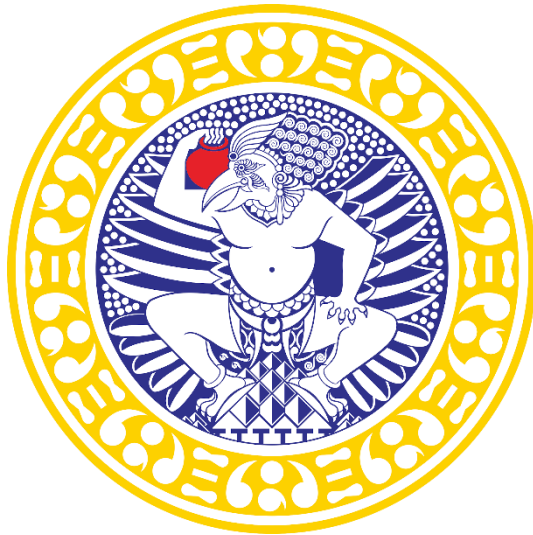


TESIS

**PERBANDINGAN PENGARUH LATIHAN AEROBIK, *RESISTANCE*,
DAN KOMBINASI INTENSITAS MODERAT TERHADAP PENURUNAN
KADAR LEPTIN PADA PEREMPUAN OBESITAS**



Andre Andarianto

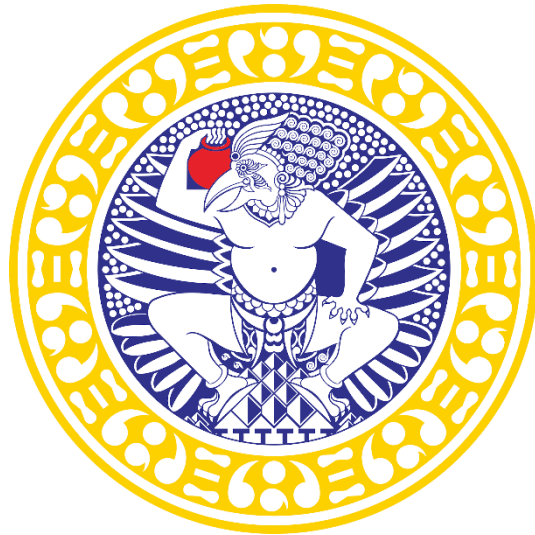
**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

IR – PERPUTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

TESIS

**PERBANDINGAN PENGARUH LATIHAN AEROBIK, *RESISTANCE*,
DAN KOMBINASI INTENSITAS MODERAT TERHADAP PENURUNAN
KADAR LEPTIN PADA PEREMPUAN OBESITAS**



Andre Andarianto

012014553002

**PROGRAM STUDI ILMU MAGISTER KESEHATAN OLAAHRAGA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

IR – PERPUTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PERBANDINGAN PENGARUH LATIHAN AEROBIK, *RESISTANCE*,
DAN KOMBINASI INTENSITAS MODERAT TERHADAP PENURUNAN
KADAR LEPTIN PADA PEREMPUAN OBESITAS**

TESIS

Untuk Memperoleh Gelar Magister

**Dalam Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Olahraga
Pada Jenjang Magister, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga**

Oleh

Andre Andariantio

012014553002

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

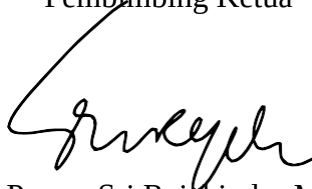
LEMBAR PERSETUJUAN

TESIS INI TELAH DISETUJUI

PADA TANGGAL 25 MARET

Oleh:

Pembimbing Ketua



Dr. Purwo Sri Rejeki, dr., M.Kes
NIP. 197506122005012003

Pembimbing Kedua



Muhammad Miftahussurur, dr., M.Kes., Sp.PD-KGEH, Ph.D
NIP. 197909292008121003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Magister

Ilmu Kesehatan Olahraga



Dr. Bambang Purwanto, dr., M.kes
NIP. 198008282006041002

LEMBAR PENETAPAN PENGUJI

Tesis ini telah diuji dan dinilai
oleh panitia penguji pada Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Olahraga
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Tanggal 25 Maret 2022

Susunan Panitia Penguji,

Ketua Penguji:

1. Dr. Sulistiawati, dr., M.Kes

Anggota Penguji:

2. Dr. Purwo Sri Rejeki, dr., M.Kes
3. Muhammad Miftahussurur, dr., M.Kes., Sp.PD-KGEH, Ph.D
4. Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK(K)
5. Dr. Citrawati Dyah Kencono Wungu, dr., M.Si

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andre Andarianto

NIM : 012014553002

Program Studi : Magister Ilmu Kesehatan Olahraga

Judul Tesis : Perbandingan Pengaruh Latihan Aerobik, *Resistance*, dan Kombinasi Intensitas Moderat Terhadap Penurunan Kadar Leptin Pada Perempuan Obesitas.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis saya ini adalah asli (hasil karya sendiri) bukan merupakan hasil peniruan atau penjiplakan (plagiarism) dari karya orang lain. Tesis ini belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik. Dalam tesis ini tidak terdapat pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan didalam daftar pustaka.

