

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN ANTIOKSIDAN SINTETIK  
TERHADAP KADAR *SUPEROXIDE DISMUTASE* (SOD)  
PADA AKTIVITAS FISIK ANAEROBIK**

**Apriani<sup>1</sup>, Hardi Darmawan<sup>2</sup>, Theodorus<sup>3</sup>**

Fisiologi Kedokteran Program Studi Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas  
Sriwijaya Palembang<sup>1</sup>, Dosen Fisiologi Kedokteran<sup>2</sup>, Dosen Metodologi Penelitian<sup>3</sup>.

**ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Aktivitas fisik anaerobik dapat mengakibatkan terbentuknya radikal bebas sehingga dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif. Untuk mencegah terjadinya stres oksidatif diperlukan antioksidan sintetik. Salah satu contohnya adalah glisodin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian antioksidan sintetik dan plasebo terhadap kadar SOD pada aktivitas fisik anaerobik.

**Metode:** Penelitian *Randomised Controlled Trials, double blind* dilaksanakan di Lapangan Olahraga Universitas Sriwijaya Bukit Palembang, sedangkan untuk pemeriksaan kadar SOD di Laboratorium Biologi Molekuler Universitas Sriwijaya Palembang. Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 34 sampel yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan dengan pemberian antioksidan sintetik (glisodin) sebanyak 2 kapsul (500 IU) dan kelompok plasebo dengan pemberian 2 kapsul kosong dengan warna, bentuk dan ukuran yang sama dengan glisodin.

**Hasil:** Hasil penelitian melalui *paired t-test* menunjukkan bahwa rerata kadar SOD (dalam satuan Dalton) sebelum perlakuan pada kelompok glisodin  $0,066 \pm 0,059$  dan sesudah perlakuan  $1,135 \pm 0,959$ , dengan

*p value* = 0,000, sedangkan pada kelompok plasebo sebelum perlakuan  $0,059 \pm 0,064$  dan sesudah perlakuan  $0,343 \pm 0,224$ , dengan *p value* = 0,000. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar SOD yang signifikan pada kelompok perlakuan setelah diberikan antioksidan sintetik (glisodin).

**Kesimpulan:** Ada perbedaan efektivitas pemberian antioksidan sintetik dan plasebo terhadap kadar SOD pada aktivitas fisik anaerobik.

**Kata Kunci:** *Superoxide Dismutase* (SOD), antioksidan sintetik, glisodin, aktivitas fisik anaerobik

## PENDAHULUAN

Aktivitas fisik anaerobik adalah aktivitas fisik yang dalam proses metabolisme pembentukan energi tidak menggunakan oksigen. Energi dihasilkan dari pembentukan ATP melalui sumber energi yang berasal dari *kreatinfosfat* dan glikogen (Hermina *et al.*, 2004). Aktivitas fisik dengan intensitas maksimal dapat meningkatkan konsumsi oksigen 100 – 200 kali lipat karena terjadi peningkatan metabolisme di dalam tubuh. Peningkatan penggunaan oksigen terutama oleh otot-otot yang berkontraksi, menyebabkan terjadinya peningkatan kebocoran elektron dari mitokondria yang akan menjadi *SOR (Senyawa Oksigen Reaktif)* (Clarkson & Thompson, 2000). Umumnya 2-5% dari oksigen yang digunakan dalam proses metabolisme di dalam tubuh akan menjadi ion superoksid sehingga saat aktivitas fisik berat terjadi peningkatan produksi radikal bebas (Chevion, 2003).

Dalam keadaan normal radikal bebas yang diproduksi di dalam tubuh akan dinetralkan oleh antioksidan yang ada di dalam tubuh, antara lain oleh antioksidan *Superoxide Dismutase* (SOD). Apabila kadar radikal bebas terlalu tinggi seperti saat melakukan latihan aerobik maksimal dan latihan fisik anaerobik, maka kemampuan dari antioksidan endogen tidak memadai untuk menetralkan radikal bebas sehingga terjadi keadaan yang tidak seimbang antara radikal bebas dengan antioksidan yang disebut stres oksidatif (Clarkson, 2000; Leeuwenburgh, 2001; Harjanto, 2004 dan Halliwell, Gutteridge, 2007 *cit* Kurniawaty, 2014).

Stres oksidatif timbul akibat reaksi metabolik yang menggunakan oksigen dan mengakibatkan gangguan pada keseimbangan antara oksidan dan antioksidan (Suarsana *et al.*,

2013). Antioksidan adalah zat yang dapat melawan pengaruh bahaya dari radikal bebas yang terbentuk sebagai hasil metabolisme oksidatif, yaitu hasil dari reaksi-reaksi kimia dan proses metabolik yang terjadi di dalam tubuh (Rohmatussolihat, 2009).

