

Efek *Interval Training* terhadap Indeks Lee, Kadar Adiponektin, dan IL-6 pada Tikus Model Obesitas

Endang Mulyana Zein,¹ Vita Murniati T. Lubis,² Ambrosius Purba²

¹Puskesmas Pataruman 3, Dinas Kesehatan Kota Banjar, Jawa Barat, ²Departmen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran

Abstrak

Kenaikan berat badan pada tikus model obesitas yang tetap diberikan pakan tinggi lemak terus berlangsung, akan tetapi jenis aktivitas fisik yang tepat mungkin dapat memperlambatnya. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan efek *interval training* tipe cepat, *interval training* tipe lambat, dan *continuous training* intensitas sedang terhadap berat badan, nilai indeks Lee, serta kadar adiponektin dan IL-6. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmakologi dan Terapi Fakultas Kedokteran Unpad pada bulan April–Mei 2014. Penelitian ini menggunakan *posttest-only control group design* pada 28 ekor tikus model obesitas (indeks Lee >0,30), kadar adiponektin dan IL-6 plasma diperiksa dengan metode ELISA. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan *interval training* tipe lambat lebih baik dibanding dengan *interval training* tipe cepat, *continuous training* intensitas sedang dan kontrol, yaitu kenaikan berat badan (2,34% vs 10,79% vs 4,49% vs 7,58%, p=0,000), penurunan kadar adiponektin (9,04 vs 10,27 vs 10,57 vs 7,24 ng/mL, p=0,000), glukosa (101,91±7,1 vs 113,63±6,4 vs 144,03±9,0 vs 82,24±5,9 mg/dL, p=0,000), trigliserida (28,07±3,3 vs 34,14±5,7 vs 42,00±4,9 vs 17,34±2,7 mg/dL, p=0,000), peningkatan kadar IL-6 (60,29±3,1 vs 54,55±2,1 vs 50,76±4,1 vs 56,36±2,9 pg/mL, p=0,000), dan penurunan nilai indeks Lee (7,3% vs 3,6% vs 6,4% vs 5,2%, p=0,000). Penelitian ini menyimpulkan bahwa aktivitas fisik *interval training* tipe lambat lebih baik dalam memperlambat kenaikan berat badan dan menurunkan nilai indeks Lee akibat peningkatan penggunaan adiponektin dan IL-6. [MKB. 2017;49(1):15–21]

Kata kunci: Adiponektin, IL-6, Indeks Lee, *interval training*, obesitas

Effects of Interval Training on Lee Index, Adiponectine, and Il-6 in Obese Rat Model

Abstract

Weight gain increase in obese rats that are continuously fed with fat rich chow may be slowed down by putting them on a training regimen. This study aimed to determine the differences between the effects of fast-type interval training, slow-type interval training, and moderate-intensity continuous training on weight gain, Lee index, adiponectin, and IL-6. Using a post-test only control group, this study involved 28 obese rats (Lee index values >0.30). Adiponectin and IL-6 levels were tested using ELISA. This research was conducted in Pharmacology and Therapeutic Laboratory of Faculty of Medicine Unpad in April–May 2014. The results showed that the slow-type interval training was the most effective training compared to the fast-type interval training, continuous training of moderate intensity, and control in slowing down the weight gain (2.34% vs 10.79% vs 4.49% vs 7.58%, p=0.000), which was also accompanied by the lowest level of blood glucose level (101.91±7.1 vs 113.63±6.4 vs 144.03±9.0 vs 82.24±5.9 mg/dL, p=0.000), triglyceride (28.07±3.3 vs 34.14±5.7 vs 42.00±4.9 vs 17.34±2.7 mg/dL, p=0.000) and adiponectin (9.04±0.5 vs 10.27±0.7 vs 10.57±0.7 vs 7.24±0.8 ng/ml, p=0.000) as well as the highest level of IL-6 (60.29±3.1 vs 54.55±2.1 vs 50.76±4.1 vs 56.36±2.9 pg/mL, p=0.000) and lowest Lee index score (7.3% vs 3.6% vs 6.4% vs 5.2%, p=0.000). The study concludes that the slow-type interval training is the best training when compared to other types of training in slowing down weight gain and lowering Lee index and increasing the use of adiponectin and IL-6. [MKB. 2017;49(1):15–21]