Demikian, pernyataan ini dibuat tanpa adanya paksaan dari pihak manapun, apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan norma dan peraturan yang berlaku di Universitas Airlangga.

Surabaya, 25 Maret 2022



Andre Andarianto
012014553002

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga tesis yang berjudul “Perbandingan Pengaruh Latihan Aerobik, *Resistance*, dan Kombinasi Intensitas Moderat Terhadap Penurunan Kadar Leptin Pada Perempuan Obesitas” dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafaatnya besok di hari akhir.

Terselesaikannya tesis ini dan dengan ketulusan hati penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Dr. Purwo Sri Rejeki, dr., M.Kes., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, keikhlasan hati, memberikan ilmu, waktu, tenaga, pikiran, arahan dan dorongan sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
2. Muhammad Miftahussurur, dr., M.Kes., Sp.PD-KGEH, Ph.D, selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, keikhlasan hati, memberikan banyak ilmu, mengoreksi dan mengingatkan serta memberikan saran secara terus-menerus sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
3. Dr. Sulistiawati, dr., M.Kes, selaku ketua penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan dorongan, bimbingan, saran, kiat-kiat dan jalan keluar sehingga tesis ini dapat diselesaikan tepat waktu. Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK(K), Dr. Citrawati Dyah Kencono Wungu, dr., M.Si, selaku tim penguji yang telah memberikan bimbingan, saran dan pengarahan yang terbaik kepada penulis.
4. Prof. Dr. Budi Santoso, dr., Sp.OG(K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan pengalaman, kesempatan untuk belajar dan berkarya serta menjadi tauladan yang baik bagi mahasiswa.
5. Dr. Achmad Chusnu Romdhoni., dr., Sp.THT-KL(K)., FICS, selaku Wakil Dekan I Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan surat permohonan ijin penelitian kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian.

6. Kedua orang tua saya Bapak Sugianto dan Ibu Siti Sundari yang selalu setia dan penuh kesabaran memberi arahan, dukungan, moril, materil serta do'a yang tiada hentinya sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan.
7. Saudaraku Ovan Andarianto dan Julia Andarianto serta keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan dan do'a.
8. Dr. Bambang Purwanto, dr., M.Kes, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman selama menuntut ilmu di Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.
9. Adi Pranoto, S.Or., M.Kes, selaku mentor, sahabat diskusi, dan *leader* dalam pelaksanaan penelitian yang telah meluangkan waktu serta memberikan motivasi dan membantu memecahkan permasalahan juga doa dan dukungan sehingga proses penulisan tesis ini dapat terselesaikan.
10. Dr. soebagijo Adi Soelistijo, dr., Sp.PD,K-EMD., FINASIM., FACP, selaku Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan surat keterangan *ethical clearance* pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti.
11. Seluruh Staf Pengajar di Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan bekal tambahan wawasan, ilmu dan keterampilan sehingga sangat membantu penulis dalam melaksanakan penelitian penyelesaian tesis.
12. Seluruh Staf di Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga dan Departemen Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan bantuan dalam bidang administrasi.
13. Arga, selaku Manajer Atlas Sport Club Kota Malang yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian di Atlas Sport Club Kota Malang.
14. dr. Enny Sekar Rengganingati, M.M., selaku Kepala Unit Transfusi Darah (UTD) Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Malang yang membantu untuk menugaskan petugas analis medis untuk membantu proses pengambilan sampel darah selama penelitian.
15. selaku petugas pengambil sampel darah dari LAB Patimura Kota Malang yang membantu selama penelitian.

16. Umi Salamah, Amd., selaku Analis Laboratorium Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah membantu proses analisis kadar leptin sekaligus menjadi sahabat diskusi peneliti.
17. drh. Berliana Dwi Nandita Sandy, yang selalu setia memberikan perhatian, dukungan dan do'a serta memberikan bantuan baik moral maupun spiritual.
18. Tri Wahyu Aga Seputra, S.Pd selaku kolega *research* yang telah memberikan banyak waktu, tenaga, pikiran selama penelitian sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
19. Ahmad Syahru Mubarak Harisman, S.Or., Andrika Vildan Firmansyah, S.Or., Moch Nasmay Lupita, S.Or., Teguh Prasetyo, S.Or., Zalindah Hamilul Maulidiyah, S.Or., Ghana Firsta Yosika, S.Or., M.Or., selaku sahabat-sahabat peneliti yang membantu selama proses penelitian.
20. Seluruh subjek yang ikut berpartisipasi dalam penelitian sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
21. Sahabat-sahabat IKESOR-2020 FK-UA yang selalu mendukung agar tesis ini dapat segera diselesaikan dan terimakasih atas canda tawa selama menempuh pendidikan.
22. Kepada seluruh pihak yang tidak mampu penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan, motivasi dan bantuan selama penulisan tesis ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga ALLAH SWT selalu melimpahkan rahmat dan barokah serta inayah-Nya kepada semua pihak atas segala amal yang telah diberikan kepada penulis dalam rangka penulisan tesis. Amin.