Berdasarkan sumber perolehannya ada 2 macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (sintetik). Antioksidan alami umumnya berupa senyawa-senyawa *fenolik* yang terdapat dalam berbagai tanaman, sedangkan antioksidan sintetik, seperti *Butil Hidroksi Anisol (BHA)* dan *Butil Hidroksi Toluena (BHT)*, merupakan antioksidan yang dirancang berdasarkan mekanisme penghambatan radikal oleh antioksidan alami (Yunita *et al.*, 2012).

Salah satu contoh antioksidan sintetik adalah glisodin. Glisodin adalah suplemen antioksidan yang terbuat dari ekstrak melon dan *gliadin*. Ekstrak melon yang terkandung dalam glisodin merupakan sumber yang kaya enzim antioksidan SOD (*Superoxide Dismutase*). Melon mengandung gula yang tinggi dan *lycopene* yang berfungsi sebagai anti kanker. Melon merah dan orange juga mengandung *carotenoid* yang dapat melindungi sel tubuh terhadap kerusakan radikal bebas dan dapat diubah menjadi vitamin A dalam tubuh (Siswanto, 2010). SOD yang terkandung di dalam buah melon merupakan antioksidan pertama yang dimobilisasi oleh sel sebagai mekanisme pertahanan tubuh. SOD diperkirakan lebih kuat dibanding vitamin antioksidan karena SOD mengaktifkan produksi antioksidan tubuh sendiri termasuk *katalase* dan *glutathion peroksidase* (Arief, 2010). Selain mengandung ekstrak melon, glisodin juga mengandung *gliadin* yang merupakan *glukoprotein* yang terdapat di dalam gandum

dan sereal lainnya. *Gliadin* digunakan untuk melindungi enzim (misalnya SOD) terhadap asam lambung (*European Food Safety Authority*, 2010).

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian uji klinik berpembanding dalam bentuk *double blind*. Penelitian ini dilaksanakan di Lapangan Olahraga Universitas Sriwijaya Bukit Palembang pada tanggal 21 Maret 2015, sedangkan untuk pemeriksaan kadar SOD di Laboratorium Biologi Molekuler Universitas Sriwijaya Palembang pada tanggal 11-12 April 2015. Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 34 sampel yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan dengan pemberian antioksidan sintetik (glisodin) sebanyak 2 kapsul (500 IU) dan kelompok plasebo dengan pemberian 2 kapsul kosong dengan warna, bentuk dan ukuran yang sama dengan glisodin.

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah spektrofotometer, vortex, cuvette, mikropipet beserta tip kuning dan biru, gelas ukur dan centrifuge. Bahan SOD adalah Mixed Substrate 5 x 20 ml, Buffer 1 x 105 ml, Xanthine Oxidase 3 x 10 ml, Cal Standard 5 x 10 ml.

### Pemeriksaan Kadar SOD

Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung reaksi tanpa antikoagulan diendapkan

selama 30 menit pada suhu kamar kemudian dipindahkan dalam tabung centrifuge dan dicentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Serum diambil dengan mikropipet sebanyak 0,05 ml kemudian dimasukkan ke dalam cuvette. Sampel serum sebanyak 0,05 ml ditambah 1,7 ml mixed substrate, ditambah 0,25 ml xanthine oxidase kemudian dihomogenkan dengan vortex. Sampel kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang (505 nm). Baca hasil absorbansi A1 setelah 30 detik dan terakhir baca absorbansi A2 setelah 3 menit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Pada penelitian ini karakteristik subjek penelitian meliputi umur, tinggi badan, berat badan, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, nadi dan frekuensi pernafasan pada kelompok perlakuan (pemberian glisodin) dan kelompok plasebo/ pembeding. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna ( $p > 0,05$ ) sehingga kedua kelompok dapat dibandingkan. Adapun data tentang karakteristik tersebut dicantumkan pada tabel berikut:

**Tabel 1. Homogenitas Kelompok Perlakuan (Glisodin) dan Plasebo**

Variabel	Kelompok		P
	Glisodin	Plasebo	
Umur (th)	18,82 ± 0,883	18,76 ± 0,831	0,670
Tinggi Badan (cm)	169,12 ± 5,207	167,18 ± 6,095	0,671
TD Sistolik (mmHg)	125,88 ± 8,703	115,29 ± 9,432	0,906
TD Diastolik (mmHg)	75,88 ± 5,073	73,53 ± 4,926	0,508
Nadi (x/menit)	78,00 ± 5,545	79,24 ± 3,993	0,169
RR (x/menit)	20,12 ± 1,219	20,71 ± 1,532	0,357

