

PENGARUH LATIHAN INTERVAL ISTIRAHAT AKTIF DAN ISTIRAHAT PASIF TERHADAP DERAJAT STRES OKSIDATIF

Olivia Andiana,² dan Yudik Prasetyo²

ABSTRACT

The purpose of the research was to determine the effect interval exercise with active rest and passive rest to degree of oxidative stress. This research was an experimental study. Using "randomized pretest-posttest control group design. Samples were obtained in randomized fashion from population 124 healthy subjects between 21-22 years of age, and obtained 8 persons for each groups. They were chosen from Faculty of Sport Science, in University state of Malang. Blood samples were obtained from cubital veins before exercise and after exercise in eppendorf tubes. The present research was designed to determine the changes of plasma lipid peroxidation levels (expressed as malondialdehyde [MDA]) and erythrocyte SOD activity in healthy people. This type of exercise is an aerobic interval exercise by ergocycle. This exercise was executed in the morning. Laboratory examination of the variables used TBARS method in Brawijaya University. Data analysis was carried out using descriptive and inferensial statistic with statistical software SPSS, Pairwise comparisons statistical multivariat and discriminant analysis. From stastical analysis, showed the difference of rate MDA plasma post test between active group of rests interval exercise and passive rests interval exercise ($p = 0.153$). This mean that there no difference between group of interval exercise with active rest and interval exercise with passive rest. While difference of enzymatic activity SOD erythrocyte between group of interval exercise with active rest and interval exercise with passive rest have value $p = 0.004$. There were difference is influence which significant between group of interval exercise with active rest and interval exercise with passive rest. This research result may give scientific information contribution for concept development effort and form of athletics practice which evaluated from oxidative stress parameter.

Key word: Interval exercise, active rest, passive rest and oxidative stress

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari pengaruh latihan interval istirahat aktif dan istirahat pasif terhadap derajat stres oksidatif. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium, dengan pretest-posttest design. Penelitian ini menggunakan sampel yang dipilih secara acak dari 124 orang sehat, berumur 21–22 tahun. Mereka dipilih dari Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang. Sampel darah diambil dari vena cubiti saat sebelum dan sesudah melakukan latihan, dan diletakkan dalam tabung. Variabel tergantung yang diteliti adalah menggunakan indikator kadar MDA dan aktivitas enzim SOD eritrosit. Latihan olahraga dilakukan pada pagi hari dengan bentuk interval (beban latihan yang berselang-seling), terbagi menjadi dua kelompok perlakuan yang dilakukan secara random. Yaitu kelompok interval dengan istirahat aktif dan kelompok interval dengan istirahat pasif. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program statistik SPSS 15, dengan menggunakan uji Manova. Dari analisis statistik menunjukkan perbedaan kadar MDA plasma post test pada kelompok latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif memiliki nilai $p = 0,153$ ($p > 0,05$) berarti tidak terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan pada kadar MDA plasma setelah latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif. Sedangkan perbedaan aktivitas enzim SOD eritrosit post test pada kelompok latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif memiliki nilai $p = 0,004$ ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan pada aktivitas enzim SOD eritrosit antara latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antara kelompok latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan informasi untuk meningkatkan kemampuan atlet yang ditinjau dari parameter stres oksidatif.

Kata kunci: latihan interval, istirahat aktif, istirahat pasif dan stres oksidatif

Naskah Masuk: 27 Juni 2011, Review 1: 30 Juni 2011, Review 2: 30 Juni 2011, Naskah layak terbit: 1 Juli 2011

² Dosen Institut Pendidikan Negeri Yogyakarta, Fakultas Keolahragaan
Korespondensi: Olivia Andiana, E-mail: olivia_a3@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Pada saat ini diakui bahwa kualitas sumber daya manusia merupakan hal terpenting untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemajuan suatu bangsa. Olahraga merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Meskipun demikian jika olahraga dilakukan tidak tepat akan dapat menimbulkan efek samping yang bersifat kontra produktif terhadap upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan adalah terjadinya peningkatan pembentukan senyawa oksidan yang diikuti dengan terjadinya peristiwa stres oksidatif (Harjanto, 2003:1). Stres oksidatif terjadi karena adanya ketidakseimbangan produksi antara pro-oksidan dan antioksidan (Leeuwenburgh & Heinecke, 2001:829). Beberapa peneliti menyebutkan bahwa stres oksidatif dapat menyebabkan terjadinya penyakit neurodegeneratif, seperti: *Atherosclerosis*, Parkinson, Alzheimer, (Wikipedia, 2008:1) selain itu juga mempercepat terjadinya penuaan, meningkatkan risiko terjadinya kanker (Challem, 1997: 1) dan kerusakan jaringan (Andiana, 2005: 77). Stres oksidatif merupakan kondisi fisiologis yang terjadi pada metabolisme aerobik (Wikipedia, 2008: 1; Halliwell & Gutteridge, 1999: 4). Stres oksidatif yang terjadi berlebihan akan menimbulkan efek yang patologis.