Surabaya, 5 Februari 2022

Penulis

Andre Andariantanto

RINGKASAN

**PERBANDINGAN PENGARUH LATIHAN AEROBIK, *RESISTANCE*,
DAN KOMBINASI INTENSITAS MODERAT TERHADAP PENURUNAN
KADAR LEPTIN PADA PEREMPUAN OBESITAS**

Tingkat prevalensi obesitas di seluruh dunia telah mengalami peningkatan dua kali lipat sejak tahun 1980, hampir 1/3 populasi dunia sekarang diklasifikasikan sebagai kelebihan berat badan dan obesitas. Obesitas lebih banyak terjadi pada individu perempuan dibandingkan laki-laki. Berdasarkan Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 menyatakan prevalensi obesitas telah mencapai 21,8%, jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan tahun 2013 (14,8%) dan tahun 2007 (10,5%). Adanya penetapan *social distancing* karena pandemi Corona Virus tahun 2019 (COVID-19), lebih dari 40% masyarakat di Amerika dianggap sebagai obesitas dengan indeks massa tubuh (IMT) $>30 \text{ kg/m}^2$. Hal ini menjadi masalah serius yang dapat mengancam kualitas sumberdaya manusia dan masalah kesehatan di dunia. Kondisi obesitas ditandai dengan akumulasi lemak berlebih yang dikaitkan dengan terjadinya *hyperplasia* dan *hypertrophy* jaringan adiposa. Leptin merupakan salah satu hormon yang diproduksi oleh jaringan adiposa untuk mengatur massa lemak tubuh dengan tujuan akhir menjaga kestabilan energi tubuh. Pada subjek obesitas kadar leptin cenderung tinggi dan hal ini merupakan penanda terjadinya resistensi leptin. Penurunan kadar leptin adalah salah satu strategi untuk mencegah terjadinya resistensi leptin. Latihan yang dilakukan dalam jangka panjang terbukti dapat menurunkan kadar leptin. Ketika latihan akan terjadi *aktivasi peroxisome proliferation-activated receptor γ coactivator-1 α* (PGC-1 α) untuk merangsang ekspresi *fibronectin type III domain-containing protein 5* (FNDC-5) dan terjadi pembelahan proteolitik protein membran FNDC-5 pada otot rangka, sehingga terjadi pelepasan irisin menuju jaringan adiposa yang kemudian menstimulasi proses pencoklatan pada jaringan lemak putih dengan merangsang ekspresi gen *uncoupling protein-1* (UCP-1) melalui signaling *p38 mitogen-activated protein kinase* (p38-MAPK), sehingga menyebabkan peningkatan pengeluaran energi dan penurunan akumulasi lemak. Banyaknya tipe latihan yang dapat dilakukan, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan pengaruh latihan aerobik, *resistance*, dan kombinasi intensitas moderat terhadap penurunan kadar leptin pada perempuan obesitas.

Penelitian ini merupakan *true experiment*, dengan rancangan penelitian *the pretest-posttest control group design*, menggunakan subjek 28 perempuan obesitas dan dibagi menjadi empat kelompok, yaitu COG (n=7, *control group*, tanpa intervensi), ATG (n=7, *aerobic training group*), RTG (n=7, *resistance training group*) dan CTG (n=7, *combination training group*). Intervensi dilakukan pada pukul 07.00 – 09.00 WIB. Latihan aerobik (lari di atas *treadmill*) dilakukan dengan intensitas 60-70% *Heart Rate Maximum* (HR_{max}) selama 45 menit (5 menit pemanasan (50-60% HR_{max}), 35 menit inti (*continuous* 60-70% HR_{max}) dan 5 menit pendinginan (50-60% HR_{max}). Latihan *resistance* (menggunakan alat angkat beban) dilakukan dengan intensitas 60-70% 1 Repetisi Maksimal (RM) selama 45 menit (5 menit pemanasan 50-60% HR_{max}), 35 menit inti (5 set, 15 repetisi, interval 150

detik), dan 5 menit pendinginan (50-60% HR_{max}). Latihan kombinasi dilakukan dengan latihan aerobik (intensitas 60-70% HR_{max}) selama 45 menit (5 menit pemanasan (50-60% HR_{max}), 35 menit inti (*continuous* 60-70% HR_{max}) dan 5 menit pendinginan (50-60% HR_{max})) dan latihan *resistance* intensitas 60-70% 1 Repetisi Maksimal (RM) dilakukan selama 45 menit (5 menit pemanasan 50-60% HR_{max}), 35 menit inti (5 set, 15 repetisi, interval 150 detik), dan 5 menit pendinginan (50-60% HR_{max}). Pengambilan sampel darah dilakukan 30 menit sebelum intervensi dan 24 jam pasca intervensi. Pengukuran kadar leptin menggunakan metode ELISA. Teknik analisis data menggunakan uji *two way-ANOVA* dan *Tukey's-HSD post hoc test* dengan *Statistic Package for Social Science* (SPSS).