Key words: Adiponectin, IL-6, interval training, Lee index, obese

Korespondensi: Endang Mulyana Zein, dr., M.Kes, Puskesmas Pataruman 3, Dinas Kesehatan Kota Banjar, Jawa Barat, *mobile:* 082130247777, *e-mail:* endangmulyana81@gmail.com

Pendahuluan

Saat ini kegemukan (*overweight*) dan obesitas pada anak dan orang dewasa menjadi salah satu masalah kesehatan di dunia. Obesitas merupakan faktor risiko utama penyakit tidak menular, seperti pada penyakit kardiovaskular, diabetes, gangguan muskuloskeletal, dan beberapa jenis kanker. Obesitas adalah pembesaran jaringan adiposa untuk menyimpan kelebihan asupan energi. Kejadian obesitas berhubungan erat dengan pola makan dan yang rendah tingkat aktivitas fisik, terutama olahraga.^{1,2}

Upaya meningkatkan kebugaran jasmani dan menurunkan berat badan dapat digunakan latihan ketahanan kardiovaskular, antara lain lari jarak jauh, renang jarak jauh, *cross-country*, *fartlek*, dan *interval training*. *Interval training* atau latihan berselang adalah latihan yang bercirikan periode latihan diselingi dengan periode istirahat aktif. Secara mendasar, ada dua bentuk *interval training*, yaitu *interval training* tipe lambat dan *interval training* tipe cepat. Penemuan para ahli menunjukkan bahwa latihan fisik *interval training* lebih menurunkan berat badan dibanding dengan latihan jenis *continuous training*. Hasil penelitian yang dilakukan di Australia tahun 2008 pada wanita berusia 20,2±2.0 tahun, BMI 23,2±2.0 kg/m², lalu dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, yaitu kelompok *high-intensity intermittent exercise* (HIIE; n=15) dengan diberi latihan berlari 8x60 detik/12 detik istirahat dan kelompok *steady-state exercise* (SSE; n=15) selama 15 minggu. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan penurunan kadar adiponektin (HIIE vs SSE = 6,8±1,3 menjadi 6,7±1,3µg/mL vs 11,2±1,8 menjadi 8,1±2,0µg/mL), dan perubahan berat badan (HIIE vs SSE = 63,3 ± 3,8 menjadi 61,8 ± 3,6kg vs 59,8 ± 2,4 menjadi 59,7±2,3kg).² Penelitian lain yang dilakukan Dunn³ di New South Wales tahun 2009 pada 18 orang wanita *overweight* dan obesitas berusia 21,7±0,8 tahun, yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok HIIE dengan diberi latihan mengayuh sepeda ergometer 2x/minggu, 60x8 detik 65-70% VO₂ maks/12 detik istirahat, selama 20 menit/sesi, dan kelompok *steady state exercise* (SSE) diberi latihan mengayuh sepeda ergometer dengan intensitas 65-70% VO₂ maks selama 5 menit/sesi, perlakuan diberikan selama 12 minggu. Hasil penelitian ditemukan HIIE lebih menurunkan berat badan dan IMT dibandingkan dengan SSE (67±2,2 kg menjadi 62.7±2,6 kg vs 67±2,2 kg menjadi 72.3±3,0 kg; p<0.05) dan penurunan IMT (23,9±0,9 kg/m² menjadi 22,2±0,9 kg/m² vs 23,9±0,9 kg/m²

menjadi 22,6±1,2 kg/m²; p<0.05). Penemuan para ahli sebelumnya memperlihatkan latihan *interval training* dengan intensitas berat lebih menurunkan berat badan dibanding dengan latihan *continuous training* intensitas sedang pada orang dengan berat badan normal, *overweight*, dan obesitas. Akan tetapi, penelitian para ahli sebelumnya belum dapat mempertimbangkan keterkaitan tipe *interval training* dan perubahan molekuler protein adiponektin, dan IL-6 serta penurunan berat badan. Sumber energi utama pada saat olahraga ditentukan oleh intensitas, durasi, dan jenis serabut otot yang dominan digunakan pada saat olahraga.^{3,4}

