

TESIS

**KOMPARASI EFEK LATIHAN INTENSITAS SEDANG PAGI DAN SORE
HARI TERHADAP KADAR SEROTONIN SERUM PADA MENCIT
*OVERWEIGHT***



MAYLANI PUTRI BINTARI

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA
JENJANG MAGISTER FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

TESIS

**KOMPARASI EFEK LATIHAN INTENSITAS SEDANG PAGI DAN SORE
HARI TERHADAP KADAR SEROTONIN SERUM PADA MENCIT
*OVERWEIGHT***

**MAYLANI PUTRI BINTARI
011914553012**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA
JENJANG MAGISTER FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

**KOMPARASI EFEK LATIHAN INTENSITAS SEDANG PAGI DAN SORE
HARI TERHADAP KADAR SEROTONIN SERUM PADA MENCIT
*OVERWEIGHT***

TESIS

**Untuk Memperoleh Gelar Magister
Dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Pada Jenjang Magister
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga**

**Oleh
MAYLANI PUTRI BINTARI
011914553012**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA
JENJANG MAGISTER FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS INI TELAH DIUJI
PADA TANGGAL, 26 NOVEMBER 2021

Oleh:
Pembimbing I



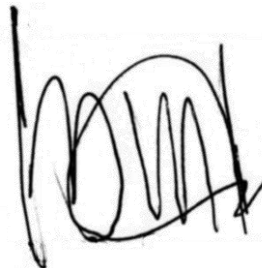
Dr. Purwo Sri Rejeki, dr., M.Kes
NIP. 197506122005012003

Pembimbing II



Dr. Citrawati Dyah Kencono Wungu, dr., M.Si
NIP. 198812222019032010

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
Jenjang Magister Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga



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

LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Tesis ini telah diuji dan dinilai oleh panitia penguji pada
Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Jenjang Magister
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Pada tanggal 26 November 2021

Panitia Penguji Tesis

Ketua : Dr. Lilik Herawati, dr., M.Kes

Anggota : 1. Dr. Sulistiawati, dr., M.Kes
2. Dr. Ema Qurnianingsih, dr., M.Si
3. Dr. Purwo Sri Rejeki, dr., M.Kes
4. Dr. Citrawati Dyah Kencono Wungu, dr., M.Si

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, peserta Program Magister:

Nama : Maylani Putri Bintari
NIM : 011914553012
Program Studi : Ilmu Kesehatan Olahraga
Judul : Komparasi Efek Latihan Intensitas Sedang Pagi dan Sore
Hari Terhadap Kadar Serotonin Serum pada Mencit
Overweight

Menyatakan bahwa tesis saya adalah asli karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain dengan mengatasnamakan saya. Tesis saya bukan merupakan peniruan atau penjiplakan dari karya orang lain. Tesis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar kepustakaan.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi oleh pimpinan fakultas.

Surabaya, 26 November 2021

A 10,000 Rupiah revenue stamp (Meterai Tempel) with a Garuda emblem and handwritten signature. The stamp is yellow and red, with the text "SEPULUH RIBU RUPIAH", "10000", "METERAI TEMPEL", and "08E55AJX462235675". The signature is written in black ink over the stamp.

Maylani Putri Bintari

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga tesis yang berjudul “Komparasi Efek Latihan Intensitas Sedang Pagi dan Sore Hari Terhadap Kadar Serotonin Serum pada Mencit *Overweight*” 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 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 dan pikiran sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
2. Dr. Citrawati Dyah Kencono Wungu, dr., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, keikhlasan hati, memberikan banyak ilmu, membantu, memotivasi dan mengoreksi sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
3. Dr. Lilik Herawati, dr., M.Kes., Dr. Sulistiawati, dr., M.Kes dan Dr. Ema Qurnianingsih, dr., M.Si., selaku tim penguji yang telah memberikan bimbingan, saran dan pengarahan yang terbaik kepada penulis.
4. Dr. Bambang Purwanto, dr., M.Kes., selaku KPS Magister Ilmu Kesehatan Olahraga Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya yang selalu memberikan banyak ilmu dan pengalaman selama menuntut ilmu di Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.
5. Prof. Dr. Budi Santoso, dr., Sp.OG(K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan pengalaman, kesempatan untuk belajar dan berkarya.
6. Dr. Achmad Chusnu R., dr., Sp.THT.LK(K), FICS., selaku Wakil Dekan I Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan surat permohonan ijin penelitian kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian.