Hasil didapatkan rerata kadar leptin *pre-training vs. post-training* pada COG ($22,19 \pm 4,07$ vs. $22,20 \pm 5,71$ ng/mL) (p -value= 0,996). Pada ATG ($26,57 \pm 6,48$ vs. $21,39 \pm 5,69$ ng/mL) (p -value=0,010). Pada RTG ($26,93 \pm 6,86$ vs. $21,34 \pm 6,57$ ng/mL) (p -value=0,015). Pada CTG ($23,10 \pm 6,34$ vs. $16,90 \pm 2,86$ ng/mL) (p -value=0,017). Berdasarkan hasil uji *two way-ANOVA* didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan rerata kadar leptin berdasarkan kelompok perlakuan (p -value=0,204), namun rerata kadar leptin mengalami penurunan yang signifikan berdasarkan waktu pengambilan darah (p -value=0,008). Hasil Uji beda Δ (pengambilan sampel darah *pretest – posttest*) rerata kadar leptin antar kelompok menunjukkan bahwa CTG memiliki penurunan kadar leptin lebih tinggi dibandingkan dengan ATG, RTG, dan COG.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa latihan aerobik, *resistance*, dan kombinasi terbukti dapat menurunkan kadar leptin dibandingkan dengan kelompok kontrol pada perempuan obesitas. Latihan kombinasi terbukti lebih efektif dan optimal dalam menurunkan kadar leptin dibandingkan dengan latihan aerobik dan *resistance*. Berdasarkan hasil penelitian disarankan bahwa latihan kombinasi dengan intensitas 60-70% HR_{max} dan 1RM dapat digunakan sebagai salah satu terapi nonfarmakologi dalam menurunkan kadar leptin yang berujung pada peningkatan sensitivitas leptin dan mencegah peningkatan prevalensi obesitas pada perempuan.

SUMMARY

COMPARISON OF THE EFFECT OF AEROBIC, RESISTANCE, AND COMBINATION TRAINING MODERATE INTENSITY ON REDUCING LEPTIN LEVELS IN OBESITY WOMEN

The prevalence rate of obesity worldwide has more than doubled since 1980, nearly 1/3 of the world's population is now classified as overweight and obese. Obesity is more common in women than men. Based on the results of the 2018 Basic Health Research (RISKESDAS), the prevalence of obesity has reached 21.8%, this number is higher than in 2013 (14.8%) and 2007 (10.5%). During the determination of social distancing due to the 2019 Corona Virus (COVID-19) pandemic, more than 40% of people in America are considered obese with a body mass index (BMI) $> 30 \text{ kg/m}^2$. This is a serious problem that can threaten the quality of human resources and health problems in the world. Obesity is characterized by the accumulation of excess fat which is associated with hyperplasia and hypertrophy of adipose tissue. Leptin is a hormone produced by adipose tissue to regulate body fat mass with the ultimate goal of maintaining the body's energy stability. In obese subjects, leptin levels tend to be high and this is a marker of leptin resistance. Reducing leptin levels is one strategy to prevent leptin resistance. Long-term exercise has been shown to reduce leptin levels. During exercise, the peroxisome proliferation-activated receptor coactivator-1 α (PGC-1 α) is triggered to stimulate the expression of fibronectin type III domain-containing protein 5 (FNDC-5) and the proteolytic cleavage of the membrane protein FNDC-5 in skeletal muscle, resulting in the release of irisin into adipose tissue which then stimulates the browning process in white adipose tissue by stimulating the expression of the uncoupling protein-1 (UCP-1) gene through signaling p38 mitogen-activated protein kinase (p38-MAPK), thereby increasing energy expenditure and decreasing fat accumulation. Many types of exercise can be done, so the purpose of this study is to analyze the comparison of the effect of aerobic, resistance, and a combination training of moderate-intensity on reducing leptin levels in obese women.

This study is a true experiment, with the pretest-posttest control group design, using 28 obese women as subjects and divided into 4 groups, namely COG (n=7, control group, without intervention), ATG (n=7, aerobic training group), RTG (n=7, resistance training group) and CTG (n=7, combination training group). The intervention was carried out from 07.00 – 09.00 WIB. Aerobic training (running on a treadmill) was performed with an intensity of 60-70% Heart Rate Maximum (HR_{max}) for 45 minutes (5 minutes warm-up (50-60% HR_{max}), 35 minutes of core (continuous 60-70% HR_{max}) and 5 minutes cooling (50-60% HR_{max}). Resistance training (using weights) is performed with an intensity of 60-70% 1 Maximum Repetition (RM) for 45 minutes (5 minutes warm-up 50-60% HR_{max}), 35 minutes of core (5 sets, 15 repetitions, 150-second intervals), and 5 min cooling down (50-60% HR_{max}). Combination exercise is performed with aerobic exercise (intensity 60-70% HR_{max}) for 45 minutes (5 minutes warm-up (50-60% HR_{max}), 35 minutes core (continuous 60-70% HR_{max}) and 5 minutes cool down (50-60% HR_{max}) and 60-70% 1 Rep Maximum (RM) intensity resistance training

performed for 45 minutes (5 minutes warm-up 50-60% HR_{max}), 35 minutes core (5 sets, 15 reps, 150-second intervals), and 5 minutes cool down (50-60% HR_{max}). Blood samples were taken 30 minutes before the intervention and 24 hours after the intervention. Measurement of leptin levels using the ELISA method. The data analysis technique used a two-way test-ANOVA and Tukey's-HSD post hoc test with the Statistical Package for Social Science (SPSS).