Pada waktu melakukan aktivitas fisik predominan aerobik, otot memakai simpanan karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi utama. Protein adiponektin dapat meningkatkan oksidasi asam lemak dalam jaringan lemak, hati, dan otot rangka melalui aktivasi AMPK yang selanjutnya menghambat *Acetyl-coenzyme A carboxylase* (ACC) dan *malonyl-CoA*. IL-6 merupakan sebuah miokin, yang dihasilkan oleh otot rangka dan meningkat ketika otot berkontraksi, terutama pada saat glikogen otot menurun. IL-6 menyebabkan lipolisis pada otot rangka dan jaringan lemak subkutan abdomen melalui aktivasi AMPK.⁶⁻⁹

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan efek *interval training* tipe cepat, *interval training* tipe lambat, dan *continuous training* intensitas sedang terhadap respons fisiologis berat badan dan nilai indeks Lee, serta respons molekuler adiponektin, IL-6, glukosa, dan trigliserida plasma pada tikus Wistar model obesitas.

Metode

Penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dengan *posttest-only* desain kelompok kontrol. Jumlah hewan coba ditentukan dengan rumus dari Supranto, yaitu 28 ekor tikus jantan model obesitas berumur 16 minggu hasil induksi makanan tinggi lemak selama 8 minggu, sampai nilai indeks Lee >0,30 sebagai kriteria inklusi, diet tetap dipertahankan selama penelitian berlangsung. Kelompok dibagi menjadi empat (n=7), yaitu kelompok kontrol (tanpa latihan *treadmill*), kelompok yang diberi latihan *interval training* tipe cepat lari pada *treadmill* tikus dengan kecepatan 30 m/menit 15x 30 detik/1 menit istirahat selama 22 menit, *Interval training* tipe lambat lari pada *treadmill* tikus dengan kecepatan 20 m/menit 10x 2 menit/1 menit

istirahat selama 30 menit, *Continuous training* intensitas sedang lari pada *treadmill* tikus dengan kecepatan 20 m/menit selama 30 menit, periode istirahat dengan lari pada kecepatan 10 m/menit. Nilai indeks Lee merupakan hasil bagi dari akar berat badan dalam gram dikali sepuluh dengan panjang naso-anal dalam milimeter.

Tempat penelitian ini adalah Laboratorium Farmakologi dan Terapi Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran Bandung pada bulan April-Mei 2014. Proposal penelitian disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia dengan No: 447/UN6.C2.1.2/KEPK/PN/2013.

Pengukuran konsentrasi adiponektin plasma menggunakan metode ELISA dengan reagen *rat adiponectin* (ADP), IL-6 dengan ELISA *Rat IL-6*, glukosa dengan Kit *glucose god* FS* dan trigliserida dengan Kit *triglycerides* FS*. Reagen adiponektin yang digunakan diproduksi oleh Bioassay Tech, Shanghai, China. Reagen IL-6 diproduksi oleh BioLegend, San Diego, US.

Reagen glukosa dan trigliserida diproduksi oleh diasys, Holzheim, Jerman.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 15 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Uji distribusi normal untuk semua variabel dilakukan dengan Shapiro-Wilk dan uji homogenitas varians data dilakukan dengan uji Levene's. Perbedaan variabel berat badan, nilai indeks Lee, kadar adiponektin, IL-6, glukosa dan trigliserida dengan menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan uji *Post Hoc* dengan uji Bonferroni. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Uji statistik, tingkat signifikansi yang digunakan adalah 5%.