Olahraga dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satu metode latihan yang banyak dilakukan oleh atlet adalah latihan interval dengan istirahat aktif. Latihan interval merupakan salah satu sistem latihan interval yang dilakukan dengan pengulangan intensitas tinggi dan diikuti oleh periode istirahat/aktivitas rendah (Fox dkk, 1993:300). Selama ini latihan interval dengan istirahat aktif dianggap memiliki banyak keuntungan, antara lain: menghemat waktu, membakar kalori lebih banyak, meningkatkan kekuatan, meningkatkan kecepatan, meningkatkan *endurance* (Brunswick, 2008:1). Jika dibandingkan dengan sistem latihan lainnya, latihan interval terbukti lebih efektif meningkatkan prestasi seorang atlet (Fox, 1980:84). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa latihan dengan bentuk interval istirahat aktif telah terbukti lebih meningkatkan proses pemulihan asam laktat daripada latihan interval istirahat pasif (Cochrane, 2004:28). Latihan interval dengan istirahat aktif juga lebih meningkatkan daya tahan otot tungkai serta kecepatan lari (Liskustyowati, 1995:86). Sejauh

ini telah terbukti bahwa latihan interval istirahat aktif memiliki banyak keuntungan daripada latihan interval dengan istirahat pasif, sedangkan indikator yang menunjukkan bahwa kedua latihan tersebut menguntungkan dari stres oksidatif belum diketahui. Program latihan yang baik tidak hanya dapat dilihat dari satu aspek saja tetapi juga perlu ditinjau dari berbagai aspek.

Derajat stres oksidatif dapat diukur dengan berbagai cara, antara lain: dengan mengukur kadar MDA plasma dan aktivitas enzim SOD eritrosit. Terbentuknya MDA (Malondialdehyde) dianggap sebagai suatu petanda biologis untuk mengukur derajat stres oksidatif yang terjadi pada suatu organisme (McBride & Kraemer, 1999: 177), karena MDA merupakan senyawa toksik hasil akhir terputusnya rantai karbon asam lemak pada proses peroksidasi lipid. Proses oksidasi lipid ini merupakan salah satu hasil kerja dari radikal bebas yang diketahui paling awal dan paling mudah pengukurannya. Menurut Winarsi (2007: 19), MDA dalam plasma merupakan salah satu indikator yang memiliki sensitivitas reaksi yang paling tinggi, ketika dalam suatu jaringan terdapat radikal bebas. Salah satu enzim antioksidan yang berguna sebagai sistem pertahanan terhadap senyawa oksigen reaktif adalah Superoksida Dismutase (SOD). Aktivitas enzim SOD memiliki peran yang penting dalam sistem pertahanan tubuh, terutama terhadap aktivitas senyawa oksigen reaktif yang dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif (Gur dkk, 2003: 99). Sedangkan eritrosit merupakan suatu sel yang tidak mempunyai organel sehingga tidak bisa mensintesis bahan. Penggunaan aktivitas enzim SOD eritrosit sebagai indikator memiliki keuntungan karena enzim ini tidak dapat disintesis baru sehingga dapat terhindar dari hasil bias pengukuran. Selain itu enzim SOD ini terdapat dalam semua organisme aerob, dan sebagian besar berada dalam tingkat intraseluler, sehingga SOD digunakan sebagai indikator tidak langsung yang digunakan untuk mengetahui adanya senyawa oksigen reaktif.

Pembuktian tentang terjadinya peningkatan jumlah radikal bebas oksigen selama berolahraga, sangat sulit bahkan tidak mungkin untuk dilakukan karena umur radikal bebas sangat singkat (mikrodetik) (Erman, 2003:63). Mengingat bahaya yang ditimbulkan akibat stres oksidatif selama aktivitas fisik, maka perlu diungkap perbedaan pengaruh latihan interval istirahat aktif dan istirahat pasif terhadap derajat stres

oksidatif. Indikator terjadinya stres oksidatif pada penelitian ini dilihat dari tingginya tingkat peroksidasi lemak pada membran sel dengan indikator kadar MDA dalam plasma darah dan aktivitas enzim SOD yang terdapat dalam eritrosit.

Maka dalam penelitian ini peneliti ingin mengungkap tentang apakah ada perbedaan pengaruh latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif terhadap derajat stres oksidatif, apakah ada perbedaan pengaruh terhadap kadar MDA plasma pada latihan interval istirahat aktif dan istirahat pasif dan apakah ada perbedaan pengaruh terhadap aktivitas enzim SOD eritrosit pada latihan interval istirahat aktif dan istirahat pasif.

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang dampak latihan fisik dalam upaya meningkatkan kesehatan, kesegaran jasmani dan prestasi yang fisiologis. Sehingga masyarakat senantiasa dapat meminimalisir timbulnya derajat stres oksidatif akibat olahraga.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *experimental laboratories*, dengan rancangan *The Pre test - Post test Group Design*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang, kelas reguler, angkatan 2005/2006, yang berkelamin laki-laki sejumlah 16 orang. Dengan cara random, mahasiswa dibagi menjadi 2 kelompok perlakuan yang terdiri dari: (1) 8 orang kelompok latihan interval istirahat aktif dan (2) 8 orang kelompok latihan interval istirahat pasif.