*Levene Test, p* ≥ 0,05

Umur subjek penelitian/partisipan ditentukan dalam kriteria inklusi yakni 18-20 tahun, supaya peserta yang terpilih mempunyai daya tahan kardiovaskuler yang maksimal untuk dapat mengikuti aktivitas fisik anaerobik. Selain itu, batasan umur tersebut ditentukan untuk homogenitas umur partisipan. Hal ini sejalan dengan yang dilakukan oleh Chevion *et al* (2008) yang melakukan penelitian serupa pada 31 orang laki-laki sehat dengan rata-rata umur 19 tahun.

Umur mempengaruhi hampir semua komponen kondisi fisik. Daya tahan kardiovaskuler yang berhubungan dengan stamina menunjukkan suatu tendensi meningkat pada masa anak-anak sampai sekitar dua puluh tahun dan mencapai maksimal di usia 20 sampai 30 tahun. Daya tahan tersebut akan makin menurun sejalan

dengan bertambahnya usia, dengan penurunan 8-10% perdekade untuk individu yang tidak aktif, sedangkan untuk individu yang aktif penurunan tersebut 4-5% perdekade (Mardiah, 2013).

Aktivitas fisik akan menyebabkan perubahan-perubahan pada faal tubuh manusia, baik bersifat sementara maupun yang bersifat menetap. Aktivitas fisik dengan intensitas tinggi akan mempengaruhi daya tahan kardiovaskuler dan respirasi. Daya tahan kardiovaskuler dan respirasi itu meliputi: tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, denyut nadi dan frekuensi pernafasan. Dalam melakukan aktivitas fisik anaerobik subjek penelitian harus mencapai daya tahan kardiovaskuler yang maksimal.

**Tabel 2. Perbedaan Berat Badan pada Kelompok Perlakuan (Glisodin) dan Kelompok Plasebo**

Variabel	Glisodin		<i>p</i> *	Plasebo		<i>p</i> *
	Sebelum	Setelah		Sebelum	Setelah	
Berat Badan	62,47±7,906	61,67 ± 7,892	0,993	59,70± 7,848	59,08 ± 7,729	0,975

*Levene Test, p= 0,05*

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa terjadi penurunan berat badan pada kedua kelompok. Pada kelompok perlakuan (Glisodin) penurunan berat badannya sekitar 1,28 %, sedangkan pada kelompok plasebo penurunan berat badannya sekitar 1,03 %. Hal ini dikarenakan pada aktivitas fisik akan terjadi pengeluaran cairan yang berlebih lewat keringat. Apabila cairan yang keluar berlebihan dan tidak ada cairan yang masuk ke dalam tubuh maka kita akan mengalami dehidrasi. Dehidrasi dapat diukur atau diamati dengan menimbang berat badan sebelum dan setelah beraktivitas.

Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Wadud (2013), yang menyatakan bahwa ada perbedaan berat badan yang bermakna sebelum dan sesudah aktivitas fisik pada kelompok aerobik ( $p=0,000$ ), dan kelompok anaerobik ( $p=0,001$ ). Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Sientina (2012) mengatakan bahwa ada perubahan yang bermakna ( $p=0,000$ ) pada peserta senam aerobik sebelum dan sesudah mengikuti senam aerobik.

Menurut penulis, dehidrasi yang disebabkan karena kehilangan cairan yang berlebih dan tidak disertai pemasukan cairan

yang adekuat dapat menyebabkan terjadinya peningkatan suhu tubuh. Peningkatan suhu tubuh yang terjadi pada aktivitas fisik dapat berpotensi meningkatkan pembentukan senyawa radikal bebas. Jika jumlah radikal bebas yang terbentuk melebihi dari kadar antioksidan yang ada di dalam tubuh kita maka dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif. Stres oksidatif ditandai dengan peningkatan kadar *Malondealdehyde* (MDA) dan penurunan kadar *Superoxide Dismutase* (SOD).