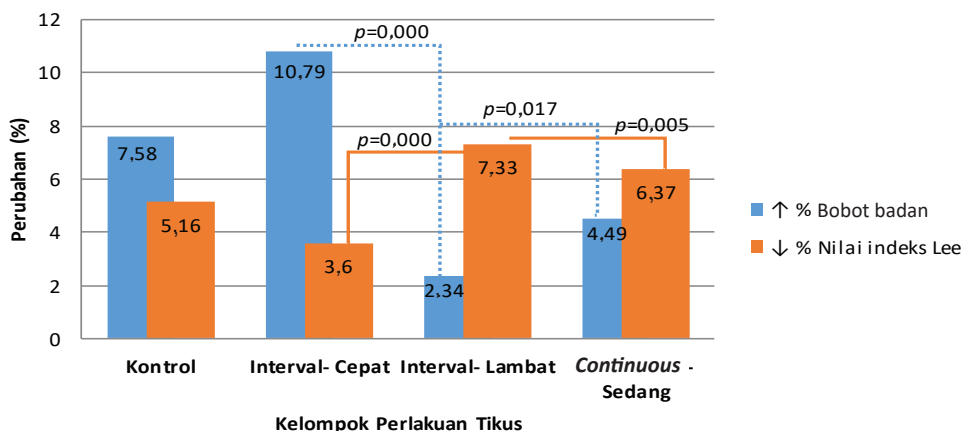
Hasil

Pemeriksaan karakteristik fisik dan biokimia hewan coba pada kelompok kontrol, *interval training* tipe cepat, *interval training* tipe lambat dan *continuous training* intensitas sedang diperoleh hasil seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik Fisik dan Biokimia

Variabel	Latihan <i>Treadmill</i>				Nilai p
	Kontrol	Interval Tipe Cepat	Interval Tipe Lambat	<i>Continuous</i> - Sedang	
Variabel fisik					
$\bar{X}\bar{X}$ umur (minggu)	16	16	16	16	
$\bar{X}\bar{X}$ berat badan awal (g)	446,3±8,94	453±9,25	455,7±24,14	464±33,14	
$\bar{X}\bar{X}$ berat badan akhir (g)	480,2±9,74	501,8±9,62	466,3±24,50	484,8±35,05	
Selisih peningkatan	33,83±5,2	48,83±5,5	10,67±2,9	20,83±3,7	0,000
% Peningkatan	7,58%	10,79%	2,34%	4,49%	
$\bar{X}\bar{X}$ panjang naso-anal awal (cm)	21,5±0,55	21,67±0,52	21,67±0,52	21,33±0,52	
$\bar{X}\bar{X}$ panjang naso-anal akhir (cm)	23,5±0,55	23,67±0,52	23,67±0,52	23,3±0,52	
$\bar{X}\bar{X}$ indeks lee awal	0,313±0,0052	0,311±0,0051	0,311±0,0055	0,314±0,0052	
$\bar{X}\bar{X}$ indeks lee akhir	0,297±0,0052	0,299±0,0057	0,288±0,0048	0,294±0,0056	
Selisih penurunan	0,016±0,001	0,011±0,001	0,023±0,001	0,020±0,001	0,000
% Penurunan	5,16%	3,60%	7,33%	6,37%	
Variabel Biokimia					
$\bar{X}\bar{X}$ adiponektin (ng/mL)	7,24±0,8	10,27±0,7	9,04±0,5	10,57±0,7	0,000
$\bar{X}\bar{X}$ IL-6 (pg/mL)	56,36±2,9	54,55±2,1	60,29±3,1	50,76±4,1	0,000
$\bar{X}\bar{X}$ glukosa (mg/dL)	82,24±5,9	113,63±6,4	101,91±7,1	144,03±9,0	0,000
$\bar{X}\bar{X}$ trigliserida (mg/dL)	17,34±2,7	34,14±5,7	28,07±3,3	42,00±4,9	0,000

Keterangan: $\bar{X}\bar{X}$ = rata-rata±SD



Gambar 1 Uji Bonferroni Perbedaan Rata-rata % Peningkatan Berat Badan dan % Penurunan Nilai Indeks Lee

