

KAJIAN KEMAMPUAN JUS BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum*) DALAM MENGHAMBAT PENINGKATAN KADAR MALONDYALDEHIDE PLASMA SETELAH LATIHAN AEROBIK TIPE *HIGH IMPACT*

Wahyuni^a, Sri Rahajoe Asj'ari^b, Ahmad Hamim Sadewa^b

^a Program Studi Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan UMS

^b Universitas Gajah Mada Yogyakarta

Abstract

Aerobic practice that requires high oxygen consumption causes the increasing of free radical in body. Free radical excess can make oxidative stress, then turn up to increase the bleeding time and the number of blood cell. Oxidative stress can be solved by using antioxidant. Vitamin C is one of exogenous antioxidant which can be gained from supplement and fruits, such as tomato. Tomato is one of vitamin C sources contains antioxidant named lycopene. Lycopene is a potential compound that has antioxidant activity stronger than β -carotene and vitamin E. Tomato is a fruit which can be found easily in any season, and at relatively cheap price. The aims of this research were examining the research subject characteristic and the advantages of tomato juice (*Solanum lycopersicum*) by comparing vitamin C combination and bioflavonoid as antioxidant in hampering the increasing MDA after high impact type aerobic practices. The method of this research was experiment of the same subject. The sampling was done in 6 times, before and after first treatment (high impact type aerobic practices), before and after second treatment (tomato juice given in one week and high impact type aerobic practices) and before and after third treatment (combination vitamin C and bioflavonoid given in one week and high impact type aerobic practices). Before blood sampling, the research subjects signed the informed consent. MDA and vitamin C plasma dose were measured by colorimetry. Statistical method used in this research was Anova test, which was continued by paired t test. The research subject had the same characteristic, because the activities, the life pattern, and the food eaten were the same. On plasma MDA dose, the result was that there was a significant difference between the treated groups ($p < 0,05$). A 100 ml dose of tomato juice had an equal capability to vitamin C combination and bioflavonoid 320 mg in hampering the increasing of plasma MDA after high impact type aerobic practices.

Key words : High impact type aerobic practices, Tomato juice, Plasma MDA

PENDAHULUAN

Latihan fisik dapat dibagi menjadi 3 (tiga) kategori yaitu latihan anaerobik (*sprint*), latihan aerobik (*endurance*) dan latihan dengan beban tahanan (*weight resistance* program (Doewes, 1993). Latihan aerobik atau senam aerobik dibagi menjadi *high impact* dan *low impact* atau *soft impact*. (Woeryati *et al.*, 1996).

Latihan aerobik menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen 10 sampai 15 kali saat istirahat (Tessier *et al.*, 1995). Menurut Ji (1999) *cit* Ambardini (2005), selama latihan fisik maksimal, konsumsi

oksigen seluruh tubuh meningkat sampai 20 kali dan konsumsi oksigen pada serabut otot diperkirakan meningkat 100 kali lipat. Peningkatan konsumsi oksigen akibat latihan ini akan menimbulkan peningkatan radikal bebas dalam tubuh. Mc Ardle *et al.* (1994), melaporkan bahwa selama olah raga, sebagian besar oksigen yang dikonsumsi oleh badan bergabung dengan hidrogen membentuk air dan sampai 5% akan membentuk radikal bebas, diantaranya adalah superoksida yang keluar melalui rantai respirasi.

Radikal bebas merupakan molekul yang sangat reaktif dan bila berlebih akan mengakibatkan stres oksidatif.

Stres oksidatif dalam tubuh mempunyai target kerusakan pada seluruh tipe biomolekul seperti protein, lipid dan DNA. Pada protein, stres oksidatif menyebabkan kerusakan dengan cara terbukanya lipatan polipeptida dalam struktur protein (Dean, *et al.*, 1997 *cit* Asj'ari, 2004). Stres oksidatif dapat disebabkan oleh latihan fisik (Senturk *et al.*, 2005), yang selanjutnya bisa menimbulkan hemolisis dan mempengaruhi eritrosit (Senturk *et al.*, 2001), meningkatkan lamanya waktu perdarahan dan produksi prostasiklin dan tromboksan lokal (Carter *et al.*, 1989), meningkatkan lamanya waktu perdarahan dan jumlah sel darah (Chen *et al.*, 1989).