**Tabel 4.3 Uji Normalitas Kadar SOD pada Kelompok Perlakuan (Glisodin) dan Plasebo**

Variabel	Kelompok		P
	Glisodin	Plasebo	
Kadar SOD	0,066 ± 0,0591	0,059 ± 0,064	0,701

*Levene Test, p value* ≥ 0,05

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa kadar SOD sebelum perlakuan pada kelompok Glisodin yaitu  $0,066 \pm 0,0591$ , sedangkan pada kelompok Plasebo kadar SOD sebelum perlakuan yaitu  $0,059 \pm 0,064$ . Hasil uji statistik dengan menggunakan *Levene test* didapatkan *p value* = 0,701. Hal ini menunjukkan bahwa kadar SOD berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan data di atas juga didapatkan hasil bahwa setelah aktivitas fisik anaerobik yaitu lari sprint sejauh 2 x 60 meter ini terjadi penurunan kadar *Superoxide Dismutase* (SOD) baik pada kelompok perlakuan (Glisodin) maupun pada kelompok plasebo. Terjadinya penurunan kadar SOD ini dikarenakan aktivitas fisik anaerobik dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar MDA yang biasanya digunakan sebagai biomarker biologis *peroksidasi lipid* untuk menilai stress oksidatif. Jika terjadi stres oksidatif, maka radikal bebas yang terbentuk jumlahnya sangat meningkat atau jumlah radikal bebas akan melebihi kemampuan sistem pertahanan tubuh.

## 2. Uji Normalitas Data

Uji normalitas data dilakukan untuk melihat apakah data (kadar SOD) sebelum perlakuan berdistribusi normal atau tidak. Apabila data terdistribusi normal maka analisis uji *t-test* menggunakan uji parametrik sedangkan jika data tidak terdistribusi normal maka analisis yang digunakan uji non parametrik. Hasil analisis dapat dilihat sebagai berikut:

Hasil penelitian ini sesuai dengan Penelitian Aslan (1998) yang menemukan bahwa aktivitas fisik akut menyebabkan stres oksidatif dengan meningkatnya *peroksidasi lipid* dan tidak efisiennya sistem pertahanan antioksidan. Aktivitas enzim antioksidan menurun setelah latihan akut, diketahui juga bahwa *hidrogen peroksida* dapat menghambat aktivitas *superoksida dismutase*.

## 3. Perbandingan Efektivitas Pemberian Antioksidan Sintetik (Glisodin) dan Plasebo pada Kelompok Perlakuan dan Plasebo

Pada hasil uji statistik menunjukkan bahwa rata-rata kadar SOD sebelum perlakuan pada kelompok glisodin  $0,066 \pm 0,059$  dan setelah perlakuan yaitu  $1,135 \pm 0,959$ , hasil uji statistik dengan menggunakan uji *paired t-test* didapatkan  $p=0,000$ , sedangkan pada kelompok plasebo rata-rata kadar SOD sebelum perlakuan  $0,059 \pm 0,064$  dan setelah perlakuan yaitu  $0,343 \pm 0,224$ . Hasil uji statistik didapatkan  $p = 0,000$ .

Hasil perbedaan kadar SOD sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok

perlakuan dan plasebo dapat dilihat dari tabel berikut ini:

**Tabel 3. Perbandingan Efektivitas Pemberian Antioksidan Sintetik (Glisodin) dan Plasebo pada Kelompok Perlakuan dan Plasebo**

Variabel	Glisodin			Plasebo			P**
	Sebelum	Setelah	P*	Sebelum	Setelah	P*	
Kadar SOD	0,066 ± 0,059	1,135 ± 0,959	0,000	0,059 ± 0,064	0,343 ± 0,224	0,000	0,000

p\* = Uji t- berpasangan

p\*\* = Uji t tidak berpasangan

Berdasarkan tabel di atas didapatkan bahwa ada perbedaan efektivitas pemberian antioksidan sintetik (glisodin) antara kelompok perlakuan dan kelompok plasebo setelah perlakuan dengan nilai *p value* = 0,000 ( $p < 0,05$ ). Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar SOD yang signifikan setelah pemberian antioksidan sintetik yaitu glisodin pada kelompok perlakuan, sedangkan pada kelompok plasebo terjadi peningkatan kadar SOD tetapi tidak signifikan / bermakna.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Stejnborn (2011) pada anggota tim dayung nasional Polandia yang menyatakan bahwa aktivitas SOD lebih tinggi secara signifikan ( $p = 0,0037$ ) pada kelompok yang menerima glisodin dibanding pada kelompok plasebo. Glisodin terbukti dapat meningkatkan kadar antioksidan.