Data penelitian dikumpulkan dengan cara pemeriksaan laboratorium melalui unit analisis darah yang diambil dari *vena ante cubiti* pada waktu sebelum latihan dan setelah diberi latihan. Pemeriksaan laboratorik dilakukan di Laboratorium

Fisiologi Universitas Brawijaya Malang. Untuk menguji hasil penelitian digunakan uji T-Berpasangan dan uji Mancova dengan taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

HASIL

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh data dari responden berupa umur (tahun), berat badan (kilogram), tinggi badan (centimeter), kadar MDA plasma sebelum latihan (nmol/ml), kadar MDA plasma setelah latihan (nmol/ml), aktivitas enzim SOD eritrosit sebelum latihan (U/gHb), aktivitas enzim SOD eritrosit setelah latihan (U/gHb). Data tersebut dianalisis dengan urutan sebagai berikut: analisis statistik deskriptif, uji normalitas menggunakan Kolmogorof-Smirnof, uji homogenitas dan uji Mancova. Besarnya taraf signifikansi ditetapkan 5% dan seluruh data dikerjakan dengan menggunakan komputer memakai program SPSS 15.0 *for windows*. Hasil analisis data tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Hasil perhitungan uji normalitas yang akan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Uji Normalitas Variabel Penelitian

Variabel	Kelompok Istirahat	p
Umur (th)	Aktif	0,050
	Pasif	0,072
Berat Badan (kg)	Aktif	0,989
	Pasif	0,939
Tinggi Badan (cm)	Aktif	0,911
	Pasif	1,000
Kadar MDA Plasma Sebelum Latihan (nmol/ml)	Aktif	0,728
	Pasif	0,789
Kadar MDA Plasma Setelah Latihan (nmol/ml)	Aktif	0,944
	Pasif	0,740
Aktivitas Enzim SOD Eritrosit (U/gHb) Sebelum Latihan	Aktif	0,904
	Pasif	0,706
Aktivitas Enzim SOD Eritrosit (U/gHb) Setelah Latihan	Aktif	0,994
	Pasif	0,977

Tabel 1. Nilai Rerata dan SD Variabel Penelitian

Variabel	Latihan Istirahat Aktif (Rerata ± SD)		Latihan Istirahat Pasif (Rerata ± SD)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Umur (th)	21,125 ± 0,353		21,250 ± 0,462	
Berat Badan (Kg)	60,187 ± 5,931		59,800 ± 5,950	
Tinggi Badan (Cm)	173,125 ± 2,771		171,287 ± 3,131	
Kadar MDA Plasma (nmol/ml)	5,489 ± 1,038	5,556 ± 1,164	5,291 ± 1,029	4,889 ± 1,062
Aktivitas Enzim SOD Eritrosit (U/gHb)	212,458 ± 28,295	200,020 ± 25,938	214,059 ± 20,144	249,544 ± 20,539

Berdasarkan tabel 2 diperoleh nilai $p > 0,05$. Hal ini berarti bahwa seluruh data pada variabel penelitian berdistribusi normal.

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui bahwa sampel penelitian memiliki kondisi awal yang sama atau tidak antara kelompok istirahat aktif dan kelompok istirahat pasif. Uji homogenitas menggunakan taraf signifikansi 0,05. Bila besarnya nilai uji lebih dari 0,05 ($> 0,05$), maka data pada variabel tersebut memiliki varians yang homogen. Ringkasan hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Variabel	p
Umur (th)	0,230
Berat Badan (kg)	0,868
Tinggi Badan (cm)	0,867
Kadar MDA Plasma Sebelum Latihan (nmol/ml)	0,895
Aktivitas Enzim SOD Eritrosit Sebelum Latihan (U/gHb)	0,254

Tabel 4. Hasil Uji T Berpasangan

Variabel	Pretest	Posttest	p
Kadar MDA plasma (nmol/ml) Latihan interval istirahat aktif	5,4897	5,5565	0,598
Aktivitas enzim SOD eritrosit (U/gHb) Latihan interval istirahat aktif	212,4583	200,0209	0,432
Kadar MDA plasma (nmol/ml) Latihan interval istirahat pasif	5,2918	4,8892	0,006
Aktivitas enzim SOD eritrosit (U/gHb) Latihan interval istirahat pasif	214,0599	249,5449	0,004

Berdasarkan pada Tabel 4, menunjukkan bahwa setelah dilakukan Uji T Berpasangan didapatkan hasil:

1. Pada latihan interval istirahat aktif kadar MDA plasma memiliki nilai p sebesar 0,598 ($p > 0,05$) dan nilai p untuk aktivitas enzim SOD eritrosit sebesar 0,432. ($p > 0,05$). Jika $p > 0,05$ maka hipotesis penelitian ditolak. Latihan interval

istirahat aktif tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar MDA plasma dan aktivitas enzim SOD eritrosit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa latihan interval istirahat aktif tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap derajat stres oksidatif.

2. Sedangkan pada latihan interval istirahat pasif kadar MDA plasma memiliki nilai p sebesar 0,006 ($p < 0,05$) dan nilai p untuk aktivitas enzim SOD eritrosit sebesar 0,004. ($p < 0,05$). Jika $p < 0,05$ maka hipotesis penelitian diterima. Latihan interval istirahat pasif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar MDA plasma dan aktivitas enzim SOD eritrosit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa latihan interval istirahat pasif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap derajat stres oksidatif.

