

**PENGARUH KOMBINASI AKTIVITAS FISIK DAN EKSTRAK
TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) TERHADAP TRIGLISERIDA
TIKUS PUTIH JANTAN (*Rattus norvegicus*) YANG DIBERI
PAKAN TINGGI LEMAK**

SKRIPSI



Oleh :

Naura Ajika Kayla Harahap

2208260145

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN 2025**

**PENGARUH KOMBINASI AKTIVITAS FISIK DAN EKSTRAK
TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) TERHADAP TRIGLISERIDA
TIKUS PUTIH JANTAN (*Rattus norvegicus*) YANG DIBERI
PAKAN TINGGI LEMAK**

**Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Kelulusan
Sarjana Kedokteran**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh :

NAURA AJIKA KAYLA HARAHAHAP

2208260145

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN 2025**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Naura Ajika Kayla Harahap
NPM : 2208260145
Judul Skripsi : Pengaruh Kombinasi Aktivitas Fisik Dan Ekstrak Teh Hijau (*Camellia sinensis*) Terhadap Trigliserida Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Yang Diberi Pakan Tinggi Lemak

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 26 Januari 2026

Materai 10000

(Naura Ajika Kayla Harahap)

HALAMAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Alla Subhanahu wa Ta'ala karena berkat rahmatNya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL., Subsp.Rino(K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. dr. Ilham Hariaji, M.Biomed selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Yulia Fauziah, M.Sc selaku Dosen Penguji 1 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritik serta saran sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
5. dr. Des Suryani, M.Biomed selaku Dosen Penguji 2 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritik serta saran sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
6. dr. M. Hatta, M.Ked(Ped).,Sp.A selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis selama menjalani studi di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua penulis Haryadi Irya Effendi Harahap dan Siti Aisyah Sitompul, terima kasih atas doa, dukungan dan kesabaran yang senantiasa diberikan. Segala perhatian dan pengorbanan yang tulus menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Kepada kedua saudari kandung penulis Salsabilah Firdausah Harahap, S.Psi., M.Psi dan Jihan Attirah Ramadhania Harahap, S.Psi terima kasih atas perhatian, dukungan, dan kebersamaan yang selalu diberikan. Doa serta kehadiran mereka menjadi penguat dan penyemangat bagi penulis.
9. Kepada seluruh keluarga besar penulis, Alm. Uwak andung, mami, papi, sepupu dan keponakan penulis, terima kasih atas doa, kasih sayang serta dukungan yang senantiasa selalu diberikan.
10. Seluruh laboran dan staf pekerja di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membantu selama berlangsungnya penelitian.
11. Sahabat penulis Ridha Yulia Rahmi, yang telah menemani penulis sejak lama. Dukungan, doa dan kebersamaan yang terjalin menjadi bagian penting dalam proses tumbuh bersama dan bertahan hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
12. Sahabat seperjuangan penulis, Assyfa, Dilma, Fabillah, Holis, Rhaisya dan Wawa yang telah membersamai sejak awal masa pendidikan. Kehadiran, canda tawa, serta dukungan yang senantiasa diberikan menjadi hiburan dan penyemangat tersendiri bagi penulis.
13. Kepada “Keluarga Jauh” Mira, Keke, Felis, Misel, Jakbar dan Rifqy, yang setia memberikan doa, perhatian dan dukungan.
14. Kepada “YMMA” Abrar, Arif, Ami, Baim, Bassyar, Dhandi, Dara, Dira, Sarah, Wina dan Waiyah, yang selalu perhatian dan mendukung penulis.
15. Seluruh teman baik dan sejawat 2022 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Saya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran demi kesempurnaan tulisan ini sangat saya harapkan. Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Medan, 26 Januari 2026

Penulis

Naura Ajika Kayla Harahap

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Naura Ajika Kayla Harahap
NPM : 2208260145
Fakultas : Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas skripsi saya yang berjudul “Pengaruh Kombinasi Aktivitas Fisik Dan Ekstrak Teh Hijau (*Camellia sinensis*) Terhadap Trigliserida Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Yang Diberi Pakan Tinggi Lemak” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 26 Januari 2026

Yang menyatakan

Naura Ajika Kayla Harahap

ABSTRAK

Pendahuluan: Konsumsi pakan tinggi lemak dapat meningkatkan kadar trigliserida yang berkontribusi terhadap terjadinya gangguan metabolisme lipid dan penyakit kardiovaskular. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui aktivitas fisik dan penggunaan bahan alami, salah satunya ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*), yang diketahui memiliki efek hipolipidemik dan aktivitas antioksidan. Kombinasi kedua intervensi tersebut diharapkan memberikan efek yang lebih optimal dalam menurunkan kadar trigliserida. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau terhadap kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *pretest-posttest control group design*. Subjek penelitian adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar yang diinduksi pakan tinggi lemak dan dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu kontrol negatif, kelompok aktivitas fisik, kelompok ekstrak teh hijau, dan kelompok kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau. Perlakuan diberikan sesuai kelompok masing-masing, kemudian dilakukan pengukuran kadar trigliserida setelah periode perlakuan. Data dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA* yang dilanjutkan dengan uji *post-hoc*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok perlakuan yang diberikan aktivitas fisik, ekstrak teh hijau, maupun kombinasi keduanya mengalami penurunan kadar trigliserida dibandingkan kelompok kontrol negatif. Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan kadar trigliserida yang bermakna terutama antara kelompok kontrol negatif dan kelompok perlakuan ($p < 0,05$), sementara perbedaan antar kelompok perlakuan tidak seluruhnya bermakna secara statistik. Kelompok kombinasi menunjukkan penurunan kadar trigliserida terbesar secara numerik. **Kesimpulan:** Aktivitas fisik, ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*), serta kombinasi keduanya efektif dalam menurunkan kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diinduksi pakan tinggi lemak, dengan penurunan terbesar secara numerik ditunjukkan oleh kelompok kombinasi.

Kata Kunci: Aktivitas fisik, *Camellia sinensis*, trigliserida, pakan tinggi lemak.

ABSTRACT

Introduction: High-fat diet consumption can increase triglyceride levels, contributing to lipid metabolism disorders and cardiovascular diseases. Preventive strategies include physical activity and the use of natural substances such as green tea extract (*Camellia sinensis*), which possesses hypolipidemic and antioxidant properties. The combination of these interventions is expected to provide a more optimal effect in reducing triglyceride levels. **Objective:** This study aimed to determine the effect of a combination of physical activity and green tea extract on triglyceride levels in male rats fed a high-fat diet. **Methods:** This study was an experimental study using a pretest-posttest control group design. The subjects were male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) induced with a high-fat diet and divided into several groups: negative control, physical activity, green tea extract, and a combination of physical activity and green tea extract. Each group received treatment according to the protocol, followed by measurement of triglyceride levels after the intervention period. Data were analyzed using One Way ANOVA, followed by post-hoc analysis. **Results:** The results showed that the treatment groups receiving physical activity, green tea extract, and their combination experienced a reduction in triglyceride levels compared to the negative control group. Statistical analysis indicated a significant difference in triglyceride levels primarily between the negative control group and the treatment groups ($p < 0.05$), while differences among the treatment groups were not entirely statistically significant. The combination group demonstrated the greatest reduction in triglyceride levels numerically. **Conclusion:** Physical activity, green tea extract (*Camellia sinensis*), and their combination were effective in reducing triglyceride levels in male white rats induced with a high-fat diet, with the greatest numerical reduction observed in the combination group.

Keywords: Physical activity, *Camellia sinensis*, triglycerides, high-fat diet

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.4.2 Manfaat Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5

2.1	Teh Hijau (<i>Camellia sinensis</i>).....	5
2.1.1	Definisi Teh Hijau.....	5
2.1.2	Taksonomi Teh Hijau.....	5
2.1.3	Kandungan Teh Hijau	6
2.1.4	Mekanisme Teh Hijau Dalam Menurunkan Trigliserida	7
2.1.5	Manfaat Teh Hijau dalam Kesehatan.....	8
2.2	Aktivitas Fisik.....	9
2.2.1	Definisi Aktivitas Fisik	9
2.2.2	Jenis Aktivitas Fisik	10
2.2.3	Aktivitas Fisik dan Metabolisme Lipid.....	10
2.2.4	Mekanisme Aktivitas Fisik Dalam Penurunan Trigliserida.....	11
2.3	Trigliserida.....	12
2.3.1	Definisi dan Fungsi Trigliserida	12
2.3.2	Metabolisme Trigliserida	12
2.3.3	Faktor yang Mempengaruhi	13
2.3.4	Dampak Kadar Trigliserida Tinggi Bagi Kesehatan	13
2.4	Tikus Putih (<i>Rattus novergicus</i>)	13
2.4.1	Definisi dan Taksonomi	13
2.4.2	Morfologi dan Ciri Umum	13
2.4.3	Pakan dan Nutrisi	14
2.4.4	Kandang dan Pemeliharaan.....	14
2.5	Pakan Tinggi Lemak.....	14

2.6	Kerangka Teori	15
2.7	Kerangka Konsep	16
2.8	Hipotesis	16
BAB III METODE PENELITIAN		17
3.1	Definisi Operasional	17
3.2	Jenis Penelitian	18
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.3.1	Waktu Penelitian	18
3.3.2	Tempat Penelitian.....	18
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian.....	19
3.4.1	Populasi Penelitian.....	19
3.4.2	Sampel Penelitian.....	19
3.5	Teknik Pengumpulan Data	20
3.5.1	Alat dan Bahan.....	20
3.5.2	Persiapan Hewan Coba	20
3.5.3	Proses Pembuatan Ekstrak Teh Hijau	21
3.5.4	Proses Pembuatan Pakan Tinggi Lemak	21
3.5.5	Identifikasi Tanaman.....	21
3.5.6	Pemberian Perlakuan Pada Hewan coba	22
3.5.6.1	Pemberian Ekstrak Teh Hijau.....	22
3.5.6.2	Pemberian Perlakuan Aktivitas Fisik	22
3.5.7	Menghitung Kadar Trigliserida.....	23