7. Kepada kedua orang tua saya Papa Mayor Inf. Sudirman dan Mama Lilik Ning Hartatik, S.Pd yang sangat saya cintai, sayangi dan saya banggakan karena telah mendidik, menyayangi, mendo'akan dan selalu mendukung saya sampai dititik saat ini saya berada.
8. Kakak Kandung saya Nidira Yunie Pravitasari, S.E dan Kakak Ipar saya Angga Saputra, S.T yang selalu memberi semangat dan dukungan pada saya selama ini. Tidak lupa juga keponakan saya Azzahra Shaqueena El Sudirman yang selalu setia menghibur saya.
9. 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.
10. 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.
11. Seluruh Staf di Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga dan Departemen Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan bantuan dalam bidang administrasi.
12. My Partner in Everything A. Sandi Ghora Pradhana, S.Pd yang selalu membantu dan mengingatkan saya dalam segala hal termasuk dalam penyusunan tesis.
13. Sepupu seperjuangan di bangku Magister Anggita Ekaningtyas Hermawan, S.P yang saling menyemangatin dalam proses penyusunan tesis.
14. Sahabat saya Eka Noviya, S.Si., M.Imun., yang selalu membimbing dan mengingatkan saya dalam penyusunan tesis.
15. Sahabat saya Cici Indra, A.Md., Balgis Rizkyah, A.Md., Septya nandasari, S.Ak., Briptu Diko Rizar Riswanto, S.H., Belgi Prasetya, S.E., M.Zainul Chasan yang selalu *support* dan menemani saya selama ini.
16. Guru sekaligus pelatih basket saya Kurniawan Budi Utomo, S.Pd yang selalu menyemangati dan mendorong saya untuk segera lulus dari jenjang Magister.

17. Teman-teman kuliah saya Koloni Belakang Batool Alamaydeh, M.Kes., Rangga Aditya Saputra, S.Or., Albertus Joshua, S.Pd., Dewi Ratih Pratiwi., S.Pd Selly Omega, S.Ft., M.kes., M. Redy A.P, S.Or., Nusa Aldera, S.Pd., Rakhmat Nur Hidayat, S.Pd., Junian Cahyanto Wibawa, S.Or., M.Kes Hilda Noor Dharmasanti, S.Pd dan teman-teman IKESOR-2019 FK-UA yang telah berjuang bersama penuh dengan canda tawa, sedih, bahagia, susah, senang pada bangku kuliah.
18. Kepada Bu Yayuk Endangsari, S.E selaku ibu kos yang selalu baik dan perhatian sehingga menambah semangat saya dalam menyusun Tesis ini.
19. 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, 26 November 2021