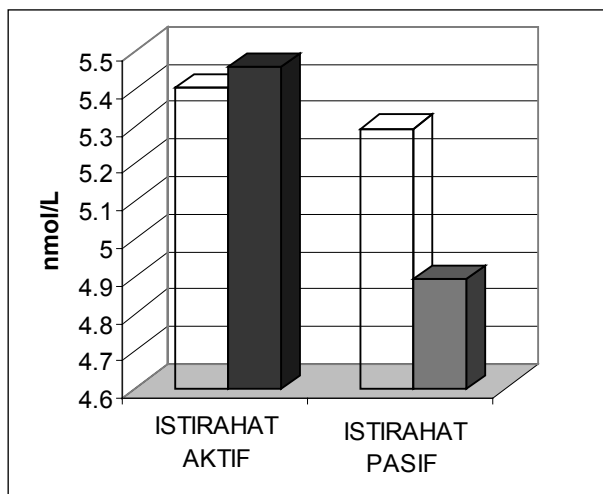
Uji Mancova digunakan untuk menganalisa perbedaan kelompok interval istirahat aktif dan kelompok interval istirahat pasif. Uji Mancova menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,05. Jika nilai p hasil uji manova lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif terhadap derajat stres oksidatif.

Dari Tabel 5 didapatkan hasil bahwa:

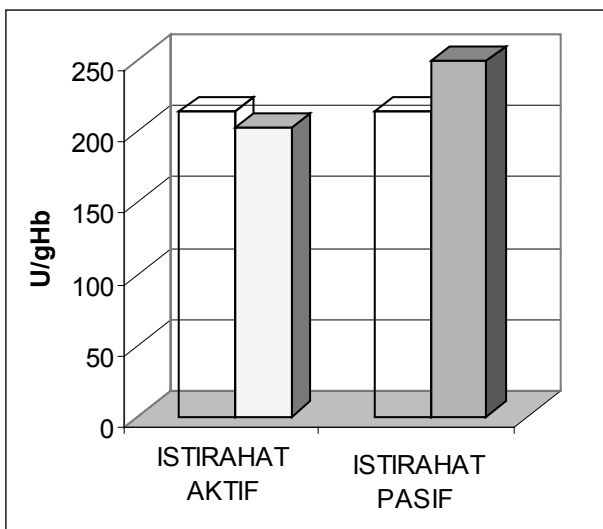
1. Perbedaan kadar MDA plasma post test pada kelompok latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif memiliki nilai $p = 0,153$. Jika $p > 0,05$ maka hipotesis penelitian ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan pada kadar MDA plasma setelah latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif.
2. Perbedaan aktivitas enzim SOD eritrosit post test pada kelompok latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif memiliki nilai $p = 0,004$. Jika $p < 0,05$ maka hipotesis penelitian diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan pada aktivitas enzim SOD eritrosit antara latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif.
3. Nilai rata-rata kadar MDA plasma dan aktivitas enzim SOD eritrosit antara latihan interval dengan istirahat aktif dan istirahat pasif dapat ditunjukkan dalam gambar 1 dan 2.

Tabel 5. Hasil Uji Mancova

Variabel	Istirahat Aktif	Istirahat Pasif	p
Kadar MDA plasma (nmol/ml)	5,556 ± 1,164	4,889 ± 1,062	0,153
Aktivitas enzim SOD eritrosit (U/gHb)	200,020 ± 25,938	249,544 ± 20,539	0,004



Gambar 1. Diagram Batang Nilai Rata-rata MDA pada Kelompok Perlakuan



Gambar 2. Diagram Batang Nilai Rata-rata SOD pada Kelompok Perlakuan

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antara kelompok latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif.

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengungkap pengaruh latihan interval istirahat aktif dan istirahat pasif terhadap derajat stres oksidatif pada Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang, mekanisme terjadinya stres oksidatif akibat latihan interval berdasarkan teori radikal bebas, akan diungkapkan melalui analisis Mancova dan perbedaan antara beberapa variabel dependent (kadar MDA plasma dan aktivitas enzim SOD eritrosit). Dalam pembahasan hasil penelitian ini akan dibahas tentang pengaruh latihan interval istirahat aktif terhadap derajat stres oksidatif, pengaruh istirahat pasif terhadap derajat stres oksidatif dan perbedaan pengaruh antara interval istirahat aktif dan istirahat pasif terhadap derajat stres oksidatif.

Kriteria Orang Coba

Dari hasil analisis kriteria orang coba pada variabel umur, berat badan dan tinggi badan orang coba, diketahui bahwa kedua kelompok tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa orang coba pada kedua kelompok berasal dari sampel yang homogen, ditinjau dari umur, berat badan dan tinggi badan orang coba, karena pembagian sampel yang dilakukan secara random. Seperti yang dikemukakan oleh Leedy (2001), bahwa tujuan dilakukan randomisasi dalam pembagian kelompok perlakuan adalah agar variasi yang terdapat pada sampel penelitian dapat tersebar merata pada semua kelompok. Sehingga hasil analisis tidak dipengaruhi oleh kondisi fisik awal orang coba. Bila ditemukan perbedaan kadar MDA plasma dan aktivitas enzim SOD pada kedua kelompok, hal ini tidak disebabkan oleh perbedaan kriteria orang coba sebelum latihan.

