



Intensitas Latihan Interval dan Aktivitas Antioksidan Endogen

Muchsin Doewes *, Kiyatno **

ABSTRACT

Interval training intensity and endogen antioxidant activity

Background: Physical training increases free radical generation which is balanced by endogenous antioxidant generation e.g. SOD (superoxide dismutase) and GPx (glutathione peroxidase). This later is influenced by intensity, duration, muscle type and age. The aims of this study is to compare the three kinds of interval training intensity in enhancing SOD and GPx activity.

Method: An experimental quantitative study with the posttest only control group design was used in this study. Thirty six students of JPOK-FKIP Sebelas Maret University were randomly selected to become the experimental subjects and divided into four groups (1) intensive repetition running 10x50 m, (2) extensive repetition running 3x400 m, (3) continuous aerobic training past running 30 minutes, and (4) controlled group. The interval training were treated 3x per week for 8 weeks. At the 8th week SOD and GPx activity were determined by using enzymatic method with Cobas Mira instrument. The t-test with SPSS 13.0 for window program was use for analyzing all collected data with 95% CI.

Result: There were significance difference the SOD and GPx activity between extensive repetition group with controlled group ($p < 0.05$).

Conclusion: The extensive repetition intensity is the significance for enhancing the enzymatic activity of SOD and GPx to compare with control group, and have the higher level than intensive repetition and continuous aerobic training.

Keywords: Interval training, SOD and GPx antioxidants

ABSTRAK

Latar belakang: Latihan fisik meningkatkan pembentukan radikal bebas yang diimbangi peningkatan pembentukan antioksidan endogen seperti SOD (superoxide dismutase) dan GPx (glutathione peroxidase). Pembentukan antioksidan SOD dan GPx dipengaruhi oleh intensitas latihan, durasi, jenis otot yang dilatih dan umur. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan tiga kelompok intensitas latihan interval yang meningkatkan aktivitas enzim SOD dan GPx.

Metode: Jenis penelitian kuantitatif-eksperimental menggunakan rancangan penelitian the posttest only control group design. Subyek penelitian diambil secara acak sederhana ($n=36$), dibagi menjadi 4 kelompok (1). K₁: intensive repetition lari 10x50 m, (2). K₂: extensive repetition lari 3x400 m, (3). K₃: continuous aerobic training lari cepat 30 menit; (4). K₄: kelompok kontrol. Latihan interval dilakukan 3 kali/minggu dilakukan berkesinambungan selama 8 minggu berturut-turut. Pada minggu ke delapan diambil 5 mL darah untuk diperiksa aktivitas SOD dan GPx menggunakan metode enzimatik dengan alat Cobas Mira. Analisis data dengan uji t menggunakan program komputer SPSS 13.0 for Window dengan tingkat kepercayaan 95%.

Hasil: Terjadi perbedaan bermakna kadar SOD dan GPx pada extensive repetition dengan kelompok kontrol ($p < 0,05$).

Simpulan: Aktivitas enzim SOD dan GPx paling tinggi pada latihan interval extensive repetition dibanding intensive repetition dan continuous aerobic training, dan berbeda bermakna dengan kelompok kontrol.

* Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret/RSUD Dr. Moewardi, Jl. Ir. Sutami No. 36A Surakarta

** Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret/RSUD Dr. Moewardi, Jl. Ir. Sutami No. 36A Surakarta

PENDAHULUAN

Latihan fisik merupakan stresor terhadap tubuh sehingga menimbulkan stres mekanik pada otot rangka dan stres metabolik.¹ Stres mekanik disebabkan *power stroke*, *sliding filament* aktin dan *disconnecting* saat kontraksi otot, sehingga menimbulkan daerah *injury* di otot.² Daerah *injury* mengeluarkan *chemo attract* yang menarik lekosit, netrofil dan monosit, diikuti terbentuknya *reactive oxygen species* (ROS). Pembentukan ROS akan diimbangi pembentukan antioksidan endogen seperti *superoxide dismutase* (SOD) dan *glutathione peroxidase* (GPx), sehingga latihan fisik akan mengganggu keseimbangan antara prooksidan dan antioksidan.³ Latihan fisik sebagai perlakuan dalam penelitian ini berupa latihan interval, yaitu latihan fisik yang terdiri dari periode kerja diselingi periode istirahat. Latihan ini merupakan serangkaian latihan fisik yang diulang-ulang periode kerja diselingi periode istirahat.^{4,5} Periode kerja dilakukan dengan intensitas tinggi (anaerob) dan periode istirahat dilakukan dengan intensitas rendah atau aerob.⁶ Meskipun masih ada silang pendapat, beberapa peneliti melaporkan latihan fisik menyebabkan peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan GPx, namun belum jelas tingkatan intensitas latihan yang dapat meningkatkan SOD dan GPx secara efektif.^{7,8}