3.6	Pengolahan Data dan Analisis Data.....	23
3.6.1	Pengolahan Data.....	23
3.6.2	Analisis Data	24
3.7	Alur Penelitian.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Hasil Penelitian.....	26
4.1.1	Hasil Pengukuran Berat Badan Tikus	27
4.1.2	Hasil Pengukuran Kadar Trigliserida.....	27
4.1.3	Hasil Analisis Data.....	28
4.1.3.1	Uji Normalitas	28
4.1.3.2	Uji Homogenitas	29
4.1.3.3	Uji Repeated Measures <i>ANOVA</i>	29
4.1.3.4	Uji <i>One Way ANOVA</i>	39
4.2	Pembahasan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3. 1 Kadar Trigliserida	12
Tabel 2.3. 2 Kadar Trigliserida Pada Tikus	12
Tabel 3. 1. Definisi Operasional	17
Tabel 3. 2. Waktu Penelitian	18
Tabel 3. 3. Alur Penelitian	25
Tabel 4. 1 Rata-rata Berat Badan Tikus	27
Tabel 4. 2 Rata-rata Kadar Trigliserida Tikus	28
Tabel 4. 3 Uji Normalitas Kadar Trigliserida	28
Tabel 4. 4 Uji Homogenitas Kadar Trigliserida.....	29
Tabel 4. 5 Hasil <i>Uji Repeated ANOVA</i>	29
Tabel 4. 6 Hasil Uji <i>Paired Wise Comparison</i>	30
Tabel 4. 7 Hasil <i>Uji Repeated ANOVA</i>	31
Tabel 4. 8 Hasil Uji <i>Paired Wise Comparison</i>	32
Tabel 4. 9 Hasil <i>Uji Repeated ANOVA</i>	33
Tabel 4. 10 Hasil Uji <i>Paired Wise Comparison</i>	34
Tabel 4. 11 Hasil <i>Uji Repeated ANOVA</i>	35
Tabel 4. 12 Hasil Uji <i>Paired Wise Comparison</i>	36
Tabel 4. 13 Hasil <i>Uji Repeated ANOVA</i>	37
Tabel 4. 14 Hasil Uji <i>Paired Wise Comparison</i>	38
Tabel 4. 15 Tabel rerata kadar trigliserida perlakuan antar kelompok	39
Tabel 4. 16 Uji <i>One Way ANOVA</i>	40
Tabel 4. 17 Hasil Uji Lanjut <i>Post Hoc Tukey HSD</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>).....	6
Gambar 4. 1 Diagram Kadar Triglicerida Kelompok K(S) pada Tiga waktu Pengukuran.....	31
Gambar 4. 2 Diagram Kadar Triglicerida Kelompok K(-) pada Tiga waktu Pengukuran.....	33
Gambar 4. 3 Diagram Kadar Triglicerida Kelompok K(1) pada Tiga waktu Pengukuran.....	35
Gambar 4. 4 Diagram Kadar Triglicerida Kelompok K(2) pada Tiga waktu Pengukuran.....	37
Gambar 4. 5 Diagram Kadar Triglicerida Kelompok K(3) pada Tiga waktu Pengukuran.....	39
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Rerata Kadar Triglicerida Antar Kelompok Setelah Perlakuan.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ethical Clearance	59
Lampiran 2. Surat Selesai Penelitian	60
Lampiran 3. Surat Identifikasi Tanaman.....	61
Lampiran 4. Tabel Kadar Kolesterol Total (mg/dl) Tikus Setelah Aklim (Adaptasi), Setelah Induksi Lemak (HDF) dan Setelah Perlakuan (Akhir).....	62
Lampiran 5. Tabel Perbandingan Berat badan tikus setelah adaptasi, setelah induksi pakan tinggi lemak dan setelah perlakuan	62
Lampiran 6. Data Statistik SPSS.....	63
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	83
Lampiran 8. Artikel Ilmiah	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah obesitas dan dislipidemia, termasuk hipertrigliseridemia, merupakan permasalahan kesehatan global yang semakin mengkhawatirkan seiring dengan meningkatnya gaya hidup sedentari dan pola makan tinggi lemak di masyarakat modern.¹ Prevalensi obesitas meningkat secara global dan menjadi masalah kesehatan utama. Data WHO tahun 2022 menunjukkan sekitar 2,5 miliar orang dewasa mengalami kelebihan berat badan, termasuk 890 juta dengan obesitas, setara dengan 43% kelebihan berat badan dan 16% obesitas.¹ Di Indonesia, prevalensi obesitas pada penduduk dewasa (>18 tahun) berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia 2023 mencapai 23,4%, meningkat dari 21,8% pada tahun 2018, dan jika digabung dengan kelebihan berat badan mencapai 37,8%.² Sementara itu, menurut data RISKESDAS 2013 menunjukkan prevalensi dislipidemia sebesar 35,9% pada usia >15 tahun, dengan LDL tinggi 15,9%, HDL rendah 22,9% dan trigliserida tinggi 11,9%.³ Prevalensi dislipidemia cenderung meningkat seiring usia, dari 9,3% pada usia 25-34 tahun menjadi 15,5% pada usia 55-64 tahun.³ Salah satu bentuk dislipidemia yang berbahaya adalah tingginya kadar trigliserida dalam darah, yang secara langsung meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, diabetes tipe 2, dan sindrom metabolik.⁴ Trigliserida yang berlebih dalam tubuh sebagian besar berasal dari makanan tinggi lemak dan karbohidrat sederhana yang dikonsumsi terus-menerus tanpa diimbangi dengan aktivitas fisik.⁵ Pengobatan medis menggunakan obat penurun lipid seperti statin memang tersedia, namun tidak semua pasien merespons dengan baik dan beberapa mengalami efek samping jangka panjang.⁶ Oleh karena itu, pencarian intervensi non-farmakologis yang lebih aman dan murah menjadi penting untuk dilakukan.

Salah satu intervensi potensial adalah kombinasi antara aktivitas fisik dan pemberian bahan alami, seperti teh hijau (*Camellia sinensis*). Teh hijau telah diketahui mengandung senyawa bioaktif utama berupa katekin, terutama *epigallocatechin gallate* (EGCG), yang memiliki efek antioksidan, antiinflamasi, serta kemampuan

menurunkan lipid darah melalui peningkatan oksidasi asam lemak dan penghambatan enzim lipogenesis.⁷ Penelitian Li *et al.* (2021) menunjukkan bahwa ekstrak teh hijau dapat mencegah obesitas akibat diet tinggi lemak melalui aktivasi mekanisme *fat browning* dan *thermogenesis*.⁷ Selain itu, aktivitas fisik sendiri terbukti dapat menurunkan kadar trigliserida dengan meningkatkan aktivitas lipoprotein lipase, yang mempercepat pemecahan trigliserida dalam darah.⁸ Penelitian yang dilakukan oleh Silva *et al.* (2025) memperlihatkan bahwa pemberian teh hijau pada mencit yang diberi diet tinggi lemak mengurangi kerusakan jaringan saraf serta memperbaiki profil lipid melalui peningkatan sistem pertahanan antioksidan tubuh.⁹ Penelitian Im *et al.* (2022) juga membuktikan bahwa ekstrak teh hijau terproses panas (HTGT) berpotensi meningkatkan *termogenesis* dan memperbaiki metabolisme pada tikus dengan diet tinggi lemak.¹⁰ Namun, penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan, terutama pada durasi perlakuan yang singkat (hanya 2 minggu) sehingga belum dapat menggambarkan efek jangka panjang terhadap profil lipid, termasuk kadar trigliserida. Selain itu, intervensi yang dilakukan hanya terbatas pada kombinasi dua fitokimia tanpa mempertimbangkan faktor gaya hidup, khususnya aktivitas fisik, yang diketahui berperan penting dalam perbaikan dislipidemia. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efek ekstrak teh hijau dengan durasi perlakuan lebih panjang serta menguji potensi sinerginya dengan aktivitas fisik dalam menurunkan kadar trigliserida.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengevaluasi kombinasi teh hijau dan aktivitas fisik terhadap gangguan metabolik akibat diet tinggi lemak. Wang *et al.* (2023) meneliti efek jangka pendek dan jangka panjang konsumsi teh hijau varietas Yunkang 10 yang dikombinasikan dengan latihan *treadmill* pada mencit, dan menemukan bahwa intervensi jangka panjang (22 minggu) lebih efektif dalam memperbaiki inflamasi hati serta menurunkan penumpukan lemak dibandingkan intervensi singkat. Namun, penelitian ini lebih menitikberatkan pada perbaikan perlemakan hati dan jalur molekuler inflamasi (*NF-κB*), sehingga tidak secara khusus menyoroti perubahan kadar trigliserida serum.¹¹ Sementara itu, Zhang *et al.* (2020)

juga melaporkan bahwa kombinasi teh hijau varietas Yunkang 10 dengan latihan *treadmill* mampu memperbaiki sindrom metabolik pada mencit, termasuk penurunan kadar glukosa, kolesterol total, dan trigliserida.¹² Akan tetapi, penelitian tersebut hanya berlangsung selama 8 minggu sehingga belum dapat menggambarkan efek jangka panjang, dan penggunaan varietas teh tertentu dengan kandungan katekin dan kafein tinggi membatasi generalisasi hasilnya terhadap konsumsi teh hijau secara umum.