Stres oksidatif dapat terjadi akibat adanya ketidakseimbangan antara produksi *reaktive oxygen species* (ROS) dengan sistem pertahanan antioksidan (Halliwell, 1998 *cit* Sukmawati, 2005). ROS dapat diukur dengan mengukur kadar malondialdehid (MDA) (Aruoma *et al.*, 1999), sistem antioksidan tubuh diukur dengan mengukur kadar enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD), katalase, glutathion peroksidase (GPx), juga kadar vitamin C dan E dalam tubuh.

Antioksidan vitamin A, C dan E pada latihan fisik yang melelahkan menyebabkan peningkatan jumlah sel darah dan prosentase granulosit 2 jam setelah latihan fisik dan puncaknya pada 4 sampai 12 jam (Senturk *et al.*, 2005), bersama vitamin K dapat berpengaruh terhadap produksi trombosit (Bicknell and Prescott, 1953 *cit* Anonim, 2007), menghambat ekspresi trombosit dari ligan CD40 (Pignatelli *et al.*, 2005), dan memberikan

efek protektif pada kerusakan endotel dan aktifitas trombosit selama infark miokard (Morel *et al.*, 2003).

Tomat sebagai salah satu sumber vitamin C, juga mengandung zat antioksidan yang disebut likopen. Likopen merupakan senyawa potensial untuk antikanker (Giovannuci, 2007 *cit* Anonim, 1999) dan mempunyai aktifitas antioksidan dua kali lebih kuat dari β karoten dan sepuluh kali lebih kuat dari vitamin E (Didinkaem, 2006). Tomat juga merupakan buah yang tidak mengenal musim, mudah didapat dan harga yang relatif murah.

Suplemen vitamin C diantaranya adalah kombinasi vitamin C dan bioflavonoid, dipasaran diantaranya adalah Ester C[®]. Bioflavonoid berfungsi meningkatkan efektivitas kerja vitamin C sehingga dapat mengurangi konversi asam askorbat menjadi dehidroaskorbat (Weller, 2001). Pemberian kombinasi vitamin C dengan bioflavonoid dapat menghalangi dan menghentikan pembentukan superoksida dan hidrogen peroksida, sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan jaringan akibat oksidan (Wirya, 2002).

Dari segi ekonomi harga kombinasi vitamin C-bioflavonoid relatif lebih mahal apabila dibandingkan dengan buah tomat. Padahal buah tomat selain mengandung vitamin C dan likopen yang mempunyai daya antioksidan tertinggi juga mengandung nutrisi penting lainnya.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian eksperimen sama subyek. Semua subyek penelitian bertindak sebagai kelompok kontrol maupun kelompok

perlakuan. Pertama-tama subyek diperiksa kadar Malondyaldehyde (MDA) sebagai indikator adanya stres oksidatif, kemudian diberikan perlakuan latihan aerobik tipe *high impact*, setelah itu juga diperiksa MDA nya lagi. Setelah itu diberikan perlakuan dengan memberi jus buah tomat sebanyak 100 ml kepada subyek penelitian selama satu minggu dan kadar MDA diperiksa kembali. Perlakuan yang terakhir adalah diberikan suplemen makanan berupa kombinasi vitamin C dan bioflavonoid selama satu minggu dan diperiksa kembali kadar MDA nya. Data lain yang diperiksa adalah karakteristik subyek yang meliputi perubahan nadi dan berat badan.

Alat penelitian meliputi alat pengambilan darah subyek, alat untuk menentukan kadar MDA plasma, alat untuk menentukan kadar vitamin C plasma, dan alat pengukur nadi. Bahan yang dibutuhkan adalah darah (8 ml), buah tomat, kombinasi vitamin C (220 mg) dan bioflavonoid (100 mg), reagensia untuk analisa MDA, dan analisa vitamin C.