Kadar MDA Plasma dan Aktivitas Enzim SOD eritrosit sebelum melakukan latihan fisik.

Hasil analisis pada variabel kadar MDA plasma dan aktivitas enzim SOD sebelum latihan menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna antara kedua

kelompok latihan. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum latihan, variabel tersebut pada kedua kelompok adalah sama. Bila ditemukan perbedaan antara kedua kelompok berdasarkan variabel tersebut setelah latihan fisik, maka perbedaan itu tidak disebabkan karena adanya perbedaan nilai awal (sebelum melakukan latihan interval).

Menurut Ji (1996) ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi tingkat peroksidasi lemak dan kadar enzim antioksidan akibat latihan fisik, antara lain: interaksi diet, penyakit, obat-obatan dan tingkat partisipasi seseorang terhadap latihan fisik atau olahraga. Bila seseorang melakukan aktivitas berat selama beberapa jam atau beberapa hari sebelumnya, akan dapat memengaruhi tingkat peroksidasi lemak dan enzim antioksidan. Begitu juga ketika memakan obat-obatan tertentu akan dapat memengaruhi tingkat peroksidasi lemak dan enzim antioksidan. Berdasarkan pendapat ini, kedua kelompok dianggap mempunyai interaksi diet, kondisi fisik dan respons terhadap latihan fisik yang hampir sama. Dengan demikian faktor tersebut dianggap tidak akan memengaruhi hasil analisis antara kedua kelompok setelah latihan fisik.

Pengaruh Latihan Interval Istirahat Aktif dan Latihan Interval Istirahat Pasif terhadap Kadar MDA Plasma

Berdasarkan hasil penelitian tidak terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antara kadar MDA plasma sebelum dan setelah latihan. Selisih nilai rerata antara sebelum dan setelah melakukan olahraga (menggunakan latihan interval istirahat aktif) sebesar 0,0668, sedangkan selisih nilai rerata antara sebelum dan setelah melakukan olahraga (menggunakan latihan interval istirahat pasif) sebesar 0,4026. Hal ini berarti bahwa kadar MDA plasma pada individu yang melakukan latihan interval istirahat aktif terjadi peningkatan kadar MDA plasma yang lebih rendah daripada latihan interval istirahat pasif. Pada kelompok latihan interval istirahat aktif, kadar MDA plasma setelah latihan memiliki nilai rerata yang lebih tinggi daripada kadar MDA plasma sebelum latihan. Nilai rerata sebesar 5,489 pada saat sebelum melakukan latihan dan nilai rerata sebesar 5,556 setelah melakukan latihan. Setelah diuji menggunakan "Pairwise Comparisons", nilai rerata tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena $p > 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan

bahwa kadar MDA plasma akan sedikit meningkat ketika melakukan latihan interval istirahat aktif.

Malondialdehyde merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur terjadinya stres oksidatif (Halliwell, 1999). Peningkatan kadar MDA plasma yang terjadi setelah melakukan latihan interval istirahat aktif, mengindikasikan bahwa setelah latihan terjadi peningkatan jumlah oksidan yang masuk ke dalam tubuh. MDA terbentuk apabila terjadi peroksidasi lemak pada membran sel, yang menyebabkan penurunan fungsi dari membran sel. Pengukuran kadar MDA plasma merupakan pengukuran aktivitas radikal bebas secara tidak langsung, karena yang diukur adalah produk dari aktivitas radikal bebas. Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan kadar MDA plasma akibat latihan interval istirahat aktif. Hal ini membuktikan bahwa latihan interval istirahat aktif mengakibatkan peningkatan produksi radikal bebas, bila peningkatan ini tidak mampu diredam oleh antioksidan yang tersedia dalam tubuh maka akan mengakibatkan terjadinya peningkatan peroksidasi lemak yang pada akhirnya menghasilkan zat toksik MDA yang dapat merusak membran sel.

Karena istirahat yang dilakukan adalah aktif, jadi tubuh dapat merespons oksidan yang masuk dengan cara dikeluarkannya antioksidan. Hasil penelitian didukung oleh pendapat McBride & Kraemer (1999), yang menyatakan bahwa ketika melakukan olahraga yang bersifat aerobik akan terjadi peningkatan konsumsi oksigen sekitar 10–20 kali. Dari 4–5% oksigen yang dikonsumsi selama respirasi tersebut akan dibentuk menjadi radikal bebas (Clarkson & Thompson, 2000). Latihan interval istirahat aktif merupakan salah satu aktivitas fisik akan menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan oksigen, sehingga proses oksidasi di dalam tubuh juga ikut meningkat. Salah satu hasil samping dari proses oksidasi adalah molekul oksigen yang tidak stabil seperti radikal bebas, sehingga terjadi sedikit peningkatan kadar MDA pada plasma.

Peningkatan kadar MDA plasma setelah melakukan olahraga merupakan suatu fenomena fisiologis yang disebabkan oleh terjadinya peningkatan konsumsi oksigen (peningkatan respirasi) dan disertai dengan proses reduksi yang dapat merangsang oksigen. Karena proses inilah sehingga terjadi peningkatan reaksi pembentukan superoksida anion, hidrogen peroksida, radikal hidroksil, oksigen bebas, dan

komponen radikal bebas yang lain (Spencer, 1994). Setiap proses yang menggunakan oksigen sebagai energi sangat berpotensi meningkatkan produksi radikal bebas bermuatan partikel kimia. Hal ini akan menyebabkan membran sel dari sel darah merah dan sel otot mudah terjadi kerusakan (Pidcock, 2001).