Peningkatan kadar SOD pada kelompok perlakuan kemungkinan disebabkan karena senyawa yang terkandung didalam glisodin bekerja sebagai antioksidan dengan cara mendonorkan elektronnya kepada radikal bebas. Glisodin merupakan suplemen yang terbuat dari ekstrak melon dan *gliadin*. Menurut *Meinvielle* (2005) glisodin sebagai suplemen antioksidan untuk memperoleh efek perlindungan terhadap gangguan sistem pertahanan alamiah tubuh: fase penyembuhan, terpapar sinar matahari atau ultraviolet secara

terus menerus, atau latihan fisik yang berat (setelah pertandingan olahraga atau untuk orang yang berolahraga pada saat – saat tertentu). Ekstrak melon banyak mengandung gula yang tinggi dan *lycopene* yang berfungsi sebagai anti kanker. Melon merah dan orange juga mengandung *carotenoid* yang dapat melindungi sel tubuh terhadap kerusakan radikal bebas dan dapat diubah menjadi vitamin A dalam tubuh (Siswanto, 2010).

Hasil ini didukung oleh penelitian yang serupa oleh Sulistyowati (2006) yang menunjukkan bahwa dengan pemberian likopen dosis 0,36; 0,72; dan 1,08 mg/ekor/hari terbukti dapat meningkatkan status antioksidan tikus (*Rattus norvegicus galur Sprague Dawley*) *hiperkolesterolemik*.

Peningkatan kadar SOD pada kelompok plasebo kemungkinan dikarenakan adanya jeda waktu istirahat (pemulihan pasif). Jarak antara pengambilan darah pertama dan kedua adalah 70 menit, sedangkan untuk pemulihan asam laktat diperlukan waktu 60 menit. Jika asam laktat menurun atau berkurang, maka pH darah dan otot akan kembali ke keadaan semula sebelum dilakukan aktivitas fisik sehingga pembentukan radikal bebas tidak terjadi.

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa pada aktivitas fisik anaerobik setelah 70 menit pemberian antioksidan sintetik yaitu glisodin sebanyak 2 kapsul (500 IU) dapat

meningkatkan kadar *Superoxide Dismutase* (SOD). Berdasarkan hasil *Independent t-test* menunjukkan bahwa ada perbedaan efektivitas pemberian antioksidan sintetik dan plasebo terhadap kadar *Superoxide Dismutase* (SOD) pada aktivitas fisik anaerobik. Hal ini berarti Ha diterima.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Rerata kadar SOD sebelum perlakuan pada kelompok glisodin yaitu  $0,066 \pm 0,0591$ , sedangkan pada kelompok plasebo yaitu  $0,059 \pm 0,064$ . Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar SOD setelah aktivitas fisik anaerobik.
2. Rerata kadar SOD setelah perlakuan pada kelompok glisodin yaitu  $1,135 \pm 0,959$ , sedangkan pada kelompok plasebo yaitu  $0,343 \pm 0,224$ . Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar antioksidan SOD setelah pemberian glisodin pada kelompok perlakuan (Glisodin).
3. Ada perbedaan efektivitas pemberian antioksidan sintetik dan plasebo terhadap kadar *Superoxide Dismutase* (SOD) pada aktivitas fisik anaerobik.

## SARAN

1. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan menggunakan atlet sebagai sampel penelitiannya.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan variabel lain yang dapat mempengaruhi Kadar SOD atau perlu dilakukan penelitian tentang antioksidan endogen lain seperti GPX, katalase dan antioksidan lainnya.

3. Penelitian ini membuktikan bahwa aktivitas fisik anaerobik dapat menyebabkan penurunan kadar antioksidan SOD. Untuk itu bagi masyarakat setelah melakukan aktivitas fisik anaerobik sebaiknya mengkonsumsi antioksidan, baik itu antioksidan alami maupun sintetik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almuktabar. 2008. *Perspektif Fisiologi Suatu Analisis Kelelahan*. 5 ([http://www.iptekor.com/doc/11\\_2\\_1.pdf](http://www.iptekor.com/doc/11_2_1.pdf), diakses 27 November 2014).
- Arief, Irfan. 2010. *Ekstrak Melon Membantu Mencegah Obesitas*. National Cardiovascular Center Harapan Kita
- Arsana I.N. 2014. *Ekstrak Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana L.) dan Pelatihan Fisik Menurunkan Stres Oksidatif Pada Tikus Wistar (Rattus Norvegicus) Selama Aktivitas Fisik Maksimal*. Disertasi Program Doktor Program Studi Ilmu Kedokteran Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar
- Arts, M.J.T.J., Haenen, G.R.M.M., Voss, H.P. dan Bast, A. (2004). *Antioxidant Capacity of Reaction Products Limits the Applicability of the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) Assay*. Food and Chemical Toxicology, 42, 45–49.
- 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.
- Aslan, R., Sekeroglu, M.R., Tarakcioglu, M., Bayiroglu, F. and Meral, I. 1998. *Effect of Acute and Regular Exercise on*