Penulis

Maylani Putri Bintari

RINGKASAN

KOMPARASI EFEK LATIHAN INTENSITAS SEDANG PAGI DAN SORE HARI TERHADAP KADAR SEROTONIN SERUM PADA MENCIT *OVERWEIGHT*

Overweight merupakan penyakit metabolik yang sudah mencapai *epidemic*. *Overweight* sudah dianggap sebagai wabah dan kini telah menjadi wabah global. Hal ini disebabkan karena tingkat prevalensi *overweight* telah mengalami peningkatan baik di negara maju maupun negara berkembang. Tahun 1998-2013 tingkat prevalensi *overweight* mengalami peningkatan dari 28,8% menjadi 36,9% pada laki-laki, dan pada perempuan dari 29,8% menjadi 38%. Berdasarkan laporan Organisasi Kesehatan Dunia menyatakan bahwa tahun 2016 tingkat prevalensi *overweight* di dunia saat ini sudah mencapai 39% dari seluruh populasi usia di atas 18 tahun. Di Indonesia berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 menunjukkan bahwa tingkat prevalensi *overweight* pada remaja usia 16-18 tahun mencapai 9,5%, jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan tahun 2013 (7,3%) dan tahun 2007 (1,4%). Peningkatan prevalensi *overweight* menjadi masalah kesehatan utama di seluruh dunia dan menjadi kontribusi utama pada perkembangan penyakit, seperti penyakit diabetes melitus tipe 2, penyakit jantung koroner, beberapa tipe kanker seperti kanker usus besar, pankreas, tiroid, hati, dan rahim. Penyebab *overweight* bersifat multifaktorial tetapi faktor umum yang berkontribusi terhadap peningkatan berat badan adalah ketidakseimbangan antara asupan kalori dan pengeluaran energi dalam jangka waktu yang lama, dan otak memainkan peran penting dalam mengendalikan dan menghambat respons makan berlebih. Serotonin adalah neurotransmitter yang terlibat dalam pengaturan asupan makanan dan berat badan. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa individu dengan *overweight* memiliki kadar serotonin lebih rendah dibandingkan individu dengan berat badan normal. Penelitian lain juga melaporkan bahwa terdapat hubungan negatif antara kadar serotonin dengan *body mass index* (BMI). Penurunan serotonin memiliki dampak terhadap peningkatan gangguan kesehatan dan depresi. Peningkatan depresi dapat menyebabkan gangguan terhadap pembentukan sel target (trofik), menurunkan jumlah dendrit, sinaptogenesis, neurogenesis dan organisasi korteks. Selain itu, penurunan serotonin juga menyebabkan terjadinya beberapa penyakit, termasuk penyakit huntington, penyakit *schizophrenia* dan penyakit alzheimer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komparasi efek latihan intensitas sedang pagi dan sore hari terhadap peningkatan kadar serotonin serum pada mencit.

Penelitian ini adalah *true experiment* dengan rancangan penelitian *the randomized control group posttest-only design* dengan menggunakan sampel 18 mencit jantan (*Mus musculus*), usia delapan minggu dengan berat badan 20 – 40 gram (nilai *lee* obesitas indeks ≥ 0.3). Secara random sampel dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu K_K ($n = 6$; kelompok kontrol tanpa intervensi), K_P ($n = 6$; kelompok latihan pagi hari intensitas sedang), dan K_S ($n = 6$; kelompok latihan sore hari intensitas sedang). Latihan pagi hari dilakukan dengan pemberian beban 5% dari total berat badan mencit yang dilakukan pada pukul 07.00 WIB selama 30 menit/sesi latihan dengan frekuensi 3 x/minggu selama 4 minggu. Latihan sore hari

dilakukan dengan pemberian beban 5% dari total berat badan mencit yang dilakukan pada pukul 15.00 WIB selama 30 menit/sesi latihan dengan frekuensi 3 kali/minggu selama 4 minggu. Darah diambil dari ventrikel kiri mencit sebanyak 1-2 mL. Pengambilan darah dilakukan 2x24 jam pasca latihan terakhir. Darah dicentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Pengukuran kadar serotonin serum menggunakan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA). Teknik analisis data menggunakan uji One-Way ANOVA, dilanjutkan uji *Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) post hoc test* dengan *software statistical package for social sciences (SPSS) version 17*.

Hasil analisis One-Way ANOVA menunjukkan bahwa rerata kadar serotonin serum pada K_K (56,29±3,59 ng/mL), K_P (86,21±18,44 ng/mL), K_S (82,73±25,15 ng/mL), dan (p=0,023). Hasil uji *Tukey's HSD post-hoc test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rerata kadar serotonin antara K_P dengan K_K (p=0,030), K_S dengan K_K (p=0,047), sedangkan K_P dengan K_S tidak menunjukkan perbedaan signifikan rerata kadar serotonin (p=0,941).

