software SPSS 19. Dalam penelitian ini untuk uji statisti diambil taraf nyata 5% yang dianggap bermakna atau signifikan.

### HASIL

Dari hasil penelitian dapat diperoleh perbedaan kadar Haemoglobin sebelum dan sesudah mendapat perlakuan seperti terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Dikarenakan data berdistribusi normal maka dilakukan uji t-berpasangan. Pada uji t-berpasangan diperoleh nilai P = 0,000 (p <0,05) yang artinya terdapat perbedaan bermakna pada kadar Haemoglobin pada atlet sebelum dan sesudah mendapat vitamin C dan aktifitas fisik maksimal.

Berdasarkan hasil pada tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata kadar

Haemoglobin pada kelompok 2 yang mendapat placebo dan aktifitas fisik maksimal, dimana rerata kadar Haemoglobin sebelum mendapat perlakuan ( $15,45 \pm 0,74$ g/dl) lebih tinggi dibandingkan dengan setelah mendapat perlakuan ( $13,06 \pm 0,97$  g/dl).

Dikarenakan data berdistribusi normal maka dilakukan uji t-berpasangan. Pada uji

t-berpasangan diperoleh nilai  $P = 0,000$  ( $p < 0,05$ ) yang artinya terdapat perbedaan bermakna pada kadar Haemoglobin pada atlet sebelum dan sesudah mendapat placebo dan aktifitas fisik maksimal.

Dari hasil penelitian dapat diperoleh perbedaan kadar Malondialdehid sebelum dan sesudah mendapat perlakuan seperti terlihat pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 3. Perbedaan kadar MDA kelompok 1**

	n	rerata $\pm$ s.b.	IK 95%		p
			Low	Up	
MDA (nmol/ml) Pretest	10	$2,68 \pm 0,32$	-0,07	-0,03	< 0,05
MDA (nmol/ml) Postest	10	$2,73 \pm 0,34$			

*Uji t-berpasangan*

**Tabel 4. Perbedaan kadar MDA kelompok 2**

	n	rerata $\pm$ s.b.	IK 95%		p
			Low	Up	
MDA (nmol/ml) Pretest	10	$2,68 \pm 0,49$	-1,60	-0,88	< 0,05
MDA (nmol/ml) Postest	10	$3,93 \pm 0,30$			

*Uji t-berpasangan*

Berdasarkan hasil pada tabel 3 dapat diketahui rata-rata kadar Malondialdehid pada kelompok 1 yang mendapat vitamin C dan aktifitas fisik maksimal, dimana rerata kadar Malondialdehid sebelum mendapat perlakuan ( $2,68 \pm 0,32$  nmol/ml) lebih rendah dibandingkan dengan setelah mendapat perlakuan ( $2,73 \pm 0,34$  nmol/ml).

Dikarenakan data berdistribusi normal maka dilakukan uji t-berpasangan. Pada uji t-berpasangan diperoleh nilai  $P = 0,000$  ( $p$

<0,05) yang artinya terdapat perbedaan bermakna pada kadar Malondialdehid pada atlet sebelum dan sesudah mendapat vitamin C dan aktifitas fisik maksimal.

Berdasarkan hasil pada tabel 4 dapat diketahui bahwa rata-rata kadar Malondialdehid pada kelompok 2 yang mendapat placebo dan aktifitas fisik maksimal, dimana rerata kadar Malondialdehid sebelum mendapat perlakuan ( $2,68 \pm 0,49$  nmol/ml) lebih rendah

dibandingkan dengan setelah mendapat perlakuan ( $3,93 \pm 0,30$  nmol/ml).

Dikarenakan data berdistribusi normal maka dilakukan uji t-berpasangan. Pada uji t-berpasangan diperoleh nilai  $P = 0,000$  ( $p < 0,05$ ) yang artinya terdapat perbedaan bermakna pada kadar Malondialdehid pada

**Tabel 5. Perbedaan kadar Haemoglobin posttest antara kelompok 1 dan 2**

	<b>n</b>	<b>rerata <math>\pm</math> s.b.</b>	<b>p</b>
Hb (g/dl) Posttest kelompok 1	10	$15,07 \pm 0,59$	$< 0,05$
Hb (g/dl) Posttest kelompok 2	10	$13,06 \pm 0,97$	

*uji t-tidak berpasangan*

Berdasarkan hasil pada tabel 5 dapat diketahui rata-rata kadar Haemoglobin posttest pada kelompok 1 ( $15,07 \pm 0,59$  g/dl) lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok 2 ( $13,06 \pm 0,97$  g/dl). Dikarenakan data berdistribusi normal maka dilakukan uji t-tidak berpasangan. Pada uji t-tidak berpasangan diperoleh nilai  $p < 0,05$  yang artinya terdapat