The results showed the mean pre-training vs. leptin levels. Post-training on COG (22.19 ± 4.07 vs. 22.20 ± 5.71 ng/mL) (p-value = 0.996). At ATG (26.57 ± 6.48 vs. 21.39 ± 5.69 ng/mL) (p-value=0.010). At RTG (26.93 ± 6.86 vs. 21.34 ± 6.57 ng/mL) (p-value=0.015). At CTG (23.10 ± 6.34 vs. 16.90 ± 2.86 ng/mL) (p-value=0.017). Based on the results of the two-way ANOVA test, it was found that there was no significant difference in the mean leptin levels by treatment group (p-value=0.204), but the mean leptin levels decreased significantly based on the time of blood collection (p-value=0.008). The results of the different test Δ (pretest-posttest blood sampling) of the mean leptin levels between groups showed that CTG had a higher decrease in leptin levels than ATG, RTG, and COG.

Based on the results of the study, it is concluded that aerobic, resistance, and combination exercise are proven to reduce leptin levels compared to the control group in obese women. Combination exercise has been proven to be more effective and optimal in reducing leptin levels compared to aerobic and resistance training. Based on the results of the study, it is suggested that a combination of exercise with an intensity of 60-70% HR_{max} and 1RM can be used as a non-pharmacological therapy in reducing leptin levels which leads to an increase in leptin sensitivity and prevents an increase in the prevalence of obesity in women.

ABSTRAK

PERBANDINGAN PENGARUH LATIHAN AEROBIK, *RESISTANCE*, DAN KOMBINASI INTENSITAS MODERAT TERHADAP PENURUNAN KADAR LEPTIN PADA PEREMPUAN OBESITAS

Pendahuluan: Obesitas erat hubungannya dengan resistensi leptin akibat dari akumulasi lemak yang tinggi. Modifikasi gaya hidup dengan latihan merupakan strategi yang tepat dalam menurunkan kadar leptin dengan tujuan meningkatkan sensitivitas leptin.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan pengaruh latihan aerobik, *resistance*, dan kombinasi intensitas moderat terhadap penurunan kadar leptin pada perempuan obesitas.

Metode: Penelitian ini merupakan *true experiment*, dengan rancangan penelitian *the pretest-posttest control group design*, menggunakan subjek 28 perempuan obesitas dan dibagi menjadi empat kelompok, yaitu COG (n=7, *control group*), ATG (n=7, *aerobic training group*), RTG (n=7, *resistance training group*) dan CTG (n=7, *combination training group*). Latihan aerobik (lari di atas treadmill), intensitas 60-70% HR_{max}, 45 menit. Latihan *resistance* (menggunakan peralatan angkat beban), intensitas 60-70% 1 Repetisi Maksimal (RM), 45 menit. Latihan kombinasi (aerobik, intensitas 60-70% H_{rmax}) dan (*resistance*, intensitas 60-70% 1 RM) selama 45 menit. Pengambilan sampel darah dilakukan 30 menit sebelum intervensi dan 24 jam pasca intervensi. Pengukuran kadar leptin menggunakan metode ELISA. Teknik analisis data menggunakan uji *two way-ANOVA* dan *Tukey's-HSD post hoc test* dengan *Statistic Package for Social Science* (SPSS).

Hasil: Terdapat perbedaan rerata kadar leptin *pre* dan *post training* pada kelompok ATG (26,57±6,48 vs. 21,39±5,69 ng/mL), RTG (26,93±6,86 vs. 21,34±6,57 ng/mL), dan CTG (23,10±6,34 vs. 16,90±2,86 ng/mL). Pada COG tidak menunjukkan perbedaan rerata kadar leptin *pre* dan *post training* (22,19±4,07 vs. 22,20±5,71 ng/mL).

Kesimpulan: Kelompok CTG memiliki rata-rata penurunan kadar leptin lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok ATG, RTG dan COG.

Kata kunci: latihan aerobik, latihan *resistance*, latihan kombinasi, kadar leptin, perempuan obesitas.

ABSTRACT

COMPARISON OF THE EFFECT OF AEROBIC, RESISTANCE, AND COMBINATION TRAINING MODERATE INTENSITY ON REDUCING LEPTIN LEVELS IN OBESITY WOMEN

Introduction: Obesity is closely related to leptin resistance as a result of high-fat accumulation. Lifestyle modification with exercise is the right strategy for reducing leptin levels to increase leptin sensitivity.