Dalam penelitian ini, orang coba mendapat beban fisik dengan cara mengayuh sepeda (*ergocycle technogym*) selama 24 menit dengan bentuk latihan interval istirahat aktif. Beban tersebut akan direspon oleh tubuh salah satunya dengan jalan peningkatan konsumsi oksigen. Namun peningkatan konsumsi oksigen tersebut akan diiringi dengan terjadinya peningkatan kadar MDA plasma, hasil penelitian ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Marzatico dkk. (2000) bahwa kadar MDA plasma pada pelari maraton dan pelari cepat mengalami peningkatan secara bertahap sampai 48 jam setelah melakukan latihan, dan setelah 48 jam berikutnya akan terjadi penurunan.

Berdasarkan hasil penelitian pada kelompok latihan interval istirahat pasif, kadar MDA plasma setelah latihan memiliki nilai rerata yang lebih rendah daripada kadar MDA plasma sebelum latihan. Nilai rerata sebesar 5,2918 nmol/ml pada saat sebelum melakukan latihan interval istirahat pasif dan nilai rerata sebesar 4,8892 nmol/ml setelah melakukan latihan. Setelah diuji menggunakan "Pairwise Comparisons", nilai rerata tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena $p > 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar MDA plasma akan sedikit menurun ketika melakukan latihan interval istirahat pasif. Konsumsi oksigen yang lebih rendah pada kelompok latihan interval istirahat pasif, merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kadar MDA plasma setelah latihan menjadi lebih rendah.

Hasil penelitian, menunjukkan bahwa tingkat peroksidasi lemak pada latihan interval istirahat aktif lebih tinggi daripada latihan interval istirahat pasif. Hal ini menunjukkan bahwa produksi oksidan lebih tinggi pada latihan interval istirahat aktif daripada latihan interval istirahat pasif. Peningkatan produksi oksidan terjadi karena beberapa faktor, antara lain: (1) terjadinya peningkatan konsumsi oksigen (peningkatan respirasi) dan disertai dengan proses reduksi yang dapat merangsang oksigen, (2) peningkatan autooksidasi katekolamin selama latihan akan menyebabkan produksi O_2^- akan bereaksi dengan molekul sejenis seperti: proton (dismutasi)

dan hidrogen peroksida (H_2O_2), (3) respons inflamasi ketika terjadi kerusakan otot akibat *overexertion*

Pengaruh Latihan Interval Istirahat Aktif dan Latihan Interval Istirahat Pasif terhadap Aktivitas Enzim SOD Eritrosit

Berdasarkan hasil penelitian terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok latihan interval istirahat aktif dan latihan interval istirahat pasif. Dengan selisih nilai rerata antara sebelum dan setelah melakukan olahraga (menggunakan latihan interval istirahat aktif) sebesar 12.4374, sedangkan selisih nilai rerata antara sebelum dan setelah melakukan olahraga (menggunakan latihan interval istirahat pasif) sebesar 35.485. Hal ini berarti bahwa aktivitas enzim SOD eritrosit pada individu yang melakukan latihan interval istirahat aktif terjadi penurunan, sedangkan aktivitas enzim SOD eritrosit meningkat pada latihan interval istirahat pasif.

Aktivitas enzim SOD eritrosit sebelum latihan interval istirahat aktif mempunyai nilai rerata sebesar 212.4583 dan setelah latihan mempunyai nilai rerata sebesar 200.0209. Jadi terjadi penurunan aktivitas enzim SOD eritrosit. Hasil ini mengindikasikan bahwa selama melakukan latihan interval istirahat aktif, akan segera dikeluarkan enzim antioksidan untuk menangkali terjadinya stres oksidatif.

Intensitas latihan yang tinggi akan menyebabkan terjadinya hipoksia pada otot dan diikuti dengan terjadinya iskemia. Keadaan iskemia ini akan direspons oleh tubuh dengan meningkatkan terjadinya reperfusi. Proses pengembalian oksigen setelah latihan akan menghasilkan radikal bebas, sehingga aktivitas radikal bebas akan meningkat setelah melakukan latihan. Radikal bebas yang tinggi ini akan diikuti dengan peningkatan derajat stres oksidatif yang tinggi, dan penurunan jumlah enzim antioksidan. Hasil penelitian ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Aslan (1998) yang menyebutkan bahwa orang yang melakukan latihan dapat meningkatkan kerja radikal bebas yang diikuti dengan terjadinya penurunan pada enzim antioksidan.