**Tabel 6. Perbedaan kadar Malondialdehid posttest antara kelompok 1 dan 2**

	<b>n</b>	<b>rerata <math>\pm</math> s.b.</b>	<b>p</b>
MDA (nmol/ml) Posttest kelompok 1	10	$2,73 \pm 0,34$	$< 0,05$
MDA (nmol/ml) Posttest kelompok 2	10	$3,93 \pm 0,30$	

*uji t-tidak berpasangan*

Berdasarkan hasil pada tabel 6 dapat diketahui rata-rata kadar Malondialdehid posttest pada kelompok 1 ( $2,73 \pm 0,34$  nmol/ml) lebih rendah dibandingkan dengan kelompok 2 ( $3,93 \pm 0,30$  nmol/ml). Dikarenakan data berdistribusi normal maka dilakukan uji t-tidak berpasangan. Pada uji t-

atlet sebelum dan sesudah mendapat placebo dan aktifitas fisik maksimal.

Dari hasil penelitian dapat diperoleh perbedaan kadar Haemoglobin posttest antara kelompok 1 dan 2 seperti terlihat pada Tabel 5.

perbedaan bermakna pada kadar Haemoglobin posttest kelompok 1 dibandingkan dengan kelompok 2.

Dari hasil penelitian dapat diperoleh perbedaan kadar Malondialdehid posttest antara kelompok 1 dan 2 seperti terlihat pada Tabel 6.

tidak berpasangan diperoleh nilai  $p < 0,05$  yang artinya terdapat perbedaan bermakna pada kadar Malondialdehid posttest kelompok 1 dibandingkan dengan kelompok 2.

## PEMBAHASAN

Bila dilihat dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa aktifitas fisik maksimal menyebabkan kadar Haemoglobin menjadi menurun. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa aktifitas fisik maksimal dapat menyebabkan terjadinya sport anemia dan penurunan kadar Haemoglobin. Aktifitas fisik maksimal dapat meningkatkan pembentukan radikal bebas pada tubuh dan menyebabkan terjadinya stress oksidatif.

Radikal bebas sangat reaktif dan dengan mudah menjurus ke reaksi yang tidak terkontrol, menghasilkan ikatan silang (*cross-link*) pada DNA, protein, lipida, atau kerusakan oksidatif pada gugus fungsional yang penting pada biomolekulnya (Silalahi, 2006). Peroksidasi lipid di membran sel dapat merusak membran sel dengan mengganggu fluiditas dan permeabilitas. Peroksidasi lipid juga dapat mempengaruhi fungsi protein membran terikat seperti enzim dan reseptor. Kerusakan langsung pada protein dapat disebabkan oleh radikal bebas yang dapat mempengaruhi berbagai jenis protein, mengganggu aktivitas enzim dan fungsi protein struktural (Sarma *et al*, 2010). Sel darah merah juga mendapat pengaruh dari radikal bebas ini yang akhirnya merusak sel darah merah tersebut.

Dari hasil diatas juga dapat disimpulkan bahwa aktifitas fisik maksimal menyebabkan kadar Malondialdehid menjadi meningkat. Malondialdehid (MDA) adalah salah satu hasil dari peroksidasi lipid yang disebabkan oleh radikal bebas selama latihan fisik maksimal atau latihan daya tahan (*endurance*) dengan intensitas tinggi (Wang *et al.*, 2008; Lyle *et al.*, 2009, Sousa, 2006) sehingga Malondialdehid (MDA) merupakan indikator umum yang digunakan untuk menentukan jumlah radikal bebas dan secara tidak langsung menilai kapasitas oksidan tubuh (Liang *et al.*, 2008). Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa kadar Malondialdehid lebih tinggi pada orang yang melakukan aktifitas fisik maksimal (Marzatico *et al*, 1997, Santos-Silva *et al*, 2001).

Pemberian vitamin C pada penelitian ini dapat meningkatkan kadar Haemoglobin, hal ini dapat dilihat dari rata-rata kadar Haemoglobin posttest antara kelompok 1 yang lebih tinggi dari kelompok 2. Vitamin C juga dapat menurunkan kadar Malondialdehid, hal ini dapat dilihat dari rata-rata kadar Malondialdehid posttest antara kelompok 1 yang lebih rendah dari kelompok 2.