Objective: This study aims to analyze the comparison of the effect of aerobic, resistance, and a combination training of moderate-intensity on reducing leptin levels in obese women.

Method: This study is a true experiment, with the pretest-posttest control group design, using 28 obese women as subjects and divided into 4 groups, namely COG (n=7, control group), ATG (n=7, aerobic training group), RTG (n=7, resistance training group) and CTG (n=7, combination training group). Aerobic training (running on a treadmill), intensity 60-70% HR_{max} , 45 minutes. Resistance training (using weights), intensity 60-70% 1 Maximum Repetition (RM), 45 minutes. Combined exercise (aerobic, intensity 60-70% HR_{max}) and (resistance, intensity 60-70% 1 RM) for 45 minutes. Blood samples were taken 30 minutes before the intervention and 24 hours after the intervention. Measurement of leptin levels using the ELISA method. The data analysis technique used a two-way test-ANOVA and Tukey's-HSD post hoc test with the Statistical Package for Social Science (SPSS).

Result: There was a difference in the mean pre and post-training leptin levels in the ATG group (26.57 ± 6.48 vs. 21.39 ± 5.69 ng/mL), RTG (26.93 ± 6.86 vs. 21.34 ± 6.57 ng/mL), and CTG (23.10 ± 6.34 vs. 16.90 ± 2.86 ng/mL). The COG showed no difference in the mean pre and post-training leptin levels (22.19 ± 4.07 vs. 22.20 ± 5.71 ng/mL).

Conclusion: The CTG group have a higher average decrease in leptin levels than the ATG, RTG and COG groups.

Keywords: *aerobic training, resistance training, combination training, leptin levels, obese women.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSYARATAN GELAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI	iv
PERNYATAAN ORSINALITAS	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
DAFTAR SINGKATAN	xxii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan umum.....	4
1.3.2 Tujuan khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Teoritis.....	5
1.4.2 Praktis	5
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Obesitas.....	6

2.1.1 Definisi obesitas	6
2.1.2 Pengukuran dan klasifikasi obesitas	7
2.1.3 Faktor risiko.....	10
2.1.4 Perubahan fisiologis	12
2.1.5 Dampak obesitas.....	14
2.2 Definisi Leptin	16
2.2.1 Struktur leptin.....	16
2.2.2 Sintesis dan sekresi leptin.....	18
2.2.3 Organ target dan efek leptin	21
2.2.4 Ritme dan sirkadian leptin.....	27
2.2.5 Resistensi leptin pada obesitas	29
2.3 Definisi Latihan (<i>Training</i>).....	31
2.3.1 Sistem energi pada latihan.....	32
2.3.2 Peralatan penunjang latihan.....	37
2.3.3 Prinsip-prinsip latihan.....	39
2.4 Pengaruh Latihan terhadap Kadar Leptin	41
2.5 Kerangka Teori	44

BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konseptual.....	48
3.2 Hipotesis	51

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian.....	52
4.2 Populasi dan Subjek Penelitian.....	52
4.2.1 Populasi	52
4.2.2 Subjek penelitian	53
4.2.3 Perhitungan besar subjek penelitian	54
4.2.4 Teknik pengambilan subjek penelitian.....	55
4.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	55
4.3.1 Waktu penelitian.....	55
4.3.2 Tempat penelitian	56
4.4 Variabel Penelitian.....	57

4.4.1 Variabel terikat	57
4.4.2 Variabel bebas	57
4.4.3 Variabel kendali.....	57
4.4.4 Definisi operasional variabel.....	57
4.5 Instrumen Penelitian	59
4.5.1 Alat dan bahan penelitian	59
4.6 Program Latihan.....	59
4.7 Prosedur Pengambilan Data	62
4.7.1 Persiapan penelitian.....	62
4.7.2 Pelaksanaan penelitian.....	63
4.8 Kerangka Operasional.....	65
4.9 Analisis Data	66

BAB 5 HASIL PENELITIAN

5.1 Hasil Analisis Data Karakteristik Subjek Penelitian pada Masing-Masing Kelompok.....	67
5.2 Hasil Analisis Rerata IMT <i>Pre-Training</i> vs. <i>Post-Training</i> pada Masing-Masing Kelompok.....	68
5.3 Hasil Analisis Rerata Kadar Leptin <i>Pre-Training</i> vs. <i>Post-Training</i> pada Masing-Masing Kelompok	69
5.4 Hasil Analisis Perbedaan Rerata IMT dan Kadar Leptin antar Kelompok Berdasarkan Periode Waktu Pengambilan Sampel Darah	71

BAB 6 PEMBAHASAN

6.1 Karakteristik Subjek Penelitian.....	75
6.2 Pengaruh Latihan Aerobik, <i>Resistance</i> , dan Kombinasi Terhadap Penurunan Kadar Leptin Pada Perempuan Obesitas	77
6.3 Perbedaan Pengaruh Latihan Aerobik, <i>Resistance</i> , dan Kombinasi Terhadap Penurunan Kadar Leptin Pada Perempuan Obesitas.....	79
6.4 Keterbatasan dan Perspektif Ke Depan Penelitian.....	84