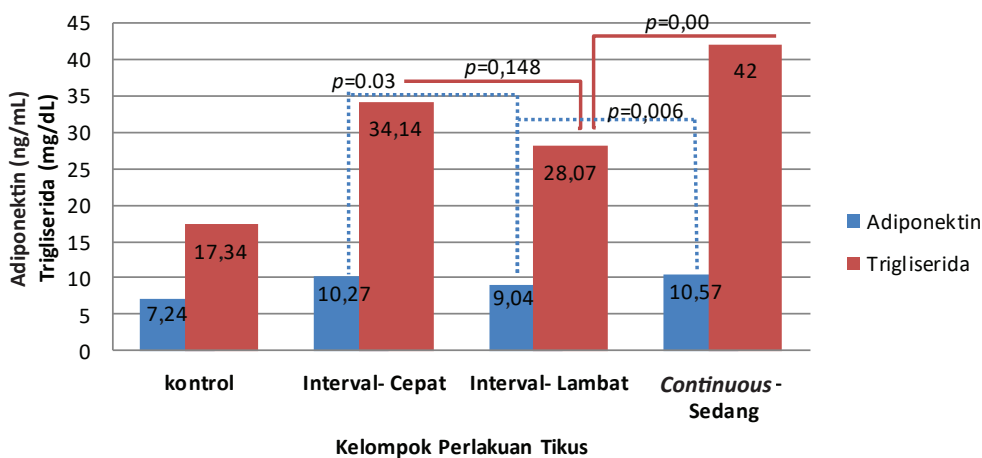
Keterangan: Nilai p = signifikansi (*p-value*) dengan uji ANOVA; p<0,05=signifikan

Setelah digunakan analisis statistik uji ANOVA terlihat perbedaan bermakna ($p=0,000$) pada variabel berat badan, nilai indeks Lee, kadar adiponektin, IL-6, glukosa dan juga trigliserida; mengetahui efek perlakuan yang paling besar terhadap variabel berat badan, nilai indeks Lee, kadar adiponektin, IL-6, glukosa, dan trigliserida dilakukan Uji Bonferroni. Hasil seperti tercantum pada Gambar 1, 2, dan 3.

Gambar 1 menunjukkan perbedaan bermakna persentase peningkatan berat badan rata-rata dan persentase penurunan nilai indeks Lee rata-rata pada kelompok *interval training* tipe

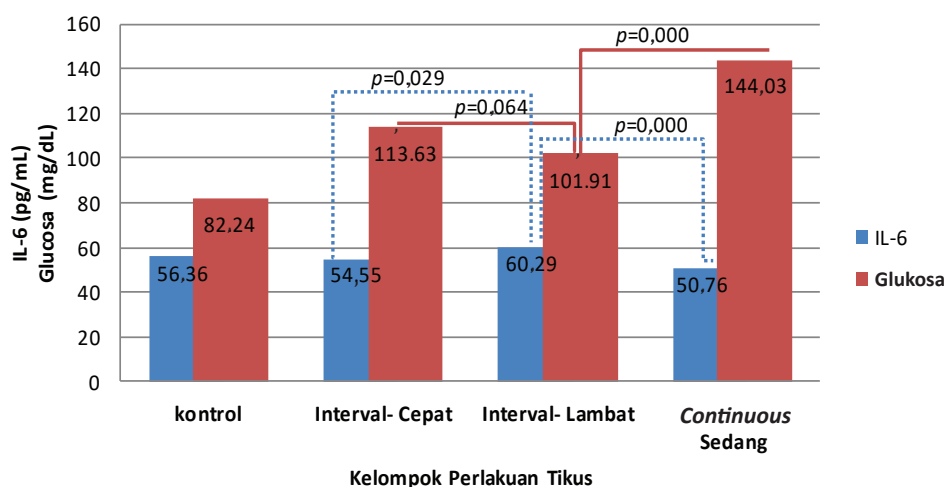
lambat dengan kelompok *interval training* tipe cepat, *continuous training* intensitas sedang dan kontrol. Kelompok *interval training* tipe lambat mempunyai nilai persentase peningkatan berat badan paling kecil (2,34% vs 10,79% vs 4,49% vs 7,58%, $p=0,000$) dan nilai persentase penurunan nilai indeks Lee rata-rata paling besar (7,33% vs 3,6% vs 6,37% vs 5,16%, $p=0,000$).