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat efek latihan intensitas sedang pagi dan sore hari terhadap peningkatan kadar serotonin serum pada mencit. Namun, jika dilihat dari rata-rata peningkatan kadar serotonin serum latihan pagi hari intensitas sedang memiliki kadar serotonin serum lebih tinggi dibandingkan dengan latihan sore hari intensitas sedang dan kontrol. Oleh karena itu, latihan pagi hari intensitas sedang dapat digunakan sebagai salah satu terapi non-farmakologi dalam mencegah penurunan kadar serotonin serum.

SUMMARY

COMPARATIVE EFFECTS OF MORNING AND AFTERNOON MODERATE-INTENSITY EXERCISE ON SEROTONIN LEVELS IN OVERWEIGHT MICE

Being overweight is a metabolic disease that has reached an epidemic. Being overweight has been considered a plague and has now become a global epidemic. This is because the prevalence of overweight has increased in both developed and developing countries. In 1998-2013 the prevalence rate of overweight increased from 28.8% to 36.9% in men, and in women from 29.8% to 38%. Based on the World Health Organization report, in 2016 the overweight prevalence rate in the world currently reached 39% of the entire population aged over 18 years. In Indonesia, based on the results of the Basic Health Research (Riskesmas) in 2018, the prevalence rate of overweight in adolescents aged 16-18 years reached 9.5%, this number was higher than in 2013 (7.3%) and 2007 (1.4%). The increasing prevalence of overweight is a major health problem worldwide and a major contribution to the development of diseases, such as type 2 diabetes mellitus, coronary heart disease, several types of cancer such as colon, pancreatic, thyroid, liver, and uterine cancers. The causes of overweight are multifactorial but a common factor contributing to weight gain is an imbalance between caloric intake and energy expenditure over a long period, and the brain plays an important role in controlling and inhibiting overeating response. Serotonin is a neurotransmitter involved in regulating food intake and body weight. Previous studies have reported that overweight individuals have lower serotonin levels than normal-weight individuals. Other studies have also reported that there is a negative relationship between serotonin levels and body mass index (BMI). Decreased serotonin impact on increasing health problems and depression. Increased depression can cause interference with target cell formation (trophic), decreased number of dendrites, synaptogenesis, neurogenesis, and cortical organization. In addition, a decrease in serotonin also causes several diseases, including Huntington's disease, schizophrenia, and Alzheimer's disease. This study aims to analyze the comparative effect of moderate-intensity exercise in the morning and evening on increasing serum serotonin levels in mice.

This study was a true experiment with the randomized control group posttest-only design using a sample of 18 male mice (*Mus Musculus*), eight weeks old, and bodyweight 20 – 40 grams (Lee obesity index value ≥ 0.3). The samples were randomly divided into three groups, namely K_K ($n = 6$; control group without intervention), K_P ($n = 6$; moderate-intensity morning exercise group), and K_S ($n = 6$; moderate-intensity afternoon exercise group). The morning exercise was carried out by giving a load of 5% of the total body weight of the mice which was carried out at 07.00 a.m for 30 minutes/exercise sessions with a frequency of 3 x/week for 4 weeks. Afternoon exercise was carried out by giving a load of 5% of the total body weight of the mice which was carried out at 3.00 p.m for 30 minutes/exercise sessions with a frequency of 3 times/week for 4 weeks. Blood samples took from the left ventricle of mice as much as 1-2 mL. Blood sampling was carried out 2x24 hours after the last exercise. A blood sample was centrifuged for 10 minutes at 3000

rpm. The measurement of serum serotonin levels using the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). The data analysis technique used the One-Way ANOVA test, followed by Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) post hoc test with a software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 17.

The results of the One-Way ANOVA analysis showed that the mean serum serotonin levels in K_K (56.29 ± 3.59 ng/mL), K_P (86.21 ± 18.44 ng/mL), K_S (82.73 ± 25.15 ng/mL), and ($p=0.023$). The results of the Tukey's HSD post-hoc test showed that there was a significant difference in the mean serotonin levels between K_P and K_K ($p=0.030$), K_S and K_K ($p=0.047$), while K_P and K_S did not show a significant difference in mean serotonin levels ($p=0.941$).