Intensitas latihan berdasar predominansi energi dan durasi penampilan dapat dibagi menjadi: (1) *intensive*, predominansi energi ATP-PC (*adenosine triphosphate phospho-creatine*), durasi penampilan kurang dari 30 detik; (2) *extensive*, predominansi energi ATP-PC-LA (*adenosine triphosphate phosphocreatine-lactic acid*), durasi penampilan 30-90 detik; (3) predominansi energi LA-O₂ (*lactic acid-oxygen*), durasi penampilan 90 detik-3 menit (4) predominansi energi O₂ durasi penampilan lebih 3 menit atau disebut aerob. Sinyal-sinyal sel yang mengatur ekspresi gen masing-masing antioksidan sampai saat ini belum jelas. Ji *et al*⁹ melaporkan peningkatan kecepatan pembentukan ROS merupakan rangsang potensial untuk meningkatkan aktivitas enzim antioksidan di otot. Latihan fisik yang memproduksi ROS banyak atau cepat, lebih mampu menginduksi pembentukan enzim antioksidan dibanding latihan fisik yang memproduksi ROS lambat atau sedikit. Pembentukan ROS terbanyak dalam otot skelet sewaktu latihan fisik terjadi di dalam mitokondria.^{10,11} Pembentukan ROS dalam mitokondria disebabkan pengangkutan elektron oleh koenzim Q, yang mereduksi secara univalen molekul O₂ untuk membentuk ROS.¹² Konsumsi oksigen sebesar 90% direduksi menjadi air di dalam mitokondria. ROS juga diproduksi oleh netrofil untuk membunuh bakteri atau virus selama udara respirasi melewati saluran nafas. Produksi H₂O₂ juga

akan meningkat pada metabolisme lipid melalui beta oksidasi. Meskipun pembentukan ROS ini merupakan bagian dari kehidupan sel yang normal, ROS mempunyai potensi untuk merusak komponen dalam sel. Chandwaney¹³ mengemukakan bahwa kecepatan pembentukan radikal bebas akan meningkat tajam tidak sebanding dengan konsumsi oksigen dalam mitokondria. Latihan fisik intensitas tinggi (anaerob) akan memberikan stimulus pembentukan antioksidan yang lebih besar dibanding latihan fisik intensitas rendah-sedang (aerob). Tujuan penelitian ini untuk membandingkan tiga kelompok intensitas latihan interval yang meningkatkan aktivitas enzim antioksidan SOD dan GPx.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Jurusan Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Sebelas Maret Surakarta (FKIP-JPOK UNS) pada bulan September 2006, dengan metode penelitian eksperimental menggunakan rancangan penelitian *the posttest-only control group design*. Populasi adalah mahasiswa semester III FKIP-JPOK UNS sebanyak 87 orang. Pengambilan subyek penelitian secara *purposive quota random sampling* sebanyak 36 orang yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah mahasiswa pria, sehat pada pemeriksaan fisik diagnostik dan laboratorik, bersedia menjadi subyek penelitian dan menandatangani *informed consent*. *Ethical clearance* dimintakan kepada Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran UNS/RSUD Dr. Moewardi Surakarta.

Kriteria eksklusi adalah kebiasaan merokok, mengkonsumsi antioksidan vitamin atau obat anti radang. Subyek penelitian dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan: (1) K₁: *intensive repetition (anaerobic interval training)* lari cepat 10x50 m, *work/rest* 1:3 istirahat pasif; (2) K₂: *extensive repetition (anaerobic interval training)* lari cepat 3x400 m, *work/rest* 1:2, istirahat aktif; (3) K₃: *continuous aerobic training*, lari selama 30 menit; (4) K₃: *kelompok kontrol*. Perlakuan dilaksanakan 3 kali/minggu selama 8 minggu secara teratur dan berkesinambungan. Setelah melakukan perlakuan selama 8 minggu semua kelompok diambil darahnya sebanyak 5 mL untuk diperiksa SOD dan GPx. Dengan metode enzimatik menggunakan alat Cobas Mira. Analisis data menggunakan uji t menggunakan program komputer SPSS 13.0 *for Window* dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL

Hasil pemeriksaan SOD pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada Tabel 1 menunjukkan kadar

SOD rerata tertinggi pada kelompok ekstensif (K₂) sebesar 975,37 u/g Hb, kemudian secara berturut-turut K₃ 951,08 u/g Hb, K₁ 831,13 u/g Hb. Dalam K₂ kadar SOD tertinggi 1.449,3 u/g Hb dan terendah 755,4 u/g Hb. Dibanding kelompok kontrol (K₄), ketiga kelompok perlakuan menunjukkan aktivitas enzim yang lebih besar.