- Antioxidative Enzymes, Tissue Damage Markers and Membran Lipid Peroxidation of Erythrocytes in Sedentary Students.* Journal of Medical Sciences, 28: 411-414
- Astuti, S. 2008. *Isoflavon Kedelai dan Potensinya Sebagai Penangkap Radikal Bebas (Soybean Isoflavone and Its Potentially as Scavenger Free Radicals).* Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Volume 13, No. 2, September 2008
- Bangso, et.all. 1995. *Lactate and Ion H<sup>+</sup> Effluxes From Human Sclatal Muscle During Intense Dinamic Exercise.* J. Phy. 46:115-133.
- Battineli, T. 2000. *Physique, Fitness, and Performance.* Florida: CRC Fress
- Bohm V, Bitsch R. *Intestinal Absorption of Lycopene from Different Matrices and Interactions or Other Carotenoids, The Lipid Status, and The Antioxidant Capacity of Human Plasma.* Eur J Nutr 1999;38(3):118-25
- Boma, Whikota. 2007. *Manfaat Melon.* Jurnal Sains Vol. 2 No. 2. Desember 2007: 61-89
- Bompa. T. O (1990) *Theory and Methodology of Training,* Toronto, Ontorio Canada, Kendall/Hunt Publishing Company
- Bompa. 1999. *Periodization: Theory and Methodology of Training.* New York University
- Borowski. L, 1998. *Sweating : Students Find Exercise and Dehydration to be Hot Topics in Chemistry.* The Science Teacher Journal
- Cherubini A, Polidori C, Bedetti C, Ercolani S, Senin U, Mecocci P. *Assosiation between ischemic stroke and increased oxidative stress.* Perugia. 1999
- Chevion S et al. 2003. *Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise.* Proc.Nati.Acad.Sci.USA, Vol 100, Issue 9,5119-5123. Diakses pada Tanggal 28 Februari 2013
- Clarkson. P.M and H.S Thompson. 2000. *Antioksidants: What Role Do Play in Physical Activity and Health.* Am J Clin Nutr. 72(2):637S-646S
- Cooper, K.H. (2000). *Antioxidant Revolution,* Tennessee, Thomas Nelson Publishers
- Dalimartha, S. dan Soedibyo, M. (1999). *Awet Muda Dengan Tumbuhan Obat dan Diet Suplemen Trubus Agriwidya.* Jakarta. hal. 36-40.
- Douglas, J.C., Lawrance, E.A. & Scott, J.M., 2000. *National Athletic Trainers Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes.* Journal of Athletic Training. 35: 212-224
- Duharman, T. Panjaitan, Prasetyo, B., Limantara, L. 2008. *Peranan Karotenoid Alami dalam Menangkal Radikal Bebas di dalam Tubuh.* Program Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana & Ma Chung Research Center, Universitas Ma Chung, Malang
- European Food Safety Authority (EFSA), 2010. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to superoxide dismutase (SOD) and protection of DNA, proteins and lipids from oxidative damage, protection of the skin from photo-oxidative (UV-induced) damage reduction of muscle fatigue during exercise, and "effects on immune*