Namun, studi meta-analisis menunjukkan bahwa meskipun teh hijau dapat memberikan dampak kecil dalam penurunan berat badan dan lemak tubuh saat dikombinasikan dengan olahraga, efeknya terhadap profil lipid, termasuk trigliserida, tidak selalu signifikan secara statistik, sehingga masih diperlukan penelitian lebih lanjut yang memperhatikan durasi dan dosis intervensi.¹³

1.2 Rumusan Masalah

Apakah kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau lebih berpengaruh dalam menurunkan kadar trigliserida tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak dibandingkan dengan masing-masing intervensi secara tunggal maupun tanpa intervensi?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui pengaruh kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) terhadap kadar trigliserida tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) yang diberi pakan tinggi lemak.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diberi intervensi aktivitas fisik, ekstrak teh hijau, maupun kombinasi keduanya.
2. Membandingkan efektivitas kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau dengan aktivitas fisik saja dalam menurunkan kadar trigliserida pada tikus putih jantan.
3. Membandingkan efektivitas kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau dengan ekstrak teh hijau saja dalam menurunkan kadar trigliserida pada tikus putih jantan.

4. Membandingkan efektivitas aktivitas fisik dengan ekstrak teh hijau dalam menurunkan kadar trigliserida pada tikus putih jantan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan di bidang fisiologi hewan dan biomedis, khususnya yang berkaitan dengan metabolisme lipid dan pengaruh intervensi non-farmakologis (aktivitas fisik dan fitoterapi teh hijau) terhadap kadar trigliserida. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar teoritis bagi penelitian lanjutan terkait efek sinergis antara aktivitas fisik dan senyawa bioaktif dari tanaman terhadap parameter biokimia dalam tubuh.

1.4.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat memberikan alternatif pendekatan non-obat yang lebih aman dan terjangkau dalam upaya menurunkan kadar trigliserida akibat konsumsi tinggi lemak, terutama melalui modifikasi gaya hidup dan penggunaan bahan alami seperti teh hijau. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengembangan terapi pencegahan dislipidemia berbasis kombinasi intervensi fisik dan fitoterapi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teh Hijau (*Camellia sinensis*)

2.1.1 Definisi Teh Hijau

Teh hijau (*Camellia sinensis*) adalah salah satu variasi teh yang disarankan dan diminum di seluruh dunia sebagai minuman harian yang memberikan keuntungan bagi kesehatan.¹⁴ Indonesia memiliki luas perkebunan teh yang signifikan dan merupakan salah satu komoditas ekspor nonmigas yang menyumbang devisa bagi negara. Bersama dengan India, Cina (Republik Ceko), Sri Lanka, dan Kenya, Indonesia salah satu dari lima produsen dan eksportir teh teratas. Berdasarkan cara produksinya, teh dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu teh hijau yang tidak mengalami fermentasi (di mana oksidasi dihindari melalui pengukusan daun segar), teh oolong yang mengalami fermentasi sebagian (di mana daun difermentasi sebelum dikeringkan), dan teh hitam atau merah yang hampir sepenuhnya difermentasi sebelum melalui proses pengukusan dan pengeringan.¹⁵

Sejumlah besar ilmuwan telah menunjukkan bahwa teh hijau mengandung senyawa kimia yang bermanfaat bagi kesejahteraan manusia. Komponen seperti polifenol teh, kafein, theanine, polisakarida teh, dan zat lain yang diekstraksi dari teh hijau menunjukkan efek farmakologis seperti sifat anti-kanker, aktivitas antioksidan, perlindungan sistem saraf, dan penurunan kadar gula darah. Teh hijau dianggap cocok untuk individu yang menderita tekanan darah tinggi, kolesterol tinggi, penyakit arteri koroner, arteriosklerosis, dan diabetes.¹⁶ Meskipun demikian, penting untuk diingat bahwa bahan alami tidak sepenuhnya bebas risiko. Meskipun efek samping berbahaya dari teh hijau umumnya minimal, itu harus dikonsumsi dengan hati-hati oleh wanita hamil, anak-anak, dan orang dewasa yang lebih tua.¹⁷

2.1.2 Taksonomi Teh Hijau

Klasifikasi daun Teh Hijau (*Camellia sinensis*) adapun sebagai berikut :



Gambar 2. 1. Teh hijau (*Camellia sinensis*)

Kingdom : Plantae
 Subkingdom : Tracheobionta
 Superdivisi : Spermatophytathe
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Subkelas : Dilleniidae
 Ordo : Theales Famili : Theaceae
 Genus : *Camellia*
 Spesies : *Camellia sinensis*

2.1.3 Kandungan Teh Hijau

Teh hijau (*Camellia sinensis*) memiliki berbagai zat kimia bioaktif yang sangat penting untuk manfaat kesehatan dan farmakologinya.¹⁸ Komponen utama yang telah banyak diteliti adalah polifenol, terutama kelompok katekin seperti *epigallocatechin gallate (EGCG)*, *epigallocatechin (EGC)*, *epicatechin gallate (ECG)*, dan *epicatechin (EC)*.¹⁹ Katekin berfungsi sebagai antioksidan yang kuat, dengan kemampuan untuk melawan radikal bebas serta memberikan efek antikanker, anti-inflamasi, dan antivirus. Kandungan katekin dalam teh hijau jauh lebih tinggi dibandingkan dengan teh hitam atau oolong, karena teh hijau tidak melalui proses fermentasi, sehingga komponen polifenolnya tetap terjaga.^{17,20}

Selain katekin, teh hijau juga memiliki senyawa flavonoid seperti glikosida mirisetin dan quercetin, serta sedikit asam fenolik seperti asam galat dan asam kafeat yang berkontribusi terhadap efektivitas antioksidan dan rasa.²¹ Komponen alkaloid dalam teh hijau, seperti kafein, teofilin, dan teobromin, memberikan efek stimulasi ringan dan menyegarkan.¹⁷ Di sisi lain, kandungan asam amino—terutama L-theanine—memberikan rasa umami yang khas pada teh serta memiliki efek menenangkan pada sistem saraf pusat.²²

Teh hijau juga mengandung karbohidrat dalam bentuk monosakarida dan disakarida (glukosa, fruktosa, sukrosa), serta polisakarida tak larut dalam air seperti selulosa dan pektin. Meskipun komponen volatil hadir dalam jumlah yang kecil, mereka memberikan aroma khas pada teh hijau dan terdiri dari senyawa seperti alkohol, ester, dan aldehida.²¹ Selain itu, teh hijau kaya akan vitamin (B kompleks, C, E, dan vitamin A pada matcha), serta mineral seperti magnesium, kalsium, seng, dan fluor. Pigmen alami seperti klorofil dan karotenoid juga terdapat dalam jumlah yang cukup banyak, serta enzim seperti glukosidase dan lipoksidase yang berperan dalam proses penyeduhan. Secara keseluruhan, berbagai kandungan kimia ini menjadikan teh hijau sebagai minuman fungsional dengan potensi terapeutik yang sangat luas.^{17,20}

2.1.4 Mekanisme Teh Hijau Dalam Menurunkan Triglisierida

Senyawa aktif dalam teh hijau, terutama katekin seperti *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG), memiliki berbagai mekanisme biologis yang berkontribusi terhadap penurunan kadar triglisierida dalam tubuh.²³ EGCG diketahui menghambat enzim *pancreatic lipase*, sehingga mengurangi penyerapan lipid di usus.²⁴ Dengan demikian, jumlah lemak yang masuk ke dalam sirkulasi darah menjadi berkurang, yang berdampak pada penurunan pembentukan triglisierida di hati dan jaringan adiposa.¹⁵

Selain itu, EGCG juga bekerja melalui aktivasi *AMP-activated protein kinase* (AMPK), yaitu enzim yang berperan dalam penghambatan sintesis lemak dan peningkatan oksidasi asam lemak.²⁵ Aktivasi AMPK menekan ekspresi gen lipogenik seperti *acetyl-CoA carboxylase (ACC)* dan *fatty acid synthase (FAS)*, sehingga mengurangi biosintesis triglisierida hepatic dan meningkatkan pembakaran lemak.²⁶

Efek antioksidan EGCG juga turut mendukung penurunan trigliserida melalui pengurangan stres oksidatif dan inflamasi yang merupakan penyebab gangguan metabolisme lipid.²⁷ EGCG meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti *superoxide dismutase (SOD)* dan *glutathione peroxidase (GPx)*, serta menstimulasi ekspresi faktor transkripsi NRF2 yang memperkuat sistem pertahanan seluler terhadap kerusakan oksidatif.²⁸

Tidak hanya itu, teh hijau juga diduga meningkatkan aktivitas enzim lipoprotein lipase (LPL), yang berperan penting dalam pemecahan trigliserida di dalam lipoprotein menjadi asam lemak bebas.²⁹ Aktivasi LPL mempercepat klirens trigliserida dari darah dan mencegah akumulasi lipid dalam plasma.¹⁵

Dari segi adaptasi jaringan, ekstrak teh hijau telah terbukti mendorong fenomena *browning* pada jaringan lemak putih menjadi jaringan lemak coklat (*brown adipose tissue*), yang lebih aktif secara metabolik.³⁰ Proses ini meningkatkan pengeluaran energi dan pembakaran lemak melalui ekspresi *uncoupling protein-1 (UCP1)* di mitokondria, serta meningkatkan konsumsi oksigen dan aktivitas mitokondria, yang secara keseluruhan berkontribusi terhadap pengurangan cadangan trigliserida dalam jaringan.⁷

2.1.5 Manfaat Teh Hijau dalam Kesehatan

Teh hijau (*Camellia sinensis*) telah lama dikenal memiliki berbagai manfaat kesehatan yang berkaitan erat dengan kandungan polifenol utamanya, terutama kelompok katekin seperti *(-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG)*.¹⁷ Salah satu manfaat utama dari teh hijau adalah sifat antioksidannya.⁹ EGCG dapat menangkap dan menetralkan radikal bebas, serta meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen seperti *superoxide dismutase (SOD)*, *catalase (CAT)*, dan *glutathione peroxidase (GPx)*.²⁸ Aktivitas ini membantu melindungi sel dari stres oksidatif yang menjadi penyebab utama kerusakan sel dan berbagai penyakit kronis.²⁶