Vitamin C merupakan salah satu jenis dari antioksidan. Antioksidan atau reduktor berfungsi untuk mencegah terjadinya oksidasi atau menetralkan senyawa yang telah teroksidasi, dengan cara menyumbangkan hidrogen dan atau elektron (Silalahi, 2006). Di dalam tubuh terdapat mekanisme antioksidan atau anti radikal bebas secara endogenik (Dyatmiko *et al.*, 2000) dimana radikal bebas yang terbentuk akan dinetralkan oleh elaborasi sistem pertahanan antara antioksidan enzim-enzim seperti katalase, superoksid dismutase (SOD), glutation peroxidase dan sejumlah anti oksidan non enzim termasuk diantaranya vitamin A, E dan C, glutatione, ubiquinone dan flavonoid (Christopher, 2004; Urso, 2003; Lekhi, 2007).

Vitamin C disebut antioksidan karena berfungsi sebagai donor elektron, sehingga dapat mencegah senyawa lain mengalami oksidasi. Saat vitamin C melepaskan elektron, ia menjadi radikal askorbil. Dibandingkan dengan radikal bebas lain,

radikal askorbil ini relatif stabil dengan waktu paruh 10-5 detik dan tidak reaktif. Radikal bebas yang merugikan dapat berinteraksi dengan vitamin C sehingga radikal bebas yang merugikan tersebut mengalami reduksi dan vitamin C berubah menjadi radikal askorbil yang kurang reaktif. Proses reduksi radikal bebas reaktif menjadi senyawa yang kurang reaktif ini disebut *free radical scavenging*. Vitamin C merupakan *free radical scavenging* yang baik (Padayatty *et al.*, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa aktifitas fisik maksimal dapat menurunkan kadar Haemoglobin dan meningkatkan kadar Malondialdehid, pemberian vitamin C dapat meningkatkan kadar Haemoglobin dan dapat menurunkan kadar Malondialdehid pada atlet yang mendapat aktifitas fisik maksimal.

Bagi peneliti lain untuk dapat mengembangkan penelitian ini dengan mengamati kapasitas antioksidan endogen tubuh dan antioksidan eksogen lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chevion S, Moran DS, Heled Y, Shani Y, Regrev G, Abbou B, Berenshtein E, Stadtman ER, Epstein Y. (2003). Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise, *Proc.Nati.Acad.Sci.USA*, Vol 100, Issue9, 5119-5123.
- Clarkson, P. M. dan Thompson, H. S. (2000), Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? *Am J Clin Nutr*, 72, 637S-46S.
- 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 JC, van Doornen LJ, Kemper HC. (1996). The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Med* 21: 213–238.
- Evans, W. J. (2000), Vitamin E, vitamin C, and exercise. *Am J Clin Nutr*, 72, 647S-52S.
- Gleeson M, Robertson JD, Maughan RJ.(1987) Influence of exercise on ascorbic acid status in man. *Clin Sci* 73:501–5.
- Ji, L.L. (1999), Antioxidants and Oxidative stress in exercise. *Society for Experimental Biology and Medicine*, 283: 292.
- 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.
- Marciniak, A., Brzezczynska, J., Gwozdziński, K., Jegier, A. (2009), Antioxidant Capacity and Physical Exercise. *Biology of Sport*, Vol. 26 No3, 197-213
- Marzatico, F., Pansarasa, O., Bertorelli, L., Somenzini, L., Della Valle, G.(1997). Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 37, 235\_/239.
- Packer, L.; Slater, T. F.; Almada, A. L.; Rothfuss, L. M.; Wilson, D. S. (1989). Modulation of tissue vitamin E levels by physical activity. *Ann. NY Acad. Sci.* 570:311 - 321
- Packer L (1997). Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. *J. Sports Sci.*, 15: 353–63.
- Padayatty, S. J., Katz, A., Wang, Y., Eck, P., Kwon, O., Lee, J. H., Chen, S., Corpe, C., Dutta, A., Dutta, S. K. & Levine, M. (2003), Vitamin C as an antioxidant:evaluation of its role in disease prevention. *J Am Coll Nutr*, 22, 18-35
- Santos-Silva, A., Rebelo, M.I., Castro, E.M., Belo, L., Guerra, A., Rego, C., Quintanilha, A. (2001). Leukocyte

- activation, erythrocyte damage, lipid profile and oxidative stress imposed by high competition physical exercise in adolescents. *Clin. Chim. Acta* 306, 119-126.
- 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 latihan fisiktrained rats. *J Appl Physiol*, 91, 1999-2001.
- Silalahi, J. (2006). Makanan Fungsional. Penerbit Kanisius Yogyakarta. Halaman 38-56
- 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.
- Urso, M.L., Clarkson, P.M. (2003), Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 2003;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.
- Zhu, Y. I., and J. D. Haas (1997) Iron depletion without anemia and physical performance in young women. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 334-341, 1997.