Hasil analisis uji t pada Tabel 2 menunjukkan ada perbedaan bermakna aktivitas enzim SOD antara K₂ dengan K₁ (p<0,05). Demikian juga antara K₂ dengan K₄ ada perbedaan bermakna dalam aktivitas enzim SOD (p<0,05). Secara statistik hanya antara K₂ dengan K₃ tidak ada perbedaan bermakna (p>0,05). Walaupun semua kelompok perlakuan (K₁, K₂, K₃) aktivitas enzim SOD lebih tinggi dibanding kelompok kontrol, hanya K₂ yang mempunyai perbedaan bermakna dengan kelompok kontrol.

Aktivitas enzim GPx semua kelompok pada Tabel 1 menunjukkan, semua kelompok perlakuan (K₁, K₂, K₃) rerata aktivitas enzim GPx lebih tinggi dibanding kelompok kontrol (K₄), secara berturut-turut 40,53 u/g Hb; 42,74 u/g Hb; 42,50 u/g Hb dan 37,08 u/g Hb (K₄). Dalam K₂ kadar GPx tertinggi 54,0 u/g Hb dan terendah 30,3 u/g Hb. Pada analisis statistik aktivitas enzim GPx hanya antara K₂ dengan K₄ yang berbeda secara bermakna (p<0,05) sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.

PEMBAHASAN

Latihan fisik meningkatkan konsumsi oksigen jaringan, sehingga dapat meningkatkan pembentukan radikal bebas yang dapat mengganggu keseimbangan antara pro oksidan dengan antioksidan. Selain latihan fisik meningkatkan pembentukan radikal bebas, juga meningkat-

kan pembentukan pertahanan tubuh terhadap serangan radikal bebas, membentuk enzim antioksidan endogen seperti SOD, GPx, dan katalase. Ketiga antioksidan ini merupakan antioksidan primer yang bekerja mencegah pembentukan radikal bebas baru, atau mengubah radikal bebas yang ada menjadi molekul yang kurang mempunyai dampak negatif. SOD merupakan *scavenger* radikal superoksida yang terdapat dalam sitosol dan mitokondria. $2O_2^- + 2H^* \rightarrow H_2O_2 + O_2$.¹⁴ GPx membantu *scavenger* radikal hidroksil, merupakan enzim utama yang memusnahkan hidrogen peroksida yang dihasilkan oleh SOD dalam sitosol dan mitokondria dengan mengoksidasi *glutathione* (GSH) menjadi bentuk teroksidasi *glutathione disulphide* (GSSG). $2GSH + H_2O_2 \rightarrow GSSG + 2H_2O$. Enzim GPx untuk bekerja memerlukan katalisator selenium (Se). Enzim ini juga dapat menyingkirkan lipid peroksida dari membran sel.¹⁵ $LOOH + GSH \rightarrow LOH + GSSG$.

Menurut Zerba *et al*¹⁶ peningkatan aktivitas enzim antioksidan dipengaruhi intensitas latihan fisik, jenis otot yang dilatih, umur dan durasi latihan. Temuan kadar rerata SOD pada kelompok perlakuan yang semua menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding kelompok kontrol, namun secara statistik hanya K₂ yang mempunyai perbedaan bermakna (p<0,05) dengan kelompok kontrol (Tabel 1). K₂ predominasi energi ATP-PC-LA, durasi 30 detik-1,5 menit menunjukkan paling efektif untuk meningkatkan aktivitas enzim SOD, mungkin karena intensitas latihan yang tidak terlalu tinggi dan durasi yang tidak terlalu lama. Latihan interval menyebabkan perubahan yang mendasar terjadinya adaptasi aktivitas enzim antioksidan, terjadi peningkatan aktivitas enzim SOD sehingga kerusakan otot hanya sedikit atau kecil.