Pada gambar 2 menunjukkan perbedaan yang bermakna nilai kadar adiponektin rata-rata dan nilai r kadar trigliserida rata-rata pada kelompok *interval training* tipe lambat dengan kelompok *interval training* tipe cepat, *continuous training*



Gambar 2 Uji Bonferroni Perbedaan Rata-rata % Kadar Adiponektin dengan Triglicerida Plasma

Keterangan: nilai p = signifikansi (*p-value*) dengan uji ANOVA p<0,05=signifikan



Gambar 3 Uji Bonferroni Perbedaan Rata-rata Kadar IL-6 dan Glukosa Plasma

Keterangan: nilai p =signifikansi (p -value) dengan uji ANOVA $p<0,05$ =signifikan

intesitas sedang dan kontrol. Kelompok *interval training* tipe lambat mempunyai nilai kadar adiponektin rata-rata paling kecil ($9,04\pm 0,5$ vs $10,27\pm 0,7$ vs $10,57\pm 0,7$ vs $7,24\pm 0,8$ ng/mL, $p=0,000$) dan nilai kadar trigliserida rata-rata paling kecil ($28,07\pm 3,3$ vs $34,14\pm 5,7$ vs $42\pm 4,9$ vs $17,34\pm 2,7$ mg/dL, $p=0,000$).

Gambar 3 menunjukkan perbedaan bermakna nilai kadar IL-6 dan nilai kadar glukosa rata-rata pada kelompok *interval training* tipe lambat dengan kelompok *interval training* tipe cepat, *continuous training* intensitas sedang dan kontrol. Kelompok *interval training* tipe lambat mempunyai nilai kadar IL-6 rata-rata paling besar ($60,29\pm 3,1$ vs $54,55\pm 2,1$ vs $50,76\pm 4,1$ vs $56,36\pm 2,9$ pg/mL, $p=0,000$) dan nilai kadar glukosa rata-rata paling kecil ($101,91\pm 7,1$ vs $113,63\pm 6,4$ vs $144,03\pm 9,0$ vs $82,24\pm 5,9$ mg/dL, $p=0,000$).

Pembahasan

Hasil penelitian ini memperlihatkan *interval training* tipe lambat mempunyai pengaruh lebih memperlambat kenaikan bobot badan. Perlambatan kenaikan bobot badan melalui lipolisis selama aktivitas fisik, hal ini disebabkan oleh penggunaan energi bersumber dari lemak yang menguntungkan untuk dapat menurunkan deposit lemak di jaringan subkutan dan visceral.

Penurunan berat badan akan mengakibatkan penurunan nilai indeks Lee. Penurunan nilai indeks Lee yang bermakna pada kelompok perlakuan *interval training* tipe lambat diduga disebabkan oleh berkurang ukuran dan jumlah sel adiposit sehingga terjadi penurunan massa jaringan lemak. Hal ini terbukti dengan terjadinya perlambatan kenaikan bobot badan.^{3,10,11}

Pada penelitian ini ditemukan perbedaan bermakna antara kadar adiponektin, IL-6, glukosa dan trigliserida plasma rata-rata antara kelompok kontrol, *interval training* tipe cepat, *interval training* tipe lambat dan *continuous training* intensitas sedang. Nilai kadar adiponektin rata-rata paling kecil pada perlakuan *interval training* tipe lambat, diduga akibat peningkatan AdipoRs yang lebih besar dibanding dengan perlakuan *interval training* tipe cepat dan juga *continuous training* intensitas sedang. Hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian Alhousseini dkk.⁷ yang menyatakan bahwa ditemukan peningkatan ekspresi mRNA AdipoR1 dan AdipoR2 pada otot rangka mencit model obesitas yang diberikan interval berenang 3–5 kali perminggu, dibanding dengan kontrol. Penelitian Tang, dkk.⁹ di China pada tikus obesitas, juga menyatakan bahwa ditemukan peningkatan kadar adiponektin pada kelompok perlakuan lari di atas *treadmill* tikus dibanding dengan kontrol. Boutcher² di Australia juga melaporkan, bahwa sesudah pemberian perlakuan *high-intensity intermittent exercise*

ditemukan penurunan kadar adiponektin.