Pemeriksaan MDA plasma menggunakan metode Kolorimetri menurut Wuryastuti (2000). Pemeriksaan vitamin C dalam plasma metode kolorimetri. Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa Poltekkes Surakarta Jurusan Kebidanan Klaten. Subjek penelitian diambil dari populasi dengan memenuhi kriteria inklusi

Analisa statistik, mula-mula dilakukan analisis univariat yang digunakan untuk menggambarkan distribusi frekuensi karakteristik masing-masing subyek. Analisa selanjutnya adalah dengan uji anova yang ditujukan untuk mengetahui ada perbedaan kadar MDA antara kelompok pemberian

vitamin C dan tomat pada subyek penelitian. Apabila ada perbedaan yang bermakna, maka data selanjutnya diuji dengan uji *paired t-test* ($p < 0,05$), untuk mengetahui letak perbedaannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Berdasarkan hasil pengumpulan data awal, dapat dikemukakan karakteristik subyek penelitian yang meliputi variabel umur, siklus menstruasi, berat badan, tinggi badan, IMT, tekanan darah *sistole* dan *diastole*, nadi, frekuensi pernapasan dan suhu badan yang memperlihatkan bahwa peserta dalam keadaan sehat dan memiliki siklus menstruasi rata-rata normal, indeks masa tubuh normal, tekanan darah normal, suhu tubuh, nadi, respirasi dan hitung trombosit normal menunjukkan bahwa semua peserta sehat secara fisiologis.

Tinggi badan dan usia subyek penelitian tidak ada perbedaan yang bermakna karena subyek penelitian semuanya tinggal di asrama, mendapatkan konsumsi makanan yang sama, peraturan jam istirahat yang sama serta kegiatan sehari - hari yang hampir sama maka faktor pengganggu diluar variabel penelitian dapat diperkecil. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa peserta mempunyai karakteristik yang sama.

Setelah mendapatkan perlakuan yang sama, didapatkan perubahan berat badan dan nadi yang hampir sama selama mengikuti latihan. Perubahan berat badan dan nadi dapat digunakan sebagai indikator respon fisiologis selama latihan. Melihat hasil perubahan berat badan diatas ternyata ada penurunan berat badan rata-rata 1,1 kg pada latihan pertama, 0,9 kg pada latihan ke dua dan 1,2 kg pada

latihan ke tiga jadi rata rata kehilangan berat badan pada setiap kali latihan sebanyak 1 kg atau sekitar 2% dari berat badan mula-mula. Penurunan berat badan ini kemungkinan bisa disebabkan karena banyaknya cairan yang keluar melalui keringat dan adanya peningkatan metabolisme tubuh selama latihan. Perubahan nadi, menunjukkan perubahan kerja jantung dalam memenuhi kebutuhan Oksigen yang makin meningkat akibat latihan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Guyton (2002), bahwa semakin banyak oksigen yang digunakan untuk proses oksidasi maka semakin banyak pula kebutuhan oksigen, sehingga kerja jantung juga makin cepat. Frekuensi nadi sebelum latihan adalah 93 x/menit dan pada akhir latihan inti meningkat menjadi 167,3 x/menit. Pada semua kegiatan terjadi peningkatan denyut nadi, hal ini menunjukkan bahwa respon terhadap perlakuan yang dialami oleh subyek dapat dianggap sama, dengan demikian diharapkan pengaruh terhadap hasil tidak banyak berbeda.