Based on the results of the study, it can be concluded that there is an effect of moderate-intensity exercise in the morning and evening on increasing serum serotonin levels in mice. However, when viewed from the mean increase in serum serotonin levels, moderate-intensity morning exercise had higher serum serotonin levels compared to moderate-intensity afternoon exercise and controls. Therefore, moderate-intensity morning exercise can be used as a non-pharmacological therapy to prevent a decrease in serum serotonin levels.

ABSTRAK

KOMPARASI EFEK LATIHAN INTENSITAS SEDANG PAGI DAN SORE HARI TERHADAP KADAR SEROTONIN SERUM PADA MENCIT *OVERWEIGHT*

Pendahuluan: *Overweight* dapat disebabkan karena ketidakseimbangan antara asupan kalori dan pengeluaran energi dalam jangka waktu yang lama, dan otak memainkan peran penting dalam mengendalikan dan menghambat respons makan berlebih. Serotonin adalah neurotransmitter yang terlibat dalam pengaturan asupan makanan dan berat badan. *Overweight* memiliki hubungan dengan penurunan kadar serotonin. Penurunan kadar serotonin memiliki dampak terhadap peningkatan gangguan kesehatan dan depresi.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komparasi efek latihan intensitas sedang pagi dan sore hari terhadap peningkatan kadar serotonin serum pada mencit *overweight*.

Metode: Sebanyak 18 mencit jantan (*Mus musculus*), usia delapan minggu dengan berat badan 20 – 40 gram (nilai indeks lee obesitas ≥ 0.3) dibagi menjadi tiga kelompok. Latihan pagi dan sore hari dilakukan dengan pemberian beban 5% dari total berat badan mencit selama 30 menit/sesi latihan dengan frekuensi 3 kali/minggu selama 4 minggu. Pengambilan darah dilakukan 2x24 jam pasca intervensi terakhir. Pengukuran kadar serotonin serum menggunakan metode ELISA. Teknik analisis data menggunakan uji One-Way ANOVA, dilanjutkan uji *Tukey's HSD post hoc test* dengan software SPSS version 17.

Hasil: Hasil analisis One-Way ANOVA menunjukkan bahwa rerata kadar serotonin serum pada K_K (56,29±3,59 ng/mL), K_P (86,21±18,44 ng/mL), K_S (82,73±25,15 ng/mL), dan ($p=0,023$). Hasil uji *Tukey's HSD post-hoc test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rerata kadar serotonin antara K_P dengan K_K ($p=0,030$), K_S dengan K_K ($p=0,047$), sedangkan K_P dengan K_S tidak menunjukkan perbedaan signifikan rerata kadar serotonin ($p=0,941$).

Kesimpulan: Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat efek latihan intensitas sedang pagi dan sore hari terhadap peningkatan kadar serotonin serum pada mencit. Namun, latihan pagi hari intensitas sedang lebih efektif dalam meningkatkan kadar serotonin serum dibandingkan latihan sore hari intensitas sedang.

Kata kunci: Kadar serotonin serum, latihan pagi, latihan sore, intensitas sedang, *Mus musculus*

ABSTRACT

COMPARATIVE EFFECTS OF MORNING AND AFTERNOON MODERATE-INTENSITY EXERCISE ON SEROTONIN LEVELS IN OVERWEIGHT MICE

Introduction: Being overweight can be caused by an imbalance between caloric intake and energy expenditure over a long period, and the brain plays an important role in controlling and inhibiting the overeating response. Serotonin is a neurotransmitter involved in regulating food intake and body weight. Being overweight has a relationship with decreased levels of serotonin. Decreased serotonin levels have an impact on increasing health problems and depression.

Objective: This study aims to analyze the comparative effect of moderate-intensity exercise in the morning and afternoon on increasing serum serotonin levels in overweight mice.