Selain itu, teh hijau juga memiliki efek antiinflamasi yang penting. EGCG dapat menghambat produksi sitokin proinflamasi seperti *TNF- α* , *IL-1 β* , dan *IL-6* dengan cara menekan jalur sinyal inflamasi seperti *NF- κ B* dan *MAPK*.³¹ Mekanisme ini menjadikan

teh hijau bermanfaat untuk mengurangi peradangan sistemik yang terkait dengan berbagai penyakit seperti aterosklerosis, diabetes melitus, dan penyakit autoimun.²⁶

Dalam hal penurunan kolesterol, konsumsi teh hijau secara rutin telah terbukti menurunkan kadar total kolesterol dan kolesterol LDL (low-density lipoprotein), yang dikenal sebagai kolesterol jahat.³² Meta-analisis dari 31 uji klinis menyimpulkan bahwa teh hijau secara signifikan menurunkan total kolesterol (WMD: -4.66 mg/dL) dan LDL (WMD: -4.55 mg/dL), meskipun tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap HDL dan trigliserida.³³ Efek ini dimediasi oleh katekin yang menghambat penyerapan kolesterol di usus dan meningkatkan ekskresinya melalui feses.³³

Manfaat lainnya yang relevan adalah peran teh hijau dalam pengaturan berat badan dan pencegahan obesitas.³⁴ Ekstrak teh hijau telah dibuktikan mendorong *browning* jaringan lemak putih menjadi jaringan lemak coklat, yang lebih aktif secara metabolik. Proses ini meningkatkan pengeluaran energi melalui aktivasi *uncoupling protein-1 (UCP1)* di mitokondria, sehingga membantu mengurangi lemak tubuh dan meningkatkan metabolisme energi secara keseluruhan.^{7,10}

Dengan kombinasi sifat antioksidan, antiinflamasi, penurun kolesterol, dan pengatur metabolisme energi, teh hijau berpotensi besar dalam pencegahan berbagai penyakit kronis seperti penyakit jantung koroner, sindrom metabolik, diabetes tipe 2, hingga gangguan neurodegenerative.^{9,26}

2.2 Aktivitas Fisik

2.2.1 Definisi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan setiap bentuk gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka dan menyebabkan peningkatan pengeluaran energi melebihi kebutuhan dasar tubuh saat istirahat, yang dikenal dengan *resting energy expenditure (REE)*.³⁵ Sebagai ilustrasi, seorang laki-laki dewasa membutuhkan sekitar 1500 kkal per hari hanya untuk memenuhi kebutuhan energi dalam keadaan istirahat. Saat seseorang melakukan aktivitas fisik, tubuh membutuhkan tambahan energi tergantung dari intensitas gerakan yang dilakukan. Semakin tinggi intensitas aktivitas, semakin besar energi yang diperlukan.³⁶

Aktivitas fisik berbeda dengan latihan fisik maupun olahraga. Latihan fisik didefinisikan sebagai aktivitas yang dilakukan secara terencana, terstruktur, berulang, dan berkelanjutan dengan tujuan utama untuk meningkatkan kebugaran jasmani.³⁶ Sedangkan olahraga merupakan bentuk latihan fisik yang juga terstruktur dan berkesinambungan, namun dilakukan berdasarkan aturan tertentu dan dapat bertujuan untuk prestasi.³⁷ Di sisi lain, *exercise* atau kegiatan fisik santai sering kali tidak terstruktur secara rinci dan dilakukan di waktu luang untuk mempertahankan kesehatan fisik.³⁷

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2018) mengklasifikasikan aktivitas fisik berdasarkan intensitas dan jumlah kalori yang dibakar menjadi tiga kategori, yaitu ringan, sedang, dan berat. Aktivitas fisik berat ditandai dengan keluarnya banyak keringat serta peningkatan frekuensi denyut jantung dan napas hingga terengah-engah, dengan estimasi pengeluaran energi lebih dari 7 kkal/menit.³⁷ Contohnya jogging, mendaki bukit, mengangkut beban berat, serta olahraga kompetitif seperti sepak bola dan bulu tangkis.³⁸ Aktivitas sedang, dengan pengeluaran energi 3,5–7 kkal/menit, mencakup berjalan cepat, mencuci mobil, menanam pohon, dan bersepeda santai.³⁷ Sementara itu, aktivitas fisik ringan mencakup kegiatan harian yang memerlukan tenaga minimal, seperti menyapu, memasak, duduk bekerja di depan komputer, atau berjalan santai.³⁷

2.2.2 Jenis Aktivitas Fisik

Jenis latihan fisik juga dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu latihan aerobik dan anaerobik.³⁷ Latihan aerobik melibatkan aktivitas berkesinambungan yang melatih sistem kardiovaskular, seperti berjalan cepat dan naik-turun tangga.³⁹ Sedangkan latihan anaerobik lebih menekankan pada pembentukan dan penguatan otot melalui aktivitas yang memerlukan tenaga besar dalam waktu singkat, seperti *push-up*, *squat*, *crunches*, dan *lunges*.³⁷

2.2.3 Aktivitas Fisik dan Metabolisme Lipid

Aktivitas fisik, terutama olahraga aerobik dan latihan ketahanan, berperan penting dalam regulasi metabolisme lipid.⁴⁰ Selama aktivitas fisik, terjadi peningkatan

kebutuhan energi yang mendorong tubuh untuk mengoksidasi lemak sebagai sumber energi, khususnya asam lemak bebas yang berasal dari jaringan adiposa.⁴⁰ Proses ini melibatkan jalur β -oksidasi di mitokondria, yang meningkat seiring dengan durasi dan intensitas olahraga. Selain itu, aktivitas fisik teratur telah terbukti menurunkan kadar trigliserida dan meningkatkan konsentrasi *high-density lipoprotein (HDL)* dalam darah.^{41,42} Penurunan trigliserida terjadi karena olahraga dapat meningkatkan aktivitas *enzim lipoprotein lipase (LPL)*, yang memecah trigliserida dalam lipoprotein kaya trigliserida seperti VLDL dan kilomikron menjadi asam lemak bebas untuk digunakan oleh otot sebagai energi.⁴⁰ Peningkatan HDL juga dikaitkan dengan penurunan kadar kolesterol total dan LDL serta peningkatan *reverse cholesterol transport (RCT)* yang dimediasi oleh HDL.⁴³

2.2.4 Mekanisme Aktivitas Fisik Dalam Penurunan Trigliserida

Penurunan kadar trigliserida akibat aktivitas fisik dapat dijelaskan melalui mekanisme hormonal dan enzimatik. Secara enzimatik, aktivitas fisik meningkatkan ekspresi dan aktivitas *lipoprotein lipase (LPL)* di jaringan otot dan adiposa, yang mempercepat hidrolisis trigliserida dari VLDL dan kilomikron menjadi asam lemak bebas.⁴¹ Asam lemak ini kemudian diambil oleh otot dan digunakan sebagai bahan bakar metabolik selama aktivitas.⁴⁴ Selain itu, olahraga meningkatkan sensitivitas insulin, sehingga menurunkan resistensi insulin yang umum terjadi pada individu dengan kadar trigliserida tinggi.⁴⁴ Dengan meningkatnya sensitivitas insulin, proses lipogenesis di hati menurun, yang berdampak pada berkurangnya produksi VLDL-TG.⁴⁵ Sebaliknya, penurunan aktivitas insulin secara kronik justru meningkatkan lipolisis jaringan adiposa dan meningkatkan ketersediaan asam lemak bebas yang digunakan untuk energi, bukan untuk *re-esterifikasi* menjadi trigliserida. Aktivitas fisik juga memodulasi kadar hormon-hormon stres seperti epinefrin dan kortisol yang secara akut meningkatkan lipolisis dan menstimulasi penggunaan lipid sebagai substrat energi.⁴³

2.3 Triglicerida

2.3.1 Definisi dan Fungsi Triglicerida

Triglicerida (TG) adalah bentuk utama lemak dalam tubuh yang tersimpan di jaringan adiposa, berfungsi sebagai cadangan energi jangka panjang.⁴⁶ Secara kimia, triglicerida terdiri dari satu molekul gliserol yang terikat pada tiga asam lemak. Dalam keadaan normal, triglicerida berperan sebagai sumber energi yang disimpan saat kelebihan kalori dan digunakan kembali ketika tubuh mengalami defisit energi, seperti saat puasa atau olahraga.⁴⁷ Triglicerida juga merupakan komponen utama dari lipoprotein kaya lemak seperti kilomikron dan VLDL yang mengangkut lemak dari usus dan hati ke jaringan perifer.⁴⁸

Tabel 2.3. 1 Kadar Triglicerida

Kategori	Tingkat Triglicerida
Normal	< 150mg/dL
Borderline Tinggi	150 – 199 mg/dL
Tinggi	200 – 499 mg/dL
Sangat Tinggi	≥ 500mg/dL

Tabel 2.3. 2 Kadar Triglicerida Pada Tikus⁴⁹

Kategori	Tingkat Triglicerida
Normal	20-114 mg/dL
Hipertriglicerida	>114 mg/dL

2.3.2 Metabolisme Triglicerida

Metabolisme triglicerida mencakup proses sintesis dan pemecahan. Sintesis triglicerida terjadi di hati dan usus melalui proses lipogenesis, di mana asam lemak dan gliserol diikat menjadi triglicerida yang kemudian dikemas dalam VLDL dan kilomikron.⁴⁷ Setelah masuk ke sirkulasi, enzim *lipoprotein lipase (LPL)* yang terdapat di permukaan endotel pembuluh darah akan menghidrolisis triglicerida menjadi asam

lemak bebas dan gliserol, yang kemudian digunakan oleh otot dan jaringan adiposa. Produk sisa dari kilomikron dan VLDL akan diambil kembali oleh hati atau diubah menjadi LDL.⁴⁸