Data lain yang mendukung penelitian ini adalah data kadar vitamin C plasma yang

diambil untuk memastikan absorpsi vitamin C yang dikonsumsi subyek penelitian. Kadar vitamin C plasma berbeda pada setiap penentuan, pada saat sebelum latihan dan sesudah latihan kadar vitamin C plasmanya tampak berbeda. Setelah diberikan jus buah tomat terjadi peningkatan kadar vitamin C plasma, tetapi setelah latihan aerobik tipe *high impact* terjadi penurunan, demikian juga setelah pemberian kombinasi vitamin C dan bioflavonoid 320 mg selama 1 minggu ada kenaikan kadar vitamin C plasma mengalami peningkatan cukup signifikan, namun setelah melakukan latihan aerobik yang kedua terjadi penurunan kadar vitamin C plasma yang cukup signifikan. Melihat data tersebut, dapat disimpulkan bahwa kadar vitamin C plasma berubah-ubah sesuai dengan perlakuan masing-masing. Kadar vitamin C juga selalu mengalami penurunan setelah melakukan latihan. Penurunan ini terjadi untuk mengimbangi peningkatan metabolisme oksidatif dan produksi prooksidan (Yeo and Davidge, 2001).

Tabel 1. Karakteristik responden

Karakteristik (N = 32)	Rerata ± Std. Deviation
Umur (tahun)	19,03 ± 0,69
Siklus Menstruasi (hari)	29,03 ± 2,83
Berat badan (Kg)	49,27 ± 4,68
Tinggi Badan (Cm)	156,19 ± 4,00
Indeks masa Tubuh (Kg /m ²)	20,38 ± 1,64
Tekanan darah Sistol (mm Hg)	110,00 ± 7,18
Tekanan darah Diastol (mm Hg)	79,38 ± 6,69
Denyut Nadi (x/menit)	81,00 ± 4,63
Frekuensi Pernapasan (x/ menit)	21,31 ± 1,87
Suhu Tubuh (° C)	36,38 ± 0,32
Kadar Malondialdehyde (µmol/ml)	6,67± 1,06

Tabel 2. Rerata Berat Badan dan Nadi

Perlakuan N = 32	Perubahan BB (Kg)			Perubahan nadi (Kali/Menit)		
	pre	post	pre	Set. Pem	Inti	dgn
	Latihan I	49,30	48,35	81	93	167,3
Ssdh jus tomat 100 ml	49,5	48,3	81	95,8	164,3	127
Ssdh komb vit C dan Bioflavonoid	49,5	48,6	81	95,2	166,1	131,8

Keterangan

N = Jumlah sampel

pre : sebelum latihan

post : sesudah latihan

dgn : pendinginan

Tabel 3. Kadar vitamin C plasma ($\mu\text{g}/\text{ml}$) antar kelompok Perlakuan

Kadar vitamin C (N = 32)	Rerata \pm Std. Deviasi
Sebelum perlakuan	0,4184 \pm 0,22194
Sesudah perlakuan ke-1	0,1363 \pm 0,09022
Sesudah jus buah tomat 1 minggu	0,7450 \pm 0,21341
Sesudah perlakuan ke – 3	0,5178 \pm 0,23225
Sesudah kombinasi vitamin C dan bioflavonoid 1 minggu	1,2634 \pm 0,32306
Sesudah perlakuan ke – 2	0,8531 \pm 0,30161

Rerata kadar MDA plasma sebelum latihan ($6,67 \pm 1,06$ nmol/ml) dibandingkan dengan sesudah latihan ($11,68 \pm 0,88$), dengan nilai $p = 0,00$ ($p < 0,05$). Hal ini kemungkinan terkait dengan kadar vitamin C sebelum latihan yang rata-rata rendah yaitu $0,41$ $\mu\text{g}/\text{ml}$ yang berada di bawah rerata kadar normal yang mencapai $1,5$ $\mu\text{g}/\text{ml}$.

Hasil uji anova didapatkan $p = 0,04$ ($p < 0,05$), yang berarti ada perbedaan yang bermakna peningkatan kadar MDA plasma antar kelompok sebelum latihan dan sesudah latihan. Sedangkan pada kelompok setelah pemberian jus buah tomat dan kombinasi vitamin C dan bioflavonoid dibandingkan sebelum latihan ternyata hasilnya

menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antar kelompok yang ditunjukkan dengan nilai $p = 0,08$ ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa baik jus buah tomat maupun kombinasi vitamin C dan bioflavonoid dapat mencegah kenaikan kadar MDA plasma secara signifikan. Sedangkan bila dibandingkan antara kelompok pemberian kombinasi vitamin C dan bioflavonoid dengan kelompok yang diberi jus buah tomat ternyata menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna antara keduanya dalam mencegah kenaikan kadar MDA plasma akibat latihan aerobik tipe *high impact* dengan ditunjukkan nilai $p = 0,08$ ($p > 0,05$)