Mekanisme terjadinya penurunan aktivitas enzim SOD eritrosit disebabkan karena ketika melakukan olahraga dengan latihan interval istirahat aktif, akan terjadi peningkatan konsumsi oksigen selama respirasi. Ketika O_2 dibentuk, enzim SOD ini berfungsi sebagai katalisator pada proses dismutasi hidrogen peroksida. Sehingga oksidan yang terbentuk setelah

latihan akan mampu dinetralkan dengan cepat oleh antioksidan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Gur (2003), dengan perlakuan olahraga yang bersifat akut antara orang yang merokok dan orang yang tidak merokok menunjukkan terjadinya penurunan aktivitas enzim SOD eritrosit setelah melakukan latihan. Hasil senada juga dilaporkan oleh Toskulkao and Glinsukon (1996) yang menunjukkan bahwa pada orang yang bersepeda selama 60 menit dengan intensitas 70% dari HRmax, aktivitas enzim SOD eritrosit akan menurun setelah 5 menit melakukan latihan dan akan terus menurun sampai 48 jam.

SOD merupakan enzim antioksidan yang pertama kali terbentuk sebagai sistem pertahanan terhadap terjadinya stres oksidatif, oleh karena itu SOD merupakan salah satu indikator biokimia ketika terjadi kondisi patologis akibat dari stres oksidatif (Maestro, 1991; Mates & Jimenez, 1999). Dismutasi anion superoksida menjadi hidrogen peroksida dan O_2 oleh SOD sering disebut sebagai pertahanan primer terhadap stres oksidatif karena superoksida adalah inisiator reaksi berantai yang kuat (Marks dkk, 1996).

Aktivitas enzim SOD eritrosit sebelum latihan interval istirahat pasif mempunyai nilai rerata 214.0599 dan setelah latihan mempunyai nilai rerata sebesar 249.5449. Didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan aktivitas enzim SOD eritrosit pada latihan interval istirahat pasif. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Shuji (2003) bahwa aktivitas SOD eritrosit akan meningkat setelah 30 menit melakukan latihan, hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi adaptasi enzimatik sebagai sistem proteksi terhadap oksidasi yang disebabkan karena radikal superoksida.

Pada dasarnya latihan fisik merupakan pemberian beban atau *stressor* pada tubuh, bila dosis diberikan dengan tepat maka *stressor* tersebut akan dirubah menjadi stimulator yang ditandai dengan terjadinya peningkatan kualitas fisiologi seseorang (Rushall dan Pyke, 1990). Latihan interval istirahat aktif merupakan salah satu *stressor* yang ditandai dengan peningkatan produksi radikal bebas namun, dengan latihan yang dilakukan secara baik, teratur, progresif, dan tepat dosis akan menjadi stimulator terhadap mekanisme pertahanan antioksidan yang dapat meredam serangan.

Menurut Clarkson & Thompson (2000), bahwa pelari yang terlatih akan meningkatkan aktivitas enzim

antiradikal bebas yang terdapat dalam eritrosit (seperti: superoksida dismutase, glutathionin peroksidase, dan katalase). Enzim anti radikal bebas berpengaruh terhadap proteksi kerusakan jaringan akibat serangan radikal bebas. Sebaliknya pada subjek yang tidak terlatih adaptasi terhadap peningkatan enzim antiradikal bebas kemungkinan sudah terjadi, tetapi radikal bebas mengalami peningkatan yang lebih tinggi.

Stres oksidatif yang tertinggi terjadi pada kelompok latihan interval istirahat aktif, dan secara cepat langsung mampu direspons oleh sistem antioksidan tubuh. Sedangkan pada latihan interval istirahat pasif, didapatkan derajat stres oksidatifnya rendah dan memiliki SOD yang lebih tinggi. Peningkatan aktivitas SOD yang lebih tinggi, mengindikasikan bahwa di dalam sel terjadi sistem pertahanan yang meningkat. Hal ini perlu diwaspadai karena aktivitas fisik berpotensi menimbulkan kerusakan jaringan, yang diikuti dengan peningkatan kadar enzim antioksidan (Ji, 1996).

Setiap latihan fisik memiliki potensi terhadap timbulnya radikal bebas yang bisa mengakibatkan terjadinya stres oksidatif. Tubuh memiliki jumlah antioksidan yang terbatas, sedangkan saat latihan terjadi peningkatan aktivitas radikal bebas sampai 20%. Oleh karena itu tubuh harus mempunyai pertahanan untuk melindungi serangan dari radikal bebas dan salah satunya dengan melakukan latihan secara teratur (Blokehealth, 2008).

KESIMPULAN

Dari hasil analisis uji normalitas dan uji homogenitas, pada variabel umur, berat badan, tinggi badan, kadar MDA plasma sebelum latihan, kadar MDA plasma setelah latihan, aktivitas enzim SOD eritrosit sebelum latihan dan aktivitas enzim SOD eritrosit setelah latihan diperoleh nilai signifikansi $p > 0,05$. Hal ini berarti bahwa seluruh data pada variabel penelitian berdistribusi normal dan homogen.

Uji T Berpasangan dilakukan untuk menganalisis apakah terdapat perbedaan yang bermakna antara kadar MDA plasma sebelum latihan dan setelah latihan, dan juga apakah terdapat perbedaan yang bermakna antara aktivitas enzim SOD eritrosit sebelum latihan dan setelah latihan. Uji T Berpasangan menggunakan taraf signifikansi 0,05 ($p = 0,05$). Bila nilai p hasil Uji T Berpasangan lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum latihan dan setelah

latihan. Nilai p dari Uji T Berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.