2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi

Kadar trigliserida dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola makan tinggi gula atau lemak jenuh, kurangnya aktivitas fisik, predisposisi genetik, dan kondisi stres oksidatif.⁴⁶ Asupan kalori berlebih dan resistensi insulin meningkatkan produksi trigliserida di hati.⁴⁴ Selain itu, aktivitas fisik yang rendah menurunkan aktivitas LPL dan meningkatkan penyimpanan lemak.⁵⁰ Faktor hormonal seperti insulin, kortisol, dan hormon pertumbuhan juga mempengaruhi metabolisme trigliserida, terutama dalam kondisi puasa atau stres metabolic.⁴⁷

2.3.4 Dampak Kadar Trigliserida Tinggi Bagi Kesehatan

Kadar trigliserida yang tinggi dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular, resistensi insulin, dan sindrom metabolik.⁵¹ Trigliserida tinggi dapat mempercepat pembentukan lipoprotein kaya trigliserida (TRLs) dan residunya, yang menyebabkan akumulasi lemak di dinding arteri dan pembentukan plak aterosklerotik.⁴⁸ Selain itu, trigliserida tinggi berkaitan dengan peradangan kronis dan gangguan metabolisme glukosa yang memperburuk resistensi insulin.⁵¹

2.4 Tikus Putih (*Rattus norvegicus*)

2.4.1 Definisi dan Taksonomi

Tikus putih (*Rattus norvegicus*) merupakan salah satu hewan coba yang sering dipakai dalam penelitian biomedis, farmasi, dan nutrisi karena memiliki kemiripan fisiologi dengan manusia serta tingkat reproduksi yang cepat.⁵² Secara taksonomi, hewan ini termasuk Kingdom *Animalia*, Filum *Chordata*, Kelas *Mammalia*, Ordo *Rodentia*, Famili *Murinae*, Genus *Rattus*, dan Spesies *Rattus norvegicus*.⁵³

2.4.2 Morfologi dan Ciri Umum

Tikus putih memiliki tubuh relatif kecil dengan ekor yang panjangnya hampir sama atau lebih panjang dari tubuhnya.⁵³ Strain albino memiliki bulu putih dan mata merah.⁵³ Berat tikus pada usia empat minggu sekitar 35–40 gram, sedangkan pada

dewasa dapat mencapai 200–250 gram.⁵³ Secara anatomi, tikus memiliki organ utama seperti hati, paru-paru, lambung, usus, limpa, dan ginjal, yang menjadikannya model hewan yang baik dalam penelitian fisiologi.⁵³ Dari segi perilaku, tikus bersifat nokturnal, dengan indera penciuman dan pendengaran tajam, meskipun penglihatannya lemah.⁵²

2.4.3 Pakan dan Nutrisi

Dalam pemeliharaan laboratorium, tikus biasanya diberi pakan pelet standar.⁵² Pelet ini diformulasikan dengan kandungan protein sekitar 20–25%, lemak 10–12%, serat kasar 4–5%, serta karbohidrat sekitar 55%.⁵² Tekstur pelet yang keras berfungsi menjaga gigi tikus yang terus tumbuh.⁵² Pemberian pakan harus menyesuaikan umur, jenis kelamin, dan kondisi fisiologis seperti bunting atau menyusui.⁵²

2.4.4 Kandang dan Pemeliharaan

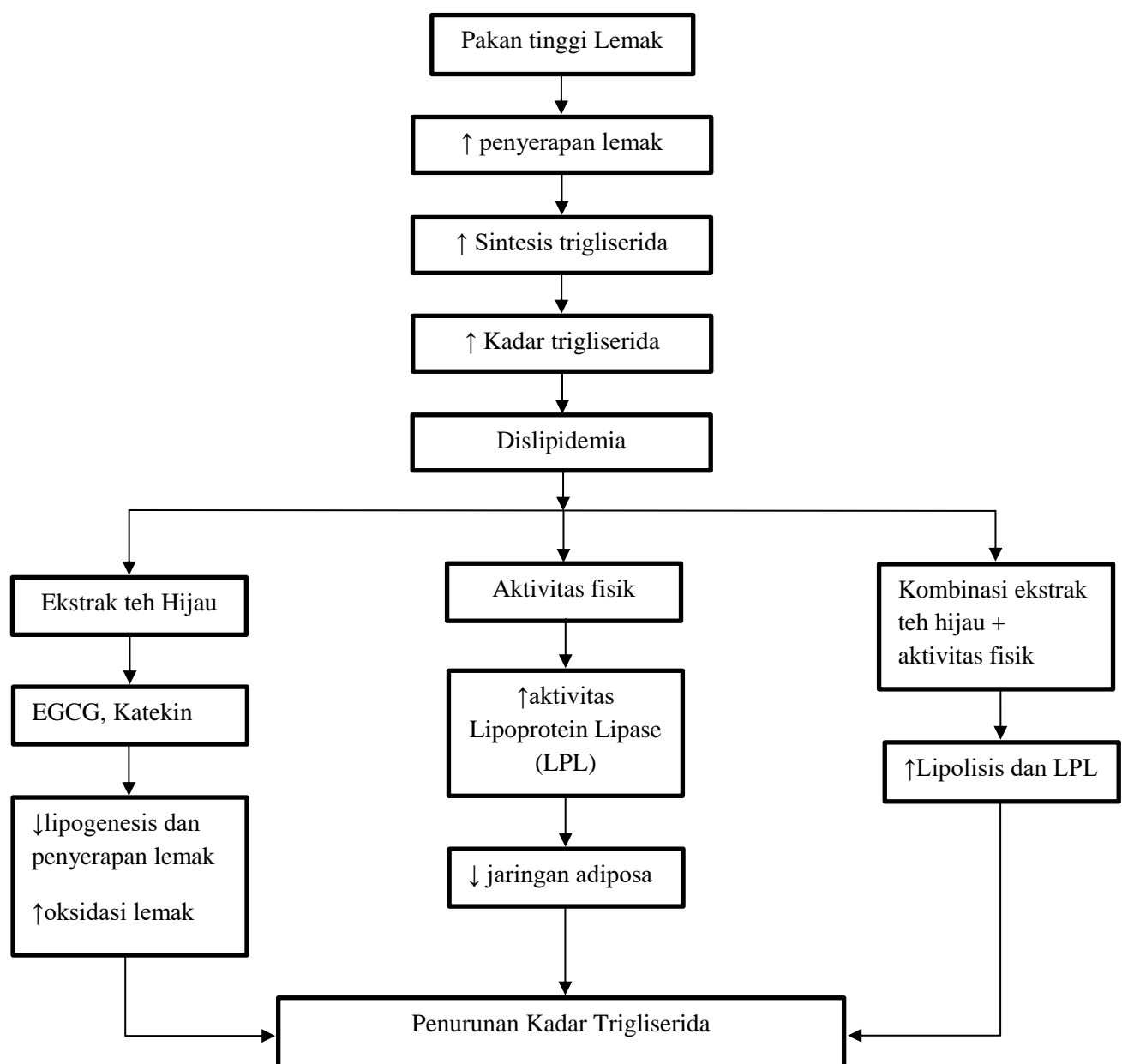
Tikus dipelihara dalam kandang berbahan plastik, kaca, atau logam dengan ukuran $\pm 40 \times 30 \times 18$ cm untuk 5–7 ekor.⁵² Alas kandang berupa serutan kayu atau sekam digunakan untuk menyerap kotoran dan kelembapan.⁵² Suhu ideal pemeliharaan berkisar 20–25 °C dengan kelembapan 45–55%.⁵² Kandang harus diletakkan di ruangan dengan ventilasi baik dan dijaga kebersihannya agar mencegah stres serta penyakit.⁵² Selain itu, prinsip kesejahteraan hewan dan 3R (*Replacement, Reduction, Refinement*) harus diterapkan dalam setiap pemeliharaan.⁵²

2.5 Pakan Tinggi Lemak

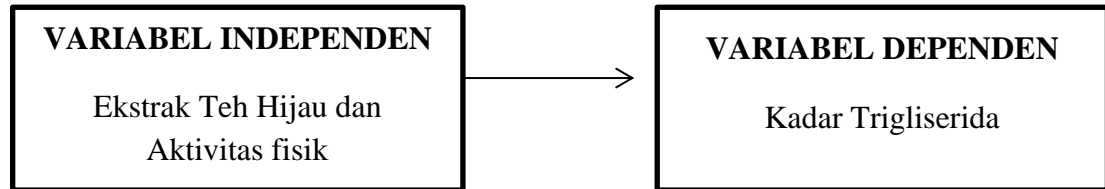
Dalam rangka menginduksi kondisi hiperlipidemia pada hewan coba, salah satu metode yang digunakan adalah pemberian pakan tinggi lemak dan kolesterol.⁵⁴ Telur puyuh merupakan salah satu bahan pakan yang sering digunakan karena kandungan kolesterol dan lemaknya yang tinggi, sehingga dinilai efektif sebagai bahan induksi.⁵⁴ Telur puyuh mengandung nutrisi yang lengkap terutama protein sebanyak 13,1% dengan lemak diketahui sebesar 11,1% dan juga dalam telur puyuh terdapat kandungan vitamin A sebesar 543 μg (per 100g).⁵⁵ Bahwa kandungan lemaknya 11,1%, kadar kolesterol kuning telur puyuh sebesar 2138,17mg/100g, sedangkan kandungan kolesterol kuning telur ayam ras hanya 1274,5mg/100g.⁵⁶ Hal ini sejalan dengan

penelitian yang dilakukan oleh Putra, *et al* (2016) yang menyebutkan bahwa kadar kolesterol dari telur puyuh lebih tinggi dibandingkan dengan kadar kolesterol yang berasal dari sampel makanan lain, seperti otak sapi 2.300mg, cumi-cumi 1.170mg, jeroan sapi 380mg, daging sapi 105mg, dan daging kambing 70mg.⁵⁷

2.6 Kerangka Teori



2.7 Kerangka Konsep



2.8 Hipotesis

1. **Hipotesis Alternatif (H_1):** Kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau menurunkan kadar trigliserida tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak.
2. **Hipotesis Nol (H_0):** Kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau tidak berpengaruh terhadap kadar trigliserida tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Tabel 3. 1. Definisi Operasional