Tabel 4 Rerata MDA plasma ($\mu\text{mol/ml}$), anova dan *paired t-test* antar Kelompok Perlakuan

Kelompok (N=32)	Rerata \pm SD	P < 0,05	P < 0,05
Sblm Lat	6,67 \pm 1,06		
Ssdh Lat	11,68 \pm 0,88	S	S
Ssdh tomat + latihan	6,25 \pm 1,15		NS
Ssdh Vit C + latihan	6,31 \pm 1,20		S

Keterangan :

N = Jumlah subyek

S = signifikan

NS = tidak signifikan

Melihat adanya perbedaan yang bermakna dari hasil uji anova, maka uji selanjutnya adalah untuk mengetahui letak perbedaannya, yaitu dengan uji *paired t test*. Analisis *paired t-test* kadar MDA plasma sebelum dan setelah latihan aerobik I didapatkan hasil yang berbeda secara bermakna dengan nilai $p < 0,00$ ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kadar MDA plasma dapat naik dengan perlakuan latihan aerobik tipe *high impact*. Setelah pemberian vitamin C dan bioflavonoid serta dilakukan perlakuan latihan aerobik tipe *high impact* ternyata dapat mencegah kenaikan kadar MDA plasma secara signifikan dengan nilai $p < 0,035$ ($p < 0,05$). Pada pemberian buah tomat 100 gr ternyata juga dapat mencegah kenaikan kadar MDA plasma setelah latihan aerobik tipe *high impact* secara signifikan $p < 0,05$. Hal ini berkaitan erat dengan kandungan vitamin C yang ada dalam kombinasi vitamin C dan bioflavonoid serta yang ada dalam jus buah tomat. Kombinasi

vitamin C dan bioflavonoid mengandung vitamin C sebanyak 220 mg/kaplet dan jus buah tomat mengandung vitamin C sebanyak 42,4 mg/100 ml.

Uji antara kelompok yang diberikan tomat dan yang diberikan kombinasi vitamin C dan bioflavonoid menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna antara keduanya dalam mencegah kenaikan kadar MDA plasma akibat latihan aerobik tipe *high impact* dengan ditunjukkan nilai $p < 0,08$ ($> 0,05$). Hal ini berkaitan dengan kandungan kombinasi vitamin C dan bioflavonoid dan jus buah tomat. Kombinasi vitamin C dan bioflavonoid, mengandung vitamin C dan bioflavonoid yang juga berperan sebagai antioksidan, begitu juga jus buah tomat yang mengandung vitamin C dan likopen sebagai antioksidan.

Peningkatan kadar MDA plasma terjadi secara signifikan setelah latihan aerobik tipe *high impact*, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Harjanto (2005)

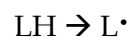
bahwa olahraga aerobik secara sangat bermakna meningkatkan kadar MDA plasma. Ramel *et al.* (2004), juga menyatakan bahwa setelah latihan sub maksimal terjadi peningkatan kadar MDA plasma. Peningkatan MDA plasma juga dipicu oleh rendahnya kadar vitamin C dan tingginya produksi radikal bebas yang disebabkan oleh latihan aerobik tipe *high impact*, menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan antara radikal bebas dengan pertahanan antioksidan. Ketidakseimbangan antara radikal bebas dengan pertahanan antioksidan yang berada di dalam tubuh merupakan awal terjadinya stres oksidatif (Yoshikawa and Naito, 2002). Kadar antioksidan yang rendah dapat meningkatkan kerusakan seluler oksidatif sehingga meningkatkan produk peroksidasi lipid berupa MDA. Radikal bebas dapat merusak sel dengan cara mengoksidasi rantai *Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA) yang merupakan komponen utama fosfolipid membran seluler maupun subseluler. Vitamin C berperan sebagai antioksidan pemutus rantai radikal yang bersifat lipofilik dan dapat bereaksi dengan radikal peroksida lipid sehingga terjadi penghambatan oksidasi asam lemak tidak jenuh terutama asam arakidonat (Mensink, *et al.*, 2002).