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi (SD) SOD dan GPx kelompok perlakuan dan kelompok kontrol (u/g Hb)

| Kelompok | SOD | | | GPx | | |
|--------------------------|-----|--------|--------|-----|--------|-------|
| | n | Rerata | SD | n | Rerata | SD |
| K ₁ intensif | 9 | 831,13 | 165,78 | 9 | 40,53 | 5,20 |
| K ₂ ekstensif | 10 | 975,37 | 242,15 | 10 | 42,74 | 15,51 |
| K ₃ aerobik | 10 | 951,08 | 178,60 | 10 | 42,74 | 13,69 |
| K ₄ kontrol | 6 | 653,51 | 209,51 | 6 | 37,08 | 7,22 |

Tabel 2. Hasil analisis statistik uji t SOD dan GPX antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol

| Uji beda kelompok | SOD | | | GPx | | |
|--------------------------------|-------|------|----------------|------|------|----------------|
| | t | p | Kesimpulan | t | p | Kesimpulan |
| K ₁ -K ₂ | 22,79 | 0,03 | Bermakna | 0,35 | 0,26 | Tidak Bermakna |
| K ₂ -K ₃ | 0,24 | 0,08 | Tidak Bermakna | 0,03 | 0,29 | Tidak Bermakna |
| K ₃ -K ₄ | 0,99 | 0,07 | Tidak Bermakna | 1,01 | 0,97 | Tidak Bermakna |
| K ₂ -K ₄ | 2,60 | 0,01 | Bermakna | 2,60 | 0,03 | Bermakna |
| K ₁ -K ₄ | 1,60 | 0,59 | Tidak Bermakna | 1,60 | 0,77 | Tidak bermakna |

Adaptasi enzim antioksidan terhadap latihan fisik berbeda-beda tergantung pada ekspansi spesifik setiap enzim dan ambang yang diperlukan untuk induksi.¹⁷

Aktivitas enzim SOD relatif sama pada berbagai jaringan dan berbagai tipe otot, atau pembuangan superoksida tidak hanya terbatas pada jaringan tertentu. Hal ini berbeda dengan enzim GPx yang aktivitasnya relatif lambat pada jaringan tertentu. Latihan fisik meningkatkan pembentukan superoksida (O_2^-). Peningkatan superoksida memicu aktivasi enzim SOD yang berfungsi *scavenger* terhadap superoksida. Radak *et al*¹⁸ melaporkan setelah latihan fisik lari di atas *treadmill* 60-70 menit terjadi peningkatan aktivitas enzim SOD dan akan kembali normal setelah 1-3 hari. Penelitian lain melaporkan meskipun setelah latihan fisik terjadi peningkatan aktivitas enzim SOD pada otot rangka, yang sangat responsif hanya MnSOD, tetapi CuZnSOD tidak terjadi perubahan.¹⁹

Rerata kadar GPx semua kelompok perlakuan lebih tinggi dibanding kelompok kontrol (Tabel 1). Walaupun pada semua kelompok perlakuan aktivitas enzim GPx lebih besar dibanding kelompok kontrol, namun hanya K₂ yang menunjukkan perbedaan bermakna ($p < 0,05$) (lihat Tabel 2). Hammeren *et al*²⁰ melaporkan tikus yang dilatih selama sepuluh minggu meningkatkan aktivitas enzim GPx pada otot merah dalam otot gastroknemius. Laughin *et al*²¹ melaporkan setelah latihan ketahanan terjadi peningkatan kerusakan oksidatif. Kerusakan ini tidak hanya meningkatkan pembentukan ROS, tetapi juga meningkatkan pembentukan enzim GPx yang berfungsi *scavenger* terhadap radikal hidroksil dan singlet oksigen. Pada saat latihan fisik terjadi peningkatan aktivitas enzim GPx pada otot merah dalam otot soleus tikus, tetapi pada otot gastroknemius putih tidak terjadi perubahan. Otot merah sangat responsif terhadap peningkatan aktivitas GPx setelah latihan. Latihan ketahanan menurunkan pembentukan lipid peroksidasi yang diakibatkan oleh meningkatnya aktivitas enzim antioksidan, sedangkan peningkatan aktivitas enzim GPx pada otot merah dalam otot gastroknemius terjadi setelah latihan sebesar 45%.²² Pada hewan terlatih menunjukkan kadar ROS rendah pada otot dan urin.²³ Aktivitas enzim antioksidan SOD mitokondria dan GPx sitosolik pada hewan terlatih lebih tinggi dibanding tidak terlatih.