Variabel	Defenisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Variabel Independen				
Ekstrak Teh Hijau	Cairan yang dihasilkan dari daun teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>) yang diekstraksi	Alat timbang digital, pelarut, alat pemberian oral (sonde)	Volume dan konsentrasi ekstrak yang diberikan (Dosis 300mg/kgBB/hari)	Numerik
Aktivitas Fisik	Perlakuan berupa gerakan terprogram (<i>treadmill</i>) yang dilakukan selama waktu dan intensitas tertentu setiap hari	<i>Treadmill</i> /alat lari untuk hewan, <i>stopwatch</i>	Durasi dan intensitas (intensitas sedang (12–18 m/menit), durasi 30–50 menit per sesi, frekuensi 5 kali/minggu selama 4 minggu)	Numerik
Induksi Pakan Tinggi Lemak	Pemberian emulsi kuning telur puyuh secara oral menggunakan sonde dengan dosis 10 mL/kgBB/hari	Emulsi kuning telur puyuh, Sonde oral, Timbangan digital	Peningkatan kadar trigliserida darah tikus (mg/dL)	Numerik
Variabel Dependen				
Kadar Trigliserida	Jumlah trigliserida dalam serum darah tikus putih yang mencerminkan status metabolisme lipid setelah perlakuan	Lipid Pro Trigliserida Strip	Kadar trigliserida dalam mg/dL	Numerik

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *True Experimental* dengan desain *Pretest and Post Test Group* yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik dalam menurunkan kadar trigliserida. Penelitian ini dilakukan pada Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*).

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

3.3.1 Waktu Penelitian

Tabel 3. 2. Waktu Penelitian

Jenis Kegiatan	2025						
	Bulan						
	5	6	7	8	9	10	11
Bimbingan Proposal	■	■					
Penyusunan Proposal		■	■	■			
Seminar Proposal				■	■		
Revisi Proposal				■	■		
Penelitian				■	■	■	
Analisis data					■	■	
Penulisan					■	■	■
Bimbingan hasil penelitian						■	■
Seminar Hasil							■

3.3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Adapun populasi pada penelitian ini adalah hewan percobaan Tikus Putih Jantan (*Rattus novergicus*) Jantan berusia 8-12 minggu yang diperoleh dari Laboratorium *Animal research* bagian dari Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.4.2 Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan rumus *Federer* untuk menghitung jumlah sampel

$$\text{Rumus} = (t-1)(n-1) \geq 15$$

Dengan ;

t = kelompok perlakuan (5 kelompok)

n = jumlah sampel tiap kelompok

Sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

$$(5-1)(n-1) \geq 15$$

$$4(n-1) \geq 15$$

$$n-1 \geq 3,75$$

$$n \geq 4,75$$

Dibulatkan menjadi n = 5

Berdasarkan rumus *Federer* di atas, maka total sampel adalah 25 ekor yang dibagi dalam 5 kelompok, setiap kelompok perlakuan terdiri dari 5 tikus putih jantan dan ditambahkan masing- masing kelompok 1 tikus putih jantan cadangan apabila dalam penelitian mencit tiba-tiba mati saat percobaan dilakukan, maka dibutuhkan tikus putih tambahan.

Sampel penelitian ini dibagi atas kelompok dengan rincian sebagai berikut:

- 1) Kelompok Standar (KS) : Tikus putih diberi pakan pelet standar
- 2) Kelompok kontrol negatif (K-) : Tikus putih diberi pakan tinggi lemak tanpa diberi perlakuan

- 3) Kelompok perlakuan 1 (K1) : Tikus putih diberi pakan tinggi lemak + ekstrak teh hijau
- 4) Kelompok perlakuan 2 (K2) : Tikus putih diberi pakan tinggi lemak + aktivitas fisik
- 5) Kelompok perlakuan 3 (K3) : Tikus putih diberi pakan tinggi lemak + ekstrak teh hijau + aktivitas fisik

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan informasi yang diterapkan dalam studi ini melibatkan proses pengambilan data yang didapat langsung dari memberikan perlakuan pada hewan coba. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur kadar trigliserida menggunakan alat *strip test*.

3.5.1 Alat dan Bahan

Alat pada penelitian ini :

- a) Kandang tikus beserta perlengkapannya
- b) Timbangan digital
- c) *Treadmill*
- d) Sonde oral
- e) *Strip test*

Bahan yang digunakan pada penelitian ini:

- a) Tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*)
- b) Ekstrak teh hijau
- c) Pakan tinggi lemak
- d) *Strip test*

3.5.2 Persiapan Hewan Coba

Dalam penelitian "Pengaruh Kombinasi Aktivitas Fisik dan Ekstrak Teh Hijau (*Camellia sinensis*) Terhadap Trigliserida Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) yang Diberi Pakan Tinggi Lemak) persiapan hewan coba dimulai dengan pemilihan tikus putih yang sehat. Tikus putih ini berusia 8-12 minggu dan bebas dari penyakit. Setelah pemilihan, tikus putih diberi waktu untuk beradaptasi dengan lingkungan laboratorium

selama satu minggu sebelum percobaan dimulai, dengan memastikan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan pencahayaan dikontrol dengan baik.

3.5.3 Proses Pembuatan Ekstrak Teh Hijau

Ekstrak teh hijau dibuat dengan cara menimbang daun teh kering sebanyak ± 50 gram, kemudian direndam dalam 750 mL etanol 70% dengan perbandingan sekitar 1:15 w/v.⁵⁸ Proses perendaman dilakukan pada suhu ± 60 °C selama 2–3 jam sambil diaduk agar senyawa aktif lebih mudah larut.⁵⁸ Setelah itu, larutan disaring dan pelarut etanol diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu rendah (≤ 50 °C) hingga diperoleh ekstrak pekat.⁵⁸ Pemilihan etanol 70% didasarkan pada sifat senyawa polifenol dan katekin yang lebih mudah larut dalam campuran air-etanol dibanding etanol pekat, sehingga konsentrasi ini dianggap paling efektif menghasilkan ekstrak dengan kadar senyawa aktif yang tinggi.^{59,60}

3.5.4 Proses Pembuatan Pakan Tinggi Lemak

Pembuatan emulsi kuning telur puyuh dilakukan dengan cara memisahkan kuning telur dari putihnya menggunakan pemisah, kemudian kuning telur dihomogenkan hingga terbentuk emulsi yang siap diberikan kepada hewan coba.⁶¹ Emulsi ini diberikan secara oral melalui sonde dengan dosis 10 mL/kgBB/hari, sesuai protokol induksi hiperlipidemia yang umum digunakan.^{61,62} Sebagai contoh, seekor tikus dengan berat badan 200 g membutuhkan 2 mL emulsi kuning telur puyuh per hari ($0,2 \text{ kg} \times 10 \text{ mL/kgBB}$).⁶² Selama periode induksi, hewan coba tetap memperoleh pakan pelet standar dan air minum ad libitum untuk menjaga keseimbangan nutrisi.⁶² Intervensi ini dilakukan secara konsisten selama 3 minggu berturut-turut untuk memastikan terjadinya peningkatan kadar trigliserida. Metode ini dipilih karena kuning telur puyuh mengandung kolesterol dan lemak tinggi yang terbukti efektif meningkatkan kadar trigliserida dan profil lipid dalam waktu relatif singkat, sehingga dapat digunakan sebagai model hewan hiperlipidemia.^{61,62}

3.5.5 Identifikasi Tanaman

Dalam rangka melakukan identifikasi dan dokumentasi spesimen tanaman, maka uji herbarium tanaman Teh Hijau (*Camellia sinensis*) perlu dilakukan dan akan

dilaksanakan di laboratorium MIPA Universitas Sumatera Utara (USU). Uji herbarium ini memiliki tujuan agar memperoleh informasi yang lebih mendalam terkait morfologi, karakteristik, dan spesies tanaman tersebut.

3.5.6 Pemberian Perlakuan Pada Hewan coba

3.5.6.1 Pemberian Ekstrak Teh Hijau

Pemberian ekstrak teh hijau pada tikus dilakukan dengan dosis 300 mg/kgBB, sesuai dengan penelitian Jeong *et al.* (2021) yang membuktikan bahwa dosis ini efektif menurunkan kadar trigliserida sekaligus aman digunakan tanpa menimbulkan efek toksik.⁵⁸ Ekstrak pekat ditimbang sesuai kebutuhan tiap hewan, kemudian dilarutkan dalam aquadest hingga mencapai konsentrasi yang sesuai sehingga volume pemberian berada pada kisaran aman, yaitu sekitar 5 mL/kg berat badan.⁵² Sebagai contoh, seekor tikus dengan berat 200 g membutuhkan 60 mg ekstrak ($0,2 \text{ kg} \times 300 \text{ mg/kg}$), yang kemudian dilarutkan dalam aquadest sehingga volumenya menjadi ± 1 mL dengan konsentrasi akhir 60 mg/mL. Larutan ekstrak diberikan sekali sehari secara oral menggunakan spuit yang dipasang sonde, dengan penyuntikan perlahan ke esofagus untuk menghindari aspirasi.⁵² Intervensi dilakukan setiap hari selama 4 minggu agar efek ekstrak terhadap profil lipid dapat diamati secara optimal.⁵⁸ Pemilihan dosis 300 mg/kgBB ini didasarkan pada hasil uji *in vivo* yang menunjukkan perbaikan signifikan profil lipid dan penurunan trigliserida, serta masih berada dalam rentang dosis praklinis yang aman bagi hewan coba.^{52,58}