Setelah diberikan antioksidan berupa suplemen kombinasi vitamin C dan bioflavonoid serta buah tomat, terjadi penurunan kadar MDA plasma, hal ini sesuai dengan penelitian Vincent *et al.* (2006), bahwa suplementasi antioksidan menurunkan stres oksidatif yang diinduksi oleh latihan pada wanita muda yang overweight.

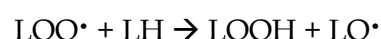
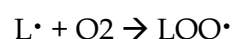
Peningkatan MDA sebelum diberikan antioksidan dimungkinkan oleh adanya proses berantai pembentukan radikal bebas yang

berasal dari asam lemak tak jenuh ganda (PUFA/*Poly unsaturated Fatty Acid*). Pada proses ini terjadi :

(1) Tahap Inisiasi : Radikal bebas mengambil hydrogen dari PUFA membentuk radikal lipid.



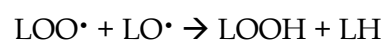
(2) Tahap propagasi : radikal lipid bereaksi dengan oksigen membentuk radikal lipid peroksil



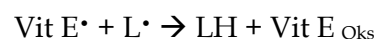
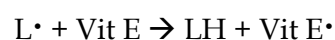
(3) Tahap Degradasi : pembentukan produk radikal bebas dan molekul peroksidasi lipid

Malondialdehid dan Peroksidasi lipid yang terdegradasi

(4) Tahap Terminasi :



atau



Vitamin E[•] + vitamin C → Vitamin C teroksidasi + vitamin C tereduksi
 Vitamin C teroksidasi + Bioflavonoid → Vitamin C tereduksi

Pada proses ini, peran vitamin C adalah pada tahap propagasi, dengan cara mengubah vitamin E teroksidasi menjadi vitamin E tereduksi sehingga radikal lipid (L[•]) menjadi LH. Peran Bioflavonoid adalah mencegah konversi vitamin C menjadi vitamin C teroksidasi (Rosati *et al.*, 2004). Dengan adanya proses ini, maka jumlah radikal lipid yang diubah menjadi LH juga semakin banyak, sehingga reaksi degradasi terbentuknya MDA dan lipid peroksida menjadi semakin sedikit dan kombinasi antara vitamin C dan bioflavonoid sangat efektif untuk mengatasi peningkatan MDA.

Buah tomat juga berperan sangat kompleks, karena mengandung nutrisi penting diantaranya vitamin C, likopen, β -karoten dan lain-lain. Likopen merupakan antioksidan yang berfungsi sebagai prekursor vitamin A dan β -karoten yang bersifat hidrofobik dan mudah melarutkan lemak (Ahuja *et al.*, 2003). Likopen juga merupakan inhibitor kuat terhadap lipid peroksida pada membran liposom yang menghambat akumulasi MDA (Klebanov *et al.*, 1998 *cit* Riso *et al.*, 2004). Likopen pada buah tomat berbentuk siklik dan mempunyai 11 ikatan rangkap terkonjugasi. Likopen berperan untuk menyingkirkan singlet Oksigen (O_2^*) dan menangkap radikal peroksil. Dengan adanya netralisir oksigen singlet ini maka reaksi berantai dapat dihentikan (Marks *et al.*, 2002).

Menurut Garcia *et al.*, (2001), kenaikan serum likopen dalam tubuh merupakan faktor penentu untuk mengurangi risiko kematian akibat penyakit kanker dan jantung koroner. Aktifitas biologis likopen dalam melindungi sel dari kerusakan oksidatif adalah dengan cara menstimulasi kerja enzim antioksidan primer seperti SOD, GPx dan Katalase.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah Jus buah tomat (*Solanum Lycopersicum*) dengan dosis 100 ml mempunyai kemampuan yang sebanding dengan kombinasi vitamin C dan bioflavonoid dengan dosis 320 mg sebagai antioksidan dalam menghambat peningkatan kadar MDA plasma setelah Latihan Aerobik tipe *high impact*.