- system"pursuant to Article of Regulation.  
Parma, Italy
- Flohe, L and Gunzher, W. A. 1984. *Assay of Glutathione Peroxides*. *Methods Enzymol.* 105: p. 114-120
- Flora, R. 2005. *Efektivitas Minuman Suplemen dalam Mengembalikan Keseimbangan Cairan Tubuh pada Dehidrasi Akibat Aerobik Intensitas Sedang*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada Yogyakarta
- Fox, E.L., Bowers, R.W., Foss, M.L. 1993 *The Physiological Basis For Exercise And Sport*, USA, Brown & Benchmark Publ
- Fox, E.L., Bowers, R.W., Foss, M.L. 1998. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics (4<sup>th</sup> Ed)*. Philadelphia, Saunders College
- Gomez- Cabrera, M. C., Martinez, A., Santangelo, G., Pallardo, F.V., Sastre, J., dan Vin, J. 2006. *Oxidative Stress in Marathon Runner. Interest of Antioxidant Supplementation*. *British Journal of Nutrition.* 96 (Suppl.1): 3-3
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi ke-9. Penerbit Buku Kedokteran: EGC. Jakarta*
- Halliwell, B. dan Gutteridge, J.M.C. (1999). *Free Radical in Biology and Medicine. 3<sup>rd</sup>ed*. Oxford University Press, 23-31, 105-115
- Halliwell, B. & Whiteman, M. 1999. *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
- Hairrudin & Helianti. 2009. *Efek Protektif Propolis dalam Mencegah Stres Oksidatif Akibat Aktifitas Fisik Berat (Swimming Stress)*
- Harjanto. 2004. *Petanda Biologis dan Faktor yang Mempengaruhi Derajat Stress Oksidatif pada Latihan Olahraga Aerobik Sesaat*. Disertasi Surabaya Program Pascasarjana Universitas Airlangga
- Harsono. 1988. *Coaching dan Aspek-Aspek Psikologis Dalam Coaching*. Jakarta : Depdikbud Dirjen Dikti
- Hermiina Sukmaningtyas, Dwi Pudjonarko. Edwin Basjar. 2004. *Pengaruh Latihan Aerobik dan Anaerobik terhadap System kardiovaskuler dan Kecepatan Reaksi*. *Media Medika Indonesia*; 39@:h 74-79
- Hernawati. *Produksi Asam laktat pada Exercise Aerobik dan Anaerobik*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. [http://hernawati\\_hidayat@yahoo.com](http://hernawati_hidayat@yahoo.com)
- Hillbom M. *Oxidan, Antioxdan, Alcohol, and Stroke*. *Fronties in Bioscience* 4 e. August 15, 1999: 67-71.
- Ina, M., Akyuz, F, Turgut, A, And Getsfridwar. 2001. *Effect of Aerobic and Anaerobic Metabolism on Free Radical Generation Swimmers*. *Medical Science Sports Exercise*
- Kailaku, I.S., Dewandari, K.T., dan Sunarmani. 2007. *Potensi Likopen dalam Tomat untuk Kesehatan*. *Jurnal Kesehatan*, Vol. 3: 51-57
- Kim, H. T., dan Chae, C.H., 2006. *Effect of Exercise and  $\alpha$ -Lipoic Acid Supplementation on Oxidative Stress in Rats*. *Biology of Sport.* 23(2):114-53
- Kiyatno, 2009. *Antioksidan Vitamin dan Kerusakan Otot pada Aktivitas Fisik Studi Eksperimen pada Mahasiswa JPOK-FKIP UNS Surakarta. Volume 43, Nomor 6, Tahun 2009*. *Media Medika Indonesia*.

- Kuncahyo & Sunardi, 2007. *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi, L.) terhadap 1,1-Diphenyl-2-Picrylhidrazyl (DPPH)*. Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007) ISSN: 1978–9777 Yogyakarta
- Leeuwenburgh, C., Heinecke, J.W. 2001. *Oxidative Stress and Antioxidants in Exercise*. Current Medicinal Chemistry 2001, 8, 829-838 829
- Marciniak, A., Brzeszczyńska, J., Gwoździński, K., dan Jegier, A., 2009. *Antioxidant Capacity and Physical Exercise*. Biology of Sport. 26 (3): 197-213
- Mardiah, 2013. *Efek Latihan Fisik Intensitas Sedang terhadap Kadar SGOT dan SGPT pada Mahasiswa STIK Siti Khadijah Palembang 2013*. Tesis Program Studi Ilmu Biomedik Universitas Sriwijaya.
- Margaritis, I., Palazzetti, S., Rousseau, A. S., Richard, M. J. & Favier, A. (2003), *Antioxidant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxidant response*. J Am Coll Nutr, 22, 147-56.
- Meinvielle, F.J.B. 2005. *Superoxide Dismutase (SOD), a Powerful Antioxidant, is now available Orally*. Phytothérapie (2005) Numéro 3: 1-4 © Springer 2005
- Patellongi, Ilham Jaya. 2000. *Fisiologi Olah Raga*. Makasar: Bagian Ilmu Faal, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
- Pelley, J. W. 2007. *Biochemistry*. Mosby Inc. Pennsylvania. p. 55-7
- Purnomo, M. 2011. *Asam Laktat dan Aktivitas SOD Eritrosit pada Fase Pemulihan Setelah Latihan Submaksimal*. Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia Volume 1. Edisi 2. Desember 2011. ISSN: 2088-6802
- Rohmatussolihat, 2009. *Antioksidan, Penyelamat Sel-Sel Tubuh Manusia*. Bio Trends/ Vol.4/No.1/Tahun 2009
- Rusli, Lutun. 2001. *Penanggulangan Cedera Olahraga pada Anak Sekolah Dasar*. Jakarta : Ditjen Olahraga
- Scandalios, J. G. 2005. *Oxidative Stress: Molecular Perception and Transduction of Signals Triggering Antioxidant Gene Defenses*. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 38: 995-014
- Sen, S., Chakraborty, R., Sridhar, Reddy & De. 2010. *Free Radicals, Antioxidants, Diseases And Phytomedicines: Current Status And Future Prospect. Volume 3, Issue 1* . International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research.
- Sholihah, Q., Widodo, M.A. 2008. *Pembentukan Radikal Bebas Akibat Gangguan Ritme Sirkadian dan Paparan Debu Batubara*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol.4, No.2
- Sientina, Fathirina. 2012. *Pengaruh Latihan Senam Aerobik terhadap Perubahan Berat Badan pada Peserta Klub Kebugaran*. Universitas Diponegoro
- Siswanto. 2010. *Meningkatkan Kadar Gula Buah Melon*. Jawa Timur: UPN Veteran
- Siswonoto, Susilo. 2008. *Hubungan Kadar Malondialdehid Plasma dengan Keluaran Klinis Stroke Iskemik Akut*. Program pasca sarjana Magister ilmu biomedik Dan Program pendidikan dokter spesialis Ilmu penyakit saraf Universitas diponegoro Semarang