3.5.6.2 Pemberian Perlakuan Aktivitas Fisik

Intervensi aktivitas fisik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *treadmill* khusus hewan coba. Tikus yang telah diinduksi diet tinggi lemak terlebih dahulu menjalani masa adaptasi 3–5 hari dengan kecepatan rendah (8–10 m/menit, 5–10 menit per hari) agar terbiasa dengan lingkungan treadmill.⁶³ Setelah adaptasi, program latihan diberikan selama 4 minggu, dengan frekuensi 5 kali per minggu.⁶⁴ Pada minggu pertama, durasi latihan dimulai sekitar 20–30 menit per sesi, kemudian ditingkatkan secara bertahap menjadi 30–50 menit per sesi pada minggu kedua hingga keempat.⁶³ Intensitas latihan ditetapkan pada tingkat moderat, yaitu 12–18 m/menit

tanpa atau dengan sedikit kemiringan (0–6%), sesuai protokol yang terbukti efektif memperbaiki profil lipid dan metabolisme pada model tikus obesogenik.⁶⁵

Pemberian latihan dilakukan secara paksa terkendali (*forced treadmill exercise*) dengan motivasi non-aversif seperti suara atau semburan udara ringan untuk mencegah tikus berhenti berlari, dan hewan dipantau agar tidak mengalami kelelahan berlebih.⁶³ Setelah 4 minggu intervensi, sampel darah puasa diambil 24 jam setelah sesi terakhir untuk pemeriksaan trigliserida, sehingga tidak dipengaruhi oleh efek akut olahraga.⁶⁴ Meskipun sejumlah penelitian melaporkan bahwa latihan *treadmill* dapat memperbaiki metabolisme lipid, termasuk penurunan trigliserida intrahepatik maupun perbaikan profil lipid sistemik, hasil pada kadar trigliserida plasma setelah tepat 4 minggu masih bervariasi.^{64,65} Oleh karena itu, pemilihan protokol 4 minggu ini dilakukan untuk mengevaluasi efek jangka pendek latihan treadmill, dengan mempertimbangkan literatur terdahulu yang telah menunjukkan manfaat signifikan terhadap metabolisme lipid dan profil biokimia tikus model HFD.⁶³

3.5.7 Menghitung Kadar Trigliserida

Pengukuran kadar trigliserida dilakukan menggunakan alat strip trigliserida. Metode ini berdasarkan reaksi GPO-PAP (glycerol-phosphate oxidase – peroxidase).⁶⁶ Saat darah kapiler (~10–20 μ L) diaplikasikan pada strip, enzim pada strip mengoksidasi trigliserida sehingga menghasilkan hidrogen peroksida dan senyawa teroksidasi yang intensitas warnanya diukur secara reflektansi oleh alat.⁶⁷ Volume darah minimal yang diperlukan adalah 10–20 μ L. Sampel diambil dari vena ekor atau vena retro-orbital tikus putih, setelah puasa selama 6–8 jam.⁶⁸

3.6 Pengolahan Data dan Analisis Data

3.6.1 Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data meliputi proses:

a. *Editing* (Pemeriksaan)

Penelitian melakukan pemeriksaan terhadap kelengkapan dan kejelasan jawaban dari responden.

b. *Coding* (Pengkodean)

Kegiatan pengkodean yang dilakukan dengan mengubah data yang berbentuk kalimat atau huruf menjadi data angka atau bilangan.

c. *Entry* (Memasukkan)

Kegiatan memasukkan data yang telah dilakukan pengkodean ke dalam program komputer.

d. *Cleaning* (Pembersihan)

Kegiatan pengecekan kembali data yang telah di *entry* untuk mengetahui ada tidaknya kesalahan pengkodean ataupun ketidaklengkapan data.

e. *Saving* (Penyimpanan)

Penyimpanan data untuk siap dilakukan analisis data.

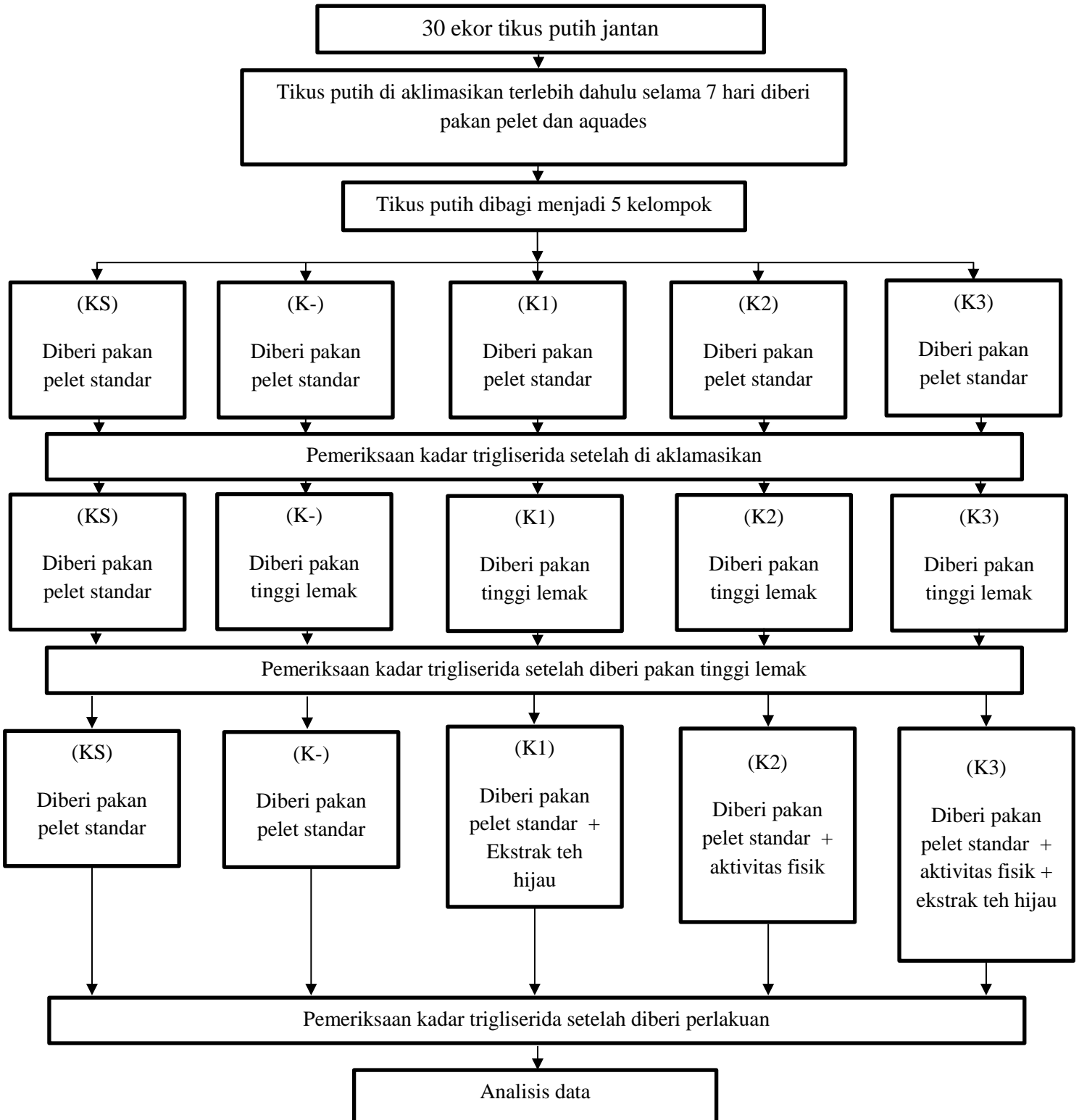
3.6.2 Analisis Data

Data hasil pengukuran kadar trigliserida serum tikus putih dari masing-masing kelompok perlakuan dianalisis secara kuantitatif dan disajikan dalam bentuk rerata \pm standar deviasi (mean \pm SD). Sebelum dilakukan analisis inferensial, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas (*Shapiro-Wilk test*) untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, serta uji homogenitas (*Levene test*) untuk melihat kesamaan varians antar kelompok.

Data terdistribusi normal dan homogen, dilanjutkan dengan uji ANOVA berulang (*Repeated measure*) untuk melihat perubahan kadar trigliserida dalam setiap kelompok, serta dilakukan uji ANOVA satu arah (*One-Way Analysis of Variance*) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan terhadap kadar trigliserida. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan bermakna ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji post hoc seperti LSD (*Least Significant Difference*) atau Tukey HSD untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda secara signifikan.

3.7 Alur Penelitian

Tabel 3. 3. Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) terhadap trigliserida tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) yang diberi pakan tinggi lemak. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik penelitian kesehatan dari Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor 1697/KEPK/FKUMSU/2025.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, menggunakan 25 ekor tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) yang dibagi menjadi 5 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 5 ekor tikus, termasuk kelompok kontrol dan perlakuan. Dalam penelitian ini, tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) melalui masa aklimatisasi selama 1 minggu, dilanjutkan pemberian induksi pakan tinggi lemak selama 21 hari. Pada hari ke-22 dilakukan pemeriksaan kadar trigliserida, didapatkan hasil pemeriksaan kadar trigliserida tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) untuk data pretest penelitian. Kemudian dilanjutkan intervensi berupa pemberian ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik pada tikus selama 30 hari. Pada hari berikutnya, dilakukan lagi pemeriksaan kadar trigliserida tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*).

Bahan uji penelitian ini berupa daun teh hijau (*Camellia sinensis*) yang diperoleh langsung dari perkebunan teh Sidamanik. Untuk menjamin keakuratan dan keabsahan bahan uji yang digunakan, dilakukan proses identifikasi tumbuhan di Herbarium Medanense (MEDA) Universitas Sumatera Utara. Identifikasi di Herbarium Medanense dilakukan untuk memastikan kebenaran identitas botani bahan uji, sehingga daun teh yang digunakan dalam penelitian benar berasal dari spesies *Camellia sinensis*.