DAFTAR PUSTAKA

- Andiana O, 2005. Pengaruh Latihan Teratur dan Tidak Teratur Terhadap Kerusakan Jaringan pada Tikus Putih. Skripsi, Universitas Negeri Malang, Fakultas Ilmu Pendidikan, Jurusan Ilmu Keolahragaan.
- Blokehealth, 2008. Exercise and Free Radicals: Exercise and Oxidative Damage, (Online), (<http://www.mjholland.fsnet.co.uk/blokehealth/exercise.htm>, diakses 8 Juni 2008).
- Brunswick, 2008. Better results in less time? Interval Training may be the Answer for the Common Workout!. 2008 Life Fitness, A Division Of The Brunswick Corporation. (Online), (<http://www.au.home.lifefitness.com/fitnessadvisor>, diakses 21 Februari 2008).
- Clarkson PM & Thompson HS, 2000. Antioxidants: What Role do They Play in Physical Activity and Health?. American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 72, No. 2, 637S–646S, Augst, (Online), (<http://www.ajcn.org/cgi/content/full/72/2/6357#R135>, diakses 26 Februari 2008).
- Cochrane DJ, 2004. Alternating Hot and Cold Water Immersion For Athlete Recovery. Physical Therapy in Sport 5 (2004) 26–32, (Online), (<http://www.sciencedirect.com>, diakses 3 April 2008).
- Erman, 2003. Oksigen Sebagai Ancaman Bagi Atlet. Jurnal Kepeleatihan Olahraga. Volume 1, No. 2, Desember 2003: 61–69.
- Fox E, 1980. Encyclopedia of Physical Education, Fitness and Sport: Interval Training. Brighton Publishing Company: G. Alan Stull, Thomas K. Cureton.
- Fox E, Richard Bowers, & Merle Foss, 1993. The Physiological Basis for Exercise and Sport. Fifth Edition. WCB. Brown & Benchmark Publishers.
- Gur E, Sürmen, Adhan E, Zehra S, & Haken G, 2003. Influence of Acute Exercise on Oxidative Stress in Chronic Smokers. Journal of Sport Science and Medicine (2003) 2, 98–105. (Online), (<http://www.jssm.org>, diakses 4 Mei 2008).
- Halliwell B and John MCG, 1999. Free Radicals in Biology and Medicine (3rd ed.): Oxidative Stress, Adaptation, Damage, Repair and Death. Oxford University Press.
- Harjanto, 2003. Petanda Biologis dan Faktor yang Memengaruhi Derajat Stres Oksidatif pada Latihan Olahraga Aerobik Sesaat. Disertasi. Program Pascasarjana, Universitas Airlangga Surabaya.
- Ji, Li Li, 1996. Antioxidants and Oxidative Stress in Exercise. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 222: 283–292. Society for Experimental Biology and Medicine. (Online), (<http://www.ebmonline.org/misc/terms.shtml>, diakses 26 Februari 2008).
- Ji, Li Li, 1996. Exercise, Oxidative Stress and Antioxidants. The American Journal of Sports Medicine, Vol. 24, No. 6. American Orthopaedic Society for Sports Medicine.
- Leedy PD, 2001. Metodologi Penelitian Bidang Kedokteran, Cetakan Ke-Tiga. Balai Penerbit FKUI, Jakarta: Gaya Baru. Editor oleh: Arjatmo Tjokronegoro dan Sunedi Sudarsono.
- Leeuwenburgh C dan Heinecke JW, 2001. Oxidative Stress and Antioxidants in Exercise. Current Medical Chemistry 8, 829–838. Bentham Science Publishers Ltd.
- Liskustyowati H, 1995. Perbedaan Latihan Naik Turun Bangku dengan Interval Istirahat Aktif dan Interval Istirahat Pasif terhadap Daya Tahan Otot Tungkai serta Kecepatan Lari. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Airlangga Surabaya.
- Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, & Delia VG, 2000. 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.
- Mates, Jose MJ & Francisca SJ, 1999. Antioxidant Enzymes and their Implication in Pathophysiologic Process. Frontiers in Bioscience 4, d339–345, Department of Molecular Biology and Biochemistry, Faculty of Sciences, University of Malaga.
- McBride JM & Kraemer WJ, 1999. Free Radicals, Exercise and Antioxidants. Journal of Strength & Conditioning Research. Center for Sport Medicine. The Pennsylvania State University.
- Pidcock J, 2001. Carbohydrate Protection Against Muscle Damage. Last modified: December, 01, 2004, (Online), (<http://www.worldclimbing.com>, diakses 22 Maret 2008).
- Rushall BS & Pyke FS, 1990. Training for Sport and Fitness, 1st edition. Melbourne: Mc Millan co. of Austria PTY LTD.
- Shuji T, Matsubara E & Hirohisa, 2003. Changes Plasma Cu Concentration and Erythrocyte SOD Activity due to Aerobic Bicycle Exercise. Journal the Faculty of Education, Kagoshima University. Science Links Japan. (Online), (<http://www.sciencelinksjapan.html>, diakses 10 Maret 2008).
- Spencer SS, 1994. Principles of Surgery (6th ed.). McGraw-Hill, Inc. Health Proessions Division.
- Wikipedia, 2008. The Free Encyclopedia. (Online), (http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Manual_of_Style, diakses 22 Maret 2008).
- Winarsi H, 2007. Antioksidan Alami & Radikal Bebas. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.