Adiponektin berfungsi mengaktifasi AMPK, aktivasi AMPK akan mengaktifkan jalur Ca^{2+} /*calmodulin-dependent protein kinase kinase beta* (CaMKK β) di otot rangka sebagai respons dari aktifnya AdipoR1 yang berkaitan dengan masuknya Ca^{2+} ekstraseluler akibat aktivasi AMPK. Keadaan tersebut dapat meningkatkan jumlah mitokondria dan kapasitas oksidatif. Kemudian, sebagian menginduksi *peroxisome proliferator-activated receptor gamma co-activator-1alpha* (PGC1 α), selanjutnya akan menghambat aktivasi *acetyl coenzyme-a carboxylase* (ACC) serta *malonyl-CoA* sehingga dapat meningkatkan lipolisis. Pada otot jantung, adiponektin berperan meningkatkan oksidasi asam lemak, ambilan asam lemak, dan ambilan glukosa melalui translokasi GLUT4. Pada tingkat hepatic, adiponektin mengaktifasi AMPK dan juga PPAR- α yang selanjutnya mereduksi suplai asam lemak tidak teresterifikasi (NEFA) ke hati untuk glukoneogenesis dan menurunkan sintesis trigliserida. Adiponektin mengaktifasi AMPK dan fosforilasi, menghambat aktivasi ACC dan menurunkan Malonil koA sehingga meningkatkan lipolisis. Adiponektin juga dapat mengaktifasi AMPK di hipotalamus sehingga merangsang peningkatan asupan makanan. Keadaan inilah yang diduga menyebabkan laju peningkatan bobot badan lebih besar daripada kelompok perlakuan *interval training* tipe yang cepat.^{6-8,11}

Pada penelitian ini ditemukan bahwa kadar IL-6 rata-rata pada kelompok perlakuan *interval training* tipe lambat lebih tinggi bila dibanding dengan kelompok *interval training* tipe cepat serta *continuous training* intensitas sedang. Keadaan ini berkaitan dengan hasil pemeriksaan kadar glukosa yang memperlihatkan bahwa perlakuan *interval training* tipe lambat memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar glukosa yang lebih besar. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Scott dkk.¹⁰ di Inggris yang melaporkan bahwa ditemukannya peningkatan kadar IL-6 apabila dibanding dengan sebelum latihan. Hasil penelitian lain yang dilakukan Helge dkk.¹² di Denmark didapatkan hasil peningkatan kadar IL-6 sebagai pengaruh dari olahraga sejalan dengan peningkatan intensitas latihan ambilan glukosa.¹² Selama aktivitas fisik, kontraksi otot rangka menyebabkan peningkatan katekolamin, perubahan homeostasis kalsium, pengurangan ketersediaan glukosa, dan peningkatan formasi dari ROS yang pada akhirnya akan menstimulasi produksi IL-6 pada inti sel miosit. IL-6 diaktivasi dengan cepat selama aktivitas fisik, sintesis

IL-6 dimodulasi oleh ketersediaan glikogen sehingga IL-6 dianggap sebagai sensor energi. Gen IL6 tidak aktif selama otot dalam keadaan istirahat. IL-6 dapat menyebabkan lipolisis dan oksidasi lipid terutama pada otot rangka dan memengaruhi lipolisis jaringan lemak subkutan abdomen melalui aktivasi AMPK. IL-6 secara langsung mengaktifasi AMPK dan cAMP pada otot sehingga terjadi peningkatan AMP/ATP, kemudian meningkatkan lipolisis. IL-6 memiliki peranan penting dalam mengatur metabolisme dan menginduksi sekresi hormon insulin oleh sel β pankreas dengan cara menginduksi *glucagon-like peptide-1*. IL-6 berperan mengarahkan substrat ekstraseluler selama aktivitas fisik, yaitu mengatur produksi glukosa endogen seperti cara kerja hormonal.¹³⁻¹⁵

Pemahaman suatu mekanisme perubahan molekular dari adiponektin dan IL-6 dipengaruhi oleh aktivitas fisik sebelumnya, yaitu *interval training* tipe lambat lebih besar meningkatkan kadar IL-6 plasma dan lebih besar menurunkan kadar adiponektin plasma, diduga akan lebih besar menstimulasi lipolisis. Hal ini terbukti dari *Interval training* tipe lambat lebih besar dalam menurunkan nilai indeks Lee. Hasil ini diharapkan dapat menambah informasi dalam mengembangkan strategi mengendalikan berat badan dalam upaya mengurangi morbiditas dan mortalitas pada kasus obesitas melalui *Interval training* atau latihan berselang tipe lambat.