SIMPULAN

Latihan interval *extensive repetition* lebih meningkatkan aktivitas SOD dan GPx dibandingkan *intensive repetition*, dan *continuous aerobic training*. Aktivitas kedua antioksidan endogen ini meningkat secara bermakna pada latihan interval *extensive repetition* dibanding kelompok kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

1. Foss LM, Keteiyan SJ. Fox's Physiological basis for exercise and sport. New York: McGraw-Hill Book Company. 1998.
2. Ganong WF. Review of medical physiology. California: Lange Medical Publication. 1998.
3. Halliwell B, Gutteridge JMc. Free radical in biology and medicine. New York: Oxford University Press. 1996.
4. Fox EL. Sport physiology. 2th ed. New York: WB Saunders Company. 1984.
5. Bompa OT. Theory and methodology of training. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company. 1990.
6. Rushall B. Training for sport and fitness. Canada: Sport Science Associates. 1993.
7. Clarkson PM. Antioxidant an physical performance. Clin Rev Food Sci Nutr, 1995;35:131-41.
8. White CR, Clarkson PM. Antioxidants and physical performance. J. Sport Sci. 2000;32:59-78.
9. Ji LL, Fu R. Responses of glutathione system and antioxidant enzymes to exhaustive exercise and hydroperoxide. J Appl Physiol 1992;72:549-54.
10. Ji LL. Antioxidants enzyme response to exercise and aging. Med Sci Sport Exercise 1993;25:225-31.
11. Alessio HM, Goldfarb AH. Lipid peroxidation and scavenger enzymes during exercise: adaptive response to training. J Appl Physiol 1988;64:1333-6.
12. Yu BP. Cellular defense against damage from reactive oxygen species. Physiol Rev 1994;74:139-162.
13. Chandwaney R, Leichtweis S, Leuwenburgh C, Ji LL. Oxidative stress and mitochondrial function in rested and exercise rats. Biochem Pharmacol 1994;47:877-85.
14. Jackson MJ, O'Farrell S. Free radicals and muscle damage. BMJ 1993;49:630-41.
15. Ross KM, Jenkin RR. Free radical chemistry relationship to exercise. Sport Med. 1998;10:236-54.
16. Zerba E, Konmorowski TE, Faulkner JA. Free radical injury to skeletal muscle of young, adult and old mice. Am J Clin physiol 1990;27:C429-35.
17. Rémacle J, Lambert D, Raes M, Pigeolet E, Michiels C, Toussaint O. Importance of various antioxidants enzymes for cell stability. Biochem J 1992;286:41-6.
18. Radak Z, Asano K, Inoue M, Kizaki T, Oh-Ishi S, Suzuki K, et al. Superoxide dismutase derivative reduce oxidative damage in skeletal muscle of rats during exhaustive exercise. J appl Physiol 1995;79:129-35.
19. Highuchi M, Chartier LJ, Chen M, Holloszy JO. Superoxide dismutase and catalase in skeletal muscle: adaptive response to exercise. J Gerontol 1985;40:281-6.
20. Hammeren J, Power S, Lawler J. Exercise training-induced alterations in skeletal muscle oxidative and antioxidants enzymes activity in senescent rats. Int J Sport Med 1992;13:412-6.
21. Laughin MH, Simson T, Sexton WL. Skeletal muscle oxidative capacity, antioxidants enzymes, and exercise training. J Appl Physiol 1990;68:2337-43.

22. Powers SK, Criswell D, Lawler J, Ji LL, Martin D, Herb R et al. Influence of skeletal muscle differing in fiber type. *Am J Physiol* 1994;266:R375-80.
23. Leeuwenburgh C, Hansen PA, Holloszy JO, Heinecke JW. *Am J Physiol*. 1999;276,128.

Ucapan Terima Kasih kepada Mitra Bestari pada Volume 44 No. 3 Tahun 2010

1. Dra. Hastaning Sakti, MKes, Fakultas Psikologi Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudarto Tembalang Semarang
2. Prof. dr. Furqon Hidayatullah, MPd, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A Surakarta
3. Prof. Dr. dr. Darmono, SpPD, Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro/RSUP Dr. Kariadi, Jl. Dr. Sutomo 16-18 Semarang
4. Drs. Rony Aruben MA, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudarto Tembalang Semarang

Sinopsis:

Aktivitas antioksidan endogen SOD dan GPx meningkat secara bermakna pada latihan interval *extensive repetition* dibanding kelompok kontrol.