Methods: A total of 18 male mice (*Mus musculus*), eight weeks old and body weight 20 – 40 grams (Lee obesity index value ≥ 0.3) were divided into three groups. Morning and afternoon exercises were carried out with a load of 5% of the total body weight of the mice for 30 minutes/exercise session with a frequency of 3 times/week for 4 weeks. Blood sampling was carried out 2x24 hours after the last intervention. Measurement of serum serotonin levels using the ELISA. The data analysis used One-Way ANOVA test, followed by Tukey's HSD post hoc test with software SPSS version 17.

Results: The results of the One-Way ANOVA analysis showed that the mean serum serotonin levels in K_K (56.29 ± 3.59 ng/mL), K_P (86.21 ± 18.44 ng/mL), K_S (82.73 ± 25.15 ng/mL), and ($p=0.023$). The results of the Tukey's HSD post-hoc test showed that there was a significant difference in the mean serotonin levels between K_P and K_K ($p=0.030$), K_S and K_K ($p=0.047$), while K_P and K_S did not show a significant difference in mean serotonin levels ($p=0.941$).

Conclusion: Based on the results of the study, it can be concluded that there is an effect of moderate-intensity exercise in the morning and evening on increasing serum serotonin levels in mice. However, moderate-intensity morning exercise was more effective in increasing serum serotonin levels than moderate-intensity afternoon exercise.

Keywords: Serum serotonin levels, morning exercise, afternoon exercise, moderate-intensity, *Mus musculus*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL DALAM.....	ii
HALAMAN PERSYARATAN GELAR	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI	v
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
RINGKASAN	x
SUMMARY	xii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
DAFTAR SINGKATAN.....	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan umum.....	5
1.3.2 Tujuan khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Praktis	5
1.4.2 Teoritis	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Hormon Serotonin.....	7
2.2 Sintesis Hormon Serotonin	7
2.3 Pengertian Latihan	10
2.4 Prinsip-Prinsip Dasar Latihan.....	11
2.4.1 Prinsip Kekhususan (<i>The Principles of Specificity</i>).....	11
2.4.2 Prinsip Beban Berlebih (<i>The Overload Principles</i>).....	12
2.4.3 Prinsip Individualis (<i>The Principles of Individuality</i>) .	13
2.4.4 Prinsip Reversibel (<i>Reversible Principles</i>)	14
2.5 Variabel-Variabel Latihan	14
2.5.1 Frekuensi latihan.....	14
2.5.2 Intensitas latihan	15
2.5.3 Volume latihan.....	17
2.6 Latihan Intensitas Sedang	17
2.7 Definisi <i>Overweight</i>	18
2.8 Pengaruh Latihan Terhadap Serotonin.....	19