4.1.1 Hasil Pengukuran Berat Badan Tikus

Pengukuran rata-rata berat badan tikus dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Rata-rata Berat Badan Tikus

Kelompok	n	Rerata setelah aklimatisasi (gr) (Mean ± SD)	Rerata setelah induksi (gr) (Mean ± SD)	Rerata setelah perlakuan (gr) (Mean ± SD)
K(S)	5	197,4 ± 15,63	223,8 ± 19,60	224 ± 25,15
K(-)	5	200,4 ± 12,01	245,6 ± 27,13	224,8 ± 14,41
K1	5	193,6 ± 17,36	226,6 ± 8,47	204,6 ± 11,72
K2	5	189,6 ± 17,67	267 ± 16,25	225,8 ± 21,17
K3	5	196,2 ± 11,52	249,8 ± 18,20	214,6 ± 14,47

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa induksi pakan tinggi lemak berupa kuning telur puyuh menyebabkan peningkatan berat badan pada tikus. Sebaliknya, pada tikus yang tidak diberi induksi (kelompok standar), kenaikan berat badan relatif lebih rendah. Setelah diberikan perlakuan berupa ekstrak teh hijau, aktivitas fisik, maupun kombinasi keduanya, terlihat adanya penurunan berat badan tikus dibandingkan kelompok kontrol positif, menunjukkan efek intervensi terhadap pengendalian berat badan setelah induksi pakan tinggi lemak.

4.1.2 Hasil Pengukuran Kadar Trigliserida

Rata-rata kadar trigliserida tikus terdapat pada tabel 4.2, kadar trigliserida sebelum perlakuan (*pretest*) menunjukkan kondisi awal tikus yang relatif sebanding, meskipun terlihat adanya peningkatan kadar trigliserida setelah induksi pakan tinggi lemak. Setelah perlakuan (*posttest*), terjadi perubahan kadar trigliserida antar kelompok, dengan penurunan yang paling signifikan terlihat pada kelompok kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik.

Tabel 4. 2 Rata-rata Kadar Trigliserida Tikus

Kelompok	n	Rerata setelah Aklimatisasi (Mean ± SD)	Rerata setelah induksi lemak (Mean ± SD)	Rerata setelah perlakuan (Mean ± SD)
K(S)	5	44,00 ± 0,00	44,00 ± 0,00	51,00 ± 4,53
K(-)	5	44,00 ± 0,00	143,20 ± 36,63	105,00 ± 30,81
K1	5	44,00 ± 0,00	155,80 ± 45,41	67,20 ± 16,53
K2	5	44,00 ± 0,00	154,50 ± 27,90	59,40 ± 10,60
K3	5	44,00 ± 0,00	162,80 ± 31,55	52,40 ± 10,83

4.1.3 Hasil Analisis Data

4.1.3.1 Uji Normalitas

Data hasil penelitian berupa kadar trigliserida terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro–Wilk* dan uji homogenitas varians menggunakan uji *Levene*. Hasil uji menunjukkan nilai $p > 0,05$, yang menandakan bahwa data berdistribusi normal dan homogen. Selanjutnya dilakukan uji ANOVA berulang (*Repeated Measures ANOVA*) untuk mengetahui perubahan kadar trigliserida pada setiap kelompok berdasarkan waktu pengukuran. Selain itu, dilakukan uji ANOVA satu arah (*One-Way Analysis of Variance*) untuk mengetahui perbedaan kadar trigliserida antar kelompok perlakuan pada akhir penelitian.

Tabel 4. 3 Uji Normalitas Kadar Trigliserida

Kelompok	Sig.	Keterangan
K(S)	0,332	Berdistribusi Normal
K(-)	0,392	Berdistribusi Normal
K1	0,876	Berdistribusi Normal
K2	0,926	Berdistribusi Normal
K3	0,185	Berdistribusi Normal

Uji normalitas data kadar trigliserida dilakukan menggunakan uji *Shapiro–Wilk*. Hasil uji *Shapiro–Wilk* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (p) kadar trigliserida pada seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai $p > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data pada masing-masing kelompok berdistribusi normal.

4.1.3.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas varians dilakukan untuk mengetahui kesamaan varians data kadar trigliserida antar kelompok penelitian sebelum dilakukan analisis statistik parametrik. Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan *Levene's Test*.

Tabel 4. 4 Uji Homogenitas Kadar Trigliserida

	<i>Levene Statistic</i>	Sig.	Keterangan
Hasil Uji <i>Levene</i>	1,334	0,292	Homogen

Berdasarkan Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan *Levene's Test*. Berdasarkan hasil uji *Levene* yang didasarkan pada nilai median, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,292 ($p > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data kadar trigliserida sesudah perlakuan antar kelompok adalah homogen.

4.1.3.3 Uji Repeated Measures ANOVA

Repeated Measures ANOVA dilakukan untuk menilai pengaruh pemberian ekstrak teh hijau, aktivitas fisik, serta kombinasi keduanya terhadap perubahan kadar trigliserida yang diukur secara berulang pada subjek penelitian pada tiga waktu pengukuran, yaitu setelah aklimatisasi, setelah induksi lemak, dan setelah pemberian perlakuan. Analisis ini juga digunakan untuk mengevaluasi perbedaan pola perubahan kadar trigliserida antar kelompok perlakuan, sehingga efektivitas masing-masing intervensi dapat dibandingkan secara komprehensif.

Tabel 4. 5 Hasil Uji *Repeated ANOVA*

Kelompok Standar (KS)

Waktu Pengukuran	Rerata \pm s.b.	P
-------------------------	-------------------------------------	----------

Aklimatisasi	44,00 ± 0,00	
Induksi	44,00 ± 0,00	<0,001
Perlakuan	44,00 ± 0,00	

***Uji Repeated ANOVA**

Tabel 4. 6 Hasil Uji *Paired Wise Comparison*

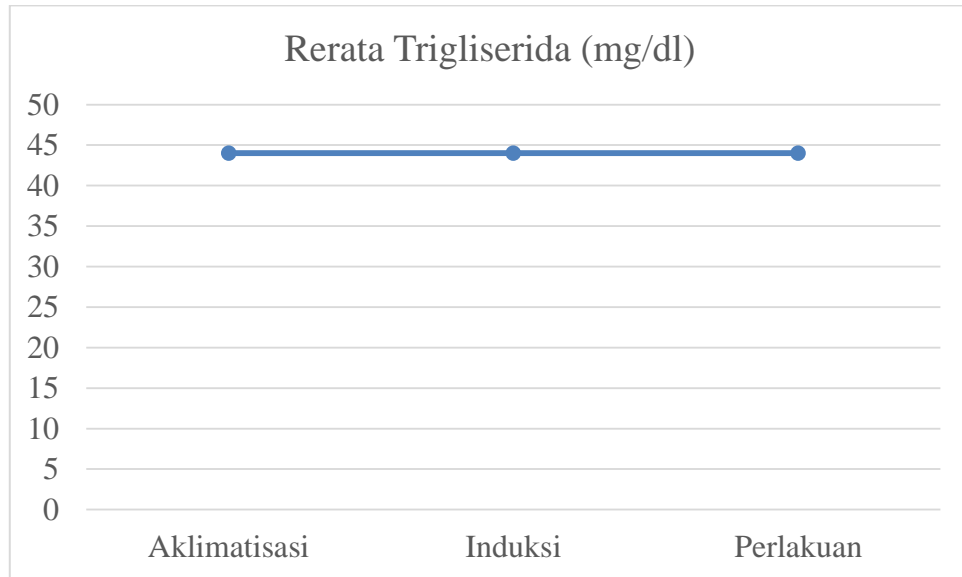
Kelompok Standar K(S)

Perbandingan Waktu	Perbedaan Rerata (IK 95%)	P
Aklimatisasi vs Induksi	0,00 (0,00-0,00)	1,000
Aklimatisasi vs Perlakuan	0,00 (0,00-0,00)	1,000
Induksi vs Perlakuan	0,00 (0,00-0,00)	1,000

***Uji Paired Wise Comparison dengan koreksi Bonferroni**

Berdasarkan hasil Uji *Repeated ANOVA* pada kelompok standar (KS), tidak ditemukan perbedaan rerata parameter yang bermakna antar waktu pengukuran (aklimatisasi, induksi, dan perlakuan), meskipun secara statistik diperoleh nilai $p < 0,001$. Nilai rerata yang sama pada setiap waktu pengukuran ($44,00 \pm 0,00$) menunjukkan tidak adanya variasi data dalam kelompok tersebut.

Hasil uji lanjut *Paired Wise Comparison* juga menunjukkan bahwa seluruh perbandingan antar waktu memiliki perbedaan rerata sebesar 0,00 dengan interval kepercayaan 95% yang sama, serta nilai $p = 1,000$. Hal ini menegaskan bahwa tidak terdapat perubahan parameter yang signifikan pada kelompok standar selama periode pengamatan. Temuan ini menunjukkan bahwa tanpa adanya perlakuan intervensi, parameter yang diamati pada kelompok kontrol negatif tetap stabil dari waktu ke waktu.



Gambar 4. 1 Diagram Kadar Trigliserida Kelompok K(S) pada Tiga waktu Pengukuran

Berdasarkan grafik rerata trigliserida pada kelompok standar (KS), terlihat bahwa nilai trigliserida relatif stabil pada seluruh waktu pengukuran, yaitu fase aklimatisasi, induksi, dan perlakuan. Nilai rerata trigliserida yang hampir sama pada setiap fase menunjukkan tidak adanya perubahan kadar trigliserida yang berarti selama periode pengamatan.

Temuan ini mengindikasikan bahwa pada kelompok standar, tanpa adanya induksi maupun perlakuan, kadar trigliserida cenderung tetap konstan, sehingga dapat menggambarkan kondisi fisiologis normal tanpa pengaruh intervensi.

Tabel 4. 7 Hasil Uji *Repeated ANOVA*

Kelompok Kontrol Negatif K(-)

Waktu Pengukuran	Rerata \pm s.b.	P
Aklimatisasi	44,00 \pm 0,00	
Induksi	143,20 \pm 36,63	0,031
Perlakuan	105,00 \pm 30,81	

*Uji *Repeated ANOVA*

Tabel 4. 8 Hasil Uji *Paired Wise Comparison*

Kelompok Kontrol Negatif K(-)