Keterbatasan penelitian ini di antaranya, pengambilan sampel darah berasal dari jantung, yaitu sesaat setelah tikus dikorbankan. Idealnya untuk pemeriksaan adiponektin dan IL6 sampel berasal dari pembuluh darah sekitar jaringan otot yang aktif selama perlakuan, yaitu dari daerah tungkai.

Pada penelitian ini, pengaruh perlakuan aktivitas fisik *interval training* tipe cepat, dan *interval training* tipe lambat, serta *continuous training* intensitas sedang dianggap tergolong aktivitas fisik aerobik berdasar atas kecepatan berlari pada *treadmill* tikus berdasar tinjauan pustaka. Idealnya dilakukan pemeriksaan kadar asam laktat dan pengukuran suhu tubuh untuk lebih memastikan pengaruh perlakuan terhadap sistem metabolisme energi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua, Dosen dan Staf Program Studi Pascasarjana Ilmu Kedokteran Dasar Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia,

yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Daftar Pustaka

1. WHO. 2008–2013 Action plan for the global strategy for the prevention and control of noncommunicable diseases. *Physical Inactivity*. 2008;61(8):19–29.
2. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*. 2011;2011(1):1–10.
3. Dunn SL. Effects of exercise and dietary intervention on metabolic syndrome markers of inactive premenopausal women [disertasi]. Sydney: University of New South Wales; 2009.
4. Campbell L, Wallman K, Green D. The effects of intermittent exercise on physiological outcomes in an obese population: continuous versus interval walking. *J Sports Sci Med*. 2010;9(1):24–30.
5. Bompa T, Haff GG. *Periodization: theory and methodology of training*. Edisi ke-5. Champaign: Human Kinetics; 2009.
6. Huang H, Iida KT, Sone H, Ajisaka R. The regulation of adiponectin receptors expression by acute exercise in mice. *J Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2007;115(7):417–22.
7. Alhusseini NF, Belacy NA, Kasem EM, Allam MM. Effect of exercise training on adiponectin receptor expression and insulin resistance in mice fed a high fat diet. *J Am J Biochem Biotechnol*. 2010;6(2):77–83.
8. Holland WL, Miller RA, Wang ZV, Sun K, Barth BM, Bui HH, dkk. Receptor-mediated activation of ceramidase activity initiates the pleiotropic actions of adiponectin. *J Nat Med*. 2011;17(1):55–63.
9. Tang H, Xie MH, Lei Y, Zhou L, Xu YP, Cai JG. The roles of aerobic exercise training and suppression IL-6 gene expression by RNA interference in the development of insulin resistance. *J Cyto*. 2013;61(2):394–405.
10. Scott JP, Sale C, Greeves JP, Casey A, Dutton J, Fraser WD. Effect of exercise intensity on the cytokine response to an acute bout of running. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(12):2297–306.
11. Shahram S, Masoomah K, Reza I, Gholamreza F. Adiponectin responses to continuous and intermittent training in non-athlete obese women. *Euro J Exp Bio*. 2011;1(4):216–20.
12. Helge JW, Klein DK, Andersen TM, van Hall G, Calbet J, Boushel R, dkk. Interleukin-6 release is higher across arm than leg muscles during whole-body exercise. *Exp Physiol*. 2011;96(6):590–8.
13. Baker JS, McCormick MC, Robergs RA. Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise. *J Nutr Metab*. 2010;2010:1–13.
14. Tang H, Xie MH, Lei Y, Zhou L, Xu YP, Cai JG. The roles of aerobic exercise training and suppression IL-6 gene expression by RNA interference in the development of insulin resistance. *Cytokine*. 2013;61(2):394–405.
15. Pedersen BK, Edward F. Adolph distinguished lecture: muscle as an endocrine organ: IL-6 and other myokines. *J Appl Physiol*. 2009;107(4):1006–14.