BAB 3	KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN	
3.1	Kerangka Konseptual Penelitian	22
3.2	Narasi Kerangka Konseptual Penelitian	23
3.3	Hipotesis Penelitian	24
BAB 4	METODE PENELITIAN	
4.1	Rancangan Penelitian	26
4.2	Unit Replikasi, Sampel, Besar Replikasi dan Teknik Pengambilan Sampel	26
4.2.1	Unit replikasi.....	26
4.2.2	Sampel penelitian.....	27
4.2.3	Besar replikasi.....	27
4.2.4	Teknik pengambilan sampel	28
4.3	Variabel Penelitian	28
4.3.1	Variabel bebas.....	28
4.3.2	Variabel tergantung.....	28
4.3.3	Variabel kendali	28
4.4	Definisi Operasional	30
4.5	Instrumen Penelitian	31
4.5.1	Alat penelitian.....	31
4.5.2	Bahan penelitian	32
4.5.3	Prosedur pengukuran kadar serotonin.....	33
4.6	Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
4.7	Prosedur Penelitian	34
4.7.1	Persiapan penelitian	34
4.7.2	Pelaksanaan penelitian	35
4.7.3	Prosedur pembedahan mencit	37
4.8	Teknik Analisis Data	38
4.9	Rencana Pengajuan <i>Ethical Clearance</i>	38
4.10	Kerangka Operasioanl Penelitian	39
BAB 5	HASIL PENELITIAN	
5.1	Hasil Analisis Karakteristik Sampel Penelitian.....	40
5.2	Hasil Analisis Statistika Kadar Serotonin pada Masing-Masing Kelompok	44
BAB 6	PEMBAHASAN	
6.1	Pengaruh Latihan Pagi dan Sore Terhadap Berat Badan Mencit.....	46
6.2	Pengaruh Latihan Pagi dan Sore Terhadap <i>Lee Obesity Index</i> Mencit.....	48
6.3	Pengaruh Latihan Pagi dan Sore Terhadap Kadar Serotonin pada Mencit.....	49
BAB 7	PENUTUP	
7.1	Kesimpulan.....	53
7.2	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Kategori Intensitas Latihan.....	15
4.1. Definisi Operasional Variabel	30
5.1 Hasil Analisis Berat Badan Mencit Pretest vs. Posttest pada Masing-masing Kelompok.....	40
5.2 Hasil Analisis Rerata Berat Badan Mencit pada Semua Kelompok....	41
5.3 Hasil Analisis Lee Obesity Index Mencit Pretest vs. Posttest pada Masing-masing Kelompok.....	42
5.4 Hasil Analisis Rerata Lee Obesity Index Mencit pada Semua Kelompok	43
5.5 Hasil Analisis Kadar Serotonin pada Masing-Masing Kelompok	44
5.6 Hasil uji <i>Tukey's HSD post-hoc test</i> Kadar Serotonin antar Kelompok	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Sintesis dan Degradasi Serotonin	8
3.1. Kerangka Konseptual Penelitian	22
4.1. Rancangan Penelitian	26
4.2. Kerangka Operasional Penelitian	39
5.1 Kadar Serotonin pada Masing-Masing Kelompok	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Spesifikasi Elisa Kit dan Prosedur Pemeriksaan Serotonin	66
2. Hasil Analisis Statistika Data Penelitian.....	70
3. Surat Keterangan Ethical Clearance.....	75
4. Surat Permohonan Ijin Penelitian.....	76
5. Dokumentasi Penelitian	77

DAFTAR SINGKATAN

5-HT	<i>5-hydroxytryptamine</i>
5-HT3	<i>5-hydroxytryptamine type 3</i>
ACTH	<i>Adrenocorticotrophic Hormone</i>
ADCY	<i>Adenylate Cyclases</i>
BBB	<i>Blood-Brain Barrier</i>
BMI	<i>Body Mass Index</i>
cAMP	<i>Cyclic Adenosine Monophosphate</i>
CRH	<i>Corticotrophin Releasing Hormone</i>
ELISA	<i>Enzyme-Linked Immunosorbent Assay</i>
GI	<i>Gastrointestinal</i>
GNAI	<i>Gi/o Protein Alpha Subunit</i>
GNAS	<i>G protein alpha S</i>
HPA-axis	<i>Hipotalamus–Puitutary–Adrenal axis</i>
HRR	<i>Heart Rate Reserve</i>
HR _{max}	<i>Heart Rate Maximum</i>
K _K	<i>Kelompok kontrol</i>
K _P	<i>Kelompok latihan pagi hari intensitas sedang</i>
K _S	<i>Kelompok latihan sore hari intensitas sedang</i>
LC	<i>Locus Ceruleus</i>
LHPA-axis	<i>Limbic–Hipotalamus–Puitutary-Adrenal axis</i>
MHR	<i>Maximum Heart Rate</i>
NE	<i>Norepinephrin</i>
NEFA	<i>Nonesterified Fatty Acid</i>
SD	<i>Standard Deviation</i>
SNS	<i>Sympathetic Nervous System</i>
SSP	<i>Sistem Saraf Pusat</i>
Tukey's (HSD)	<i>Tukey's Honestly Significant Difference</i>
VO _{2max}	<i>Volume Oxygen Maximum</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>