BAB 7 PPENUTUP

7.1 Kesimpulan 86

7.2 Saran 86

DAFTAR PUSTAKA 88

LAMPIRAN-LAMPIRAN 100

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Klasifikasi berat badan menurut pedoman WHO dan <i>asia-pacific</i>	7
Tabel 2.2. Faktor penyebab obesitas	11
Tabel 2.3. Perubahan fisiologis pada obesitas dan studi terkait.....	13
Tabel 4.1. Teknik <i>matching</i>	55
Tabel 4.2. Waktu penelitian	56
Tabel 4.3. Tempat penelitian.....	56
Tabel 4.4. Definisi operasional.....	57
Tabel 4.5. Program latihan aerobik	60
Tabel 4.6. Program latihan <i>resistance</i>	61
Tabel 4.7. Program latihan kombinasi.....	61
Tabel 5.1. Hasil analisis data karakteristik subjek penelitian.....	67
Tabel 5.2. Hasil uji beda rerata imt dan kadar leptin berdasarkan kelompok.....	71
Tabel 5.3. Hasil uji beda rerata imt dan kadar leptin berdasarkan periode waktu	72
Tabel 5.4. Hasil uji beda Δ (<i>pre – post training</i>) rerata IMT dan kadar leptin	
Tabel 5.5. Pada semua kelompok.....	73
Tabel 5.6. Hasil uji beda Δ (<i>pre – post training</i>) rerata IMT dan kadar leptin Pada masing-masing kelompok.....	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Klasifikasi obesitas.....	8
Gambar 2.2. Karakteristik obesitas perempuan & laki-laki.....	9
Gambar 2.3. Faktor resiko obesitas.....	10
Gambar 2.4. Dampak obesitas	15
Gambar 2.5. Struktur leptin.....	17
Gambar 2.6. Pengaruh <i>stress</i> dan <i>food intake</i> terhadap kadar leptin	19
Gambar 2.7. Sintesis leptin	20
Gambar 2.8. Sekresi leptin.....	21
Gambar 2.9. Organ target leptin.....	22
Gambar 2.10. Efek leptin	24
Gambar 2.11. Efek leptin terhadap <i>obstructive sleep apnea</i>	25
Gambar 2.12. Efek leptin terhadap siklus menstruasi.....	26
Gambar 2.13. Sirkadian leptin	27
Gambar 2.14. Sirkadian leptin dengan <i>metabolic rate</i>	28
Gambar 2.15. Sirkadian leptin pada <i>desynchronized & synchronized feeding</i>	29
Gambar 2.16. Resistensi leptin pada obesitas	30
Gambar 2.17. Mekanisme glikolisis anaerobik.....	32
Gambar 2.18. Mekanisme glikolisis aerobik	33
Gambar 2.19. Mekanisme oksidasi β asam lemak	35
Gambar 2.20. Pengaruh latihan terhadap adipokin	41
Gambar 2.21. Kerangka teori.....	44
Gambar 3.1. Kerangka konseptual.....	48
Gambar 4.1. Skema rancangan penelitian <i>the pretest-posttest control group Design</i>	52
Gambar 4.2. Kerangka operasional.....	65
Gambar 5.1. IMT <i>pre-training vs. post-training</i>	68
Gambar 5.2. Kadar leptin <i>pre-training vs. post-training</i>	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Keterangan <i>Ethical Clearance</i>	100
Lampiran 2. Penjelasan untuk Mengikuti Penelitian	101
Lampiran 3. Pernyataan dan Persetujuan untuk Mengikuti Penelitian	104
Lampiran 4. Surat Permohonan Ijin Penelitian	105
Lampiran 5. Surat Permohonan Ijin Analisis Sampel Darah	106
Lampiran 6. Form Latihan Aerobik	107
Lampiran 6. Form Latihan <i>Resistance</i>	109
Lampiran 8. Hasil Analisis Statistika Karakteristik Subjek Penelitian.....	111
Lampiran 9. Hasil Analisis Statistika IMT	116
Lampiran 10. Hasil Analisis Statistika Kadar Leptin	120
Lampiran 11. Hasil Analisis Statistika Pengeluaran Energi Latihan	124
Lampiran 12. Dokumentasi Tahap <i>Screening</i>	125
Lampiran 13. Dokumentasi Intervensi Latihan.....	126
Lampiran 14. Dokumentasi Pengambilan Sampel Darah	127