2. Saran

Saran pada penelitian ini adalah : (1) Pemeriksaan MDA tidak hanya pada plasma saja sehingga diketahui hubungan antara komponen darah dengan stres oksidatif. (3) Latihan aerobik tipe *high impact* sebaiknya dibarengi dengan konsumsi antioksidan yang memadai sehingga kerusakan sel atau jaringan dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, K.D.K., El Ashton,M.J., Ball,M.J., 2003. Effect of A High Monounsaturated Tomato-rich Diet on Serum of Lycopene. *Eur J. of Clin Nutr.*57 ; 832-842
- Ambardini, R. L. 2005 *Efek Pemberian Panax Ginseng terhadap Kadar MDA dan SOD darah pada Latihan Fisik Aerobik Intensitas Sedang*, Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Anonim. 2007. Vitamin C : Definition and Much More from Answer.dcom. <http://www.answer.co/topic/vitamin-c>. diakses tanggal 10 Januari 2007
- Aruoma, O.I. 1999. Free Radicals, Antioxidants and International Nutrition : Review article. *Asia Pacific J. Clin Nutr* 8(1) : 53 – 63
- Asj'ari, S.R. 2004. *Misteri Umur Panjang, Tinjauan dari Aspek Biokimia Gizi Molekuler*: Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Ilmu Biokimia. Yogyakarta : FK UGM.
- Bsoul, S,A and Terezhaimy,GT. 2004. Vitamin C in Health Disease. *J. of Contemporary Dental Practice.*5(2)May 15. <http://www.thejcdp.com>.
- Carter, J.W., Ready, A.E., Singhroy, S., Duta,E., Gerrard,J.M.1989. The Effect of Exercise on Bleeding Time and Local Production of Prostacyclin and Tromboxane. *Eur J Appl Physiol.* 59(5) : 355-9
- Chen, H.I, Tang, Y.R., Wu,H.J.,Jen,CJ. 1989. Effect of Acute Exercise on Bleeding time, Bleeding amount and Blood cell counts: a comparative study. *Thromb Res Aug 15 ;55(4):503 – 10*.
- Clarkson, P. M., and Thompson, H. S. 2000. Antioxidants : What Role Do Play in Physical Activity and Health ? *American J. of Clin Nutr*, Vol 72, No. 2, 637S-646s
- Didinkaem. 2006. *Tomat Antioksidan Paling Tinggi*, <http://www.halalguide.info/content/view/592/71/>. Diakses tanggal 5 April 2007 .
- Doewes, M. 1993. *Kedokteran Olah Raga*. Depdikbud RI. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Gandasoebrata, R. 2006. *Penuntun Laboratorium Klinik*. Jakarta : Dian Rakyat.
- Garcia, A.F.P., Butz, P., and Tauscher, B. 2001. Effect of High Pressure Processing on Carotenoid Extractability, Antioxidant Activity, Glucose Difusion and Water Binding of Tomato Puree (*icopenersion esculentum mill*). *J. of Food Science* 66(7): 1033-103
- Guyton, A.C. and Hall,. 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Terjemahan dari textbook Human Physiology and Mechanism of Disease. 7th ed Jakarta : EGC.
- Harjanto. 2006. Antioksidan dan Latihan Olah Raga. *Jurnal Kedokteran YARSI* 14 (1): 070 -077.
- Lawson, C and Fitzgerald,GA. 1996. *Oxidative Stress and Platelet Activation in Diabetes Mellitus*. *Diabete Research and Clinical Practice*. <http://www.cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=3039427>
- Lazarus,SA.,Garg,ML.,Bowen,K. 2007. Clarified Tomato Juice Inhibits Platelet Agregation. *ISHS Acta Horticulturae* 724 : IX *International Symposium on The Processing Tomato*. http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=724_28
- Marks, D.B., Marks, D.A., and Smith, C.M., 1996. *Basic Medical Biochemistry, A Clinical Approach*. USA: Williams and Wilkins Baltimore.
- Morel, O., Jesel. L., Hugel, B., Douchet, M-P., Zupan, M. 2003. Protective Effect of Vitamin C on endothelium damage and Platelet activation during myocardinal infarction in Patients with

sustained generation of circulation microparticles. *J. Of Thrombosis and Haemostasis* vol 1. Iss 1 : 171 - 177 Jan 2003. <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046/j.1538-7836.2003.00010.x/enhancedabs>.