- Stejnborn, S. et al. *Effects of Oral Supplementation with Plant Superoxide Dismutase Extract on Selected Redox Parameters and An Inflammatory Marker in a, 2000-m Rowing Ergometer Test.* International Journal of Sport Nutrition and Metabolism 2011;124-34.
- Suarsana I.N, Wresdiyati T, Suprayogi A. 2013. *Respon Stres Oksidatif dan Pemberian Isoflavon terhadap Aktivitas Enzim Superoksida Dismutase dan Peroksidasi Lipid pada Hati Tikus.* JITV Vol. 18 No 2 Th. 2013: 146-152
- Sukirno. 2012. *Dasar-Dasar Atletik dan Latihan Fisik.* Palembang: UNSRI
- Sulistiyowati Y. 2006. *Pengaruh Pemberian Likopen terhadap Status Antioksidan (Vitamin C, Vitamin E dan Gluthathion Peroksidase) Tikus (Rattus Norvegicus Galur Sprague Dawley) Hiperkolesterolemik.* Thesis Program Studi Magister Ilmu Biomedik Program Pascasarjana Universitas Diponegoro
- Traber, M. G. 2006. *Relationship of Vitamin E Metabolism and Oxidation in Exercising Human Subjects.* British Journal of Nutrition. 96 (Suppl.1): 34-7
- Wadud, 2013. *Pengaruh Aktivitas Fisik Aerobik dan Anaerobik Terhadap Kadar Anti Diuretik Hormon (ADH) dan Elektrolit Darah.* Jurnal Program Studi Magister Ilmu Biomedik Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya
- Wahyuni, Asja'ri S.R, Sadewa A.H, 2008. *Kajian Kemampuan Jus Buah Tomat (Solanum Lycopersicum) dalam Menghambat Peningkatan Kadar Malondyaldehyde Plasma setelah Latihan Aerobik Tipe High Impact.* Jurnal Kesehatan, ISSN 1979-7621, VOL. I, NO. 2, DESEMBER 2008, Hal 123-132
- Wayan, S.A., 2010. *Efek Karotenoid Chlorella pyrenoidosa Terhadap Aktifitas Malondialdehid dan Superoxyd Dismutase pada Sel Darah Merah Domba yang Mengalami Stres Oksidatif.* Seminar Nasional Biologi
- Winarsi, Hery. 2003. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas Potensi dan Aplikasi dalam Kesehatan.* Yogyakarta. Kanisius
- Wirakusumah, 2000. *Manfaat Melon bagi Kesehatan.* Jurnal Saint dan Teknologi Vol. 2 No. 2 Januari 2000: 115-135
- Yunita, Prabawati S., Setiawan A.F., Agustina A.F. 2012. *Sintesis Senyawa 1,4-Bis [(2-Hidroksi-3-Metoksi-5-Formaldehid-Fenil)-Metil] Piperazin dari Bahan Dasar Vanilin dan Uji Aktifitasnya Sebagai Zat Antioksidan.* Kaunia, Vol. VIII, No. 1
- Yunus, M. 2001. *Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap Kerusakan Membran Sel Eritrosit Tikus Wistar Yang Mendapat Latihan Anaerobik.* Usulan Penelitian tidak diterbitkan. Surabaya: Program Pasca Sarjana UNAIR
- Zelko, I. N., Mariani, T. J. dan Folz, R. J. 2002. *Superoxide Dismutase Multigene Family: A Comparison of The CuZn- SOD (SOD1), Mn-SOD (SOD2), and EC-SOD (SOD3) Gene Structure, Evolution, and Expression.* Free Radical Biology & Medicine. 33 (3): 337-49