DAFTAR SINGKATAN

ACC	: <i>Acetylcoa Carboxylase (ACC).</i>
ADP	: <i>Adenosine Monophosphate.</i>
AMPK	: <i>5' Adenosine Monophosphate-Activated Protein Kinase.</i>
ATP	: <i>Adenosine Triphosphate.</i>
BAT	: <i>Brown Adipose Tissue.</i>
BBB	: <i>Blood Brain Barrier.</i>
biPAP	: <i>bi-level Positive Airway Pressure.</i>
BMI	: <i>Body Mass Index.</i>
C/EBP- α	: <i>CCAAT enhancer binding protein-α</i>
CDC	: <i>Centers for Disease Control and Prevention.</i>
CNTF	: <i>Ciliary Neurotrophic Factor.</i>
COVID-19	: <i>Coronavirus 2019.</i>
CPAP	: <i>Continuous Posi- Tive Airway Pressure.</i>
CRP	: <i>C-reactive protein.</i>
CVD	: <i>Cardiovascular Disease.</i>
DVT	: <i>Deep Venous Thrombosis.</i>
ECG	: <i>Electrocardiogram.</i>
ELISA	: <i>Enzym Link Immunosorbent Assay.</i>
ER α	: <i>Estrogen Receptor alpha</i>
FAD	: <i>Flavin Adenine Dinucleotide.</i>
FNDC5	: <i>Fibronectin Type Iii Domain-Containing Protein 5</i>
GBD	: <i>Global Burden of Disease.</i>
G-CSF	: <i>Granulocyte Colony-Stimulating Factor.</i>
GERD	: <i>Gastroesophageal Reflux Disease.</i>
H. pylori	: <i>Helicobacter Pylori.</i>
HPA	: <i>Hypothalamic–Pituitary–Adrenal</i>
HR	: <i>Heart Rate.</i>
HRR	: <i>Heart Rate Rest.</i>

<i>HSD</i>	: <i>Honestly Significant Difference.</i>
<i>IL-1</i>	: <i>Interleukin 1.</i>
<i>IL-6</i>	: <i>Interleukin 6.</i>
<i>IMT</i>	: <i>Indeks Massa Tubuh.</i>
<i>IRS</i>	: <i>Insulin Receptor Substrate.</i>
<i>JAK2</i>	: <i>Janus Kinase 2.</i>
<i>LepRb</i>	: <i>Long Isoform of Leptin Receptor.</i>
<i>LepRs</i>	: <i>Specific Leptin Receptors.</i>
<i>LH</i>	: <i>Luteinizing Hormone</i>
<i>LIF</i>	: <i>Leukemia Inhibitory Factor.</i>
<i>MACE</i>	: <i>Major Adverse Cardiac Event.</i>
<i>MAPK</i>	: <i>Mitogen-Activated Protein Kinase.</i>
<i>MCH</i>	: <i>Melanin-Concentrating Hormone.</i>
<i>MHO</i>	: <i>Metabolically Healthy Obese.</i>
<i>MHR</i>	: <i>Maximal Heart Rate.</i>
<i>MONW</i>	: <i>Metabolically Obese Normal Weight.</i>
<i>mRNA</i>	: <i>Messenger Ribonucleic acid.</i>
<i>mTORC</i>	: <i>Mammalian Target of Rapamycin Complex.</i>
<i>MUO</i>	: <i>Metabolically Unhealthy Obese.</i>
<i>NAFLD</i>	: <i>Non-Alcoholic Fatty Liver Disease.</i>
<i>NHLBI</i>	: <i>National Heart, Lung, and Blood Institute.</i>
<i>NPY</i>	: <i>Neuropeptide Y.</i>
<i>NWO</i>	: <i>Normal Weight Obese.</i>
<i>OAS</i>	: <i>Obstructive Sleep Apnea.</i>
<i>P13K</i>	: <i>Phosphatidylinositol 3-Kinase.</i>
<i>PBF</i>	: <i>Presentage Body Fat.</i>
<i>PDE3B</i>	: <i>Phosphodiesterase 3B.</i>
<i>PGC-1α</i>	: <i>Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma</i>
<i>PI3K</i>	: <i>Phosphatidylinositol 3-Kinase.</i>
<i>POMCO</i>	: <i>Pro-Opiomelanocortin.</i>
<i>PTP1B</i>	: <i>Protein tyrosine phosphatase 1B.</i>

RISKESDAS	: Hasil Riset Kesehatan Dasar.
ROM	: <i>Range of Motion.</i>
SD	: <i>Standard Deviation.</i>
SHP2	: <i>SH2-Containing Protein Tyrosine Phosphatase 2.</i>
SNA	: <i>Sympathetic Nerve Activity</i>
SOCS3	: <i>Suppressor of Cytokine Signaling 3.</i>
Sp1	: <i>Specificity protein 1.</i>
SPSS	: <i>Statistic Package for Social Science.</i>
SREBP1	: <i>Sterol Regulatory Element Binding Protein 1.</i>
SSP	: Sistem Saraf Pusat.
STAT3	: <i>Activator Of Transcription 3.</i>
T2DM	: <i>Type 2 Diabetes Mellitus.</i>
TCA	: <i>Tricarboxylic Acid</i>
TNF- α	: <i>Tumor Necrosis Factor α.</i>
UCP1	: <i>Uncoupling Protein 1</i>
VTE	: <i>Venous Thrombo- Embolism.</i>
WAT	: <i>White Adipose Tissue.</i>
WHO	: <i>World Healt Organization.</i>