- Pignatelli, P., Sanguigni, V., Paola, S.G., Lo Coco, E., Lenti, L., Violi, F., 2005. Vitamin C Inhibits Platelet Expression of CD 40 ligand. *Free Radic Biol Med*;38(12): 1662
- Ramel, A., Wagner, K. H., and Elmadfa, I., 2004. Plasma Antioxidant and Lipid Oksidation after Submaximal Resistance Exercise in Men. *Eur. J. of nutr.* Vol. 43 No 1/ February 2004.
- Riso, P., Visioli, F., Testolin, G., and Porrini, M. 2004 Licopene and Vitamin C Concentrations Increase in Plasma and Lymphocytes after Tomato Intake. Effect on Cellular antioxidant protection. *Eur. J. of Clin Nutr.* 58, 1350-1358.
- Rosati, C., Mourgues, F., Almeida, M. R.J., 2004. Biochemical and Molecular Characterization of Flavanoid Pathway in Strawberry Fruits. *The J. of Agricultural Genetics Italy.* C. 55:419-502.
- Senturk, U.K., Gunduz, F., Kuru, O., Aktekin, M.R., Kipman, D., Yesilkaya, A., Bor-Kucukatay, M., and Baskurt, O.K. 2001. Exercise Induced Oxidative Stress Effect Erythrocytes in Sedentary Rats but not Exercise-Trained Rats. *J Appl Physiol.* Nov; 91(5) : 1999 - 2004.
- Senturk, U.K., Gunduz, F., Kuru, O., Kocer, G., Ozkaya, Y.G., Yesilkaya, A., Bor-Kucukatay, M., Uyklu, M., Yalcin, O., and Baskurt, O.K. 2005. Exercise Induced Oxidative Stress Leads Hemolysis in Sedentary but not Trained Humans. *J Appl Physiol.* 99(4) : 1434 - 41 Epub.
- Smith, J.E. 2003. Effect of Strenuous Exercise on Haemostasis. *Br J Sport Med* ; 37: 433-435. <http://bjsm.bmj.com/cgi/content/full/37/5/433>. tanggal 20 Februari 2007.
- South, J. 2007. *Resveratrol and Quercetin- Anti Heart and Anti Cancer Duo to Order.* <http://www.smart-drug.com/JamesSouth-resveratrol.htm>
- Sukmawati, D. 2005. Stres Oksidatif, Antioksidan Vitamin dan Kesehatan. *Majalah Kedokteran Indon.* 2 (2)
- Wirya, I. 2002. Pemberian Suplemen Kompleks Antioksidan pada Pelari Sprint 200 Meter untuk Menurunkan Kadar Laktat Darah. *Medika.* (52) Jan : 6 - 10.
- Woeryati, S., Wara, K., dan Noerhadi, M., 1996. *Dasar-Dasar Latihan Senam Aerobik.* Yogyakarta FPOK - IKIP
- Wuryastuti, H. 2000. The Influence of Dietary Proteina and Fats on Plasma Lipid in Sprague-Dawley rats. *Indonesian food and Nutrition Progress*; 7(2):38.
- Yeo, S., and Davidge, S., 2001. Possible Beneficial Effect of Exercise, by Reducing Oxidativestress, on Incidence of Preeclampsia. *Mary Ann Liebert, Inc. J. of Women's Health & Gender-Based Medicine-* 10(10): 983 -898
- Yoshikawa, T. and Naito, Y. 2002. What is Oxidative Stress?. *JMAJ.* 45(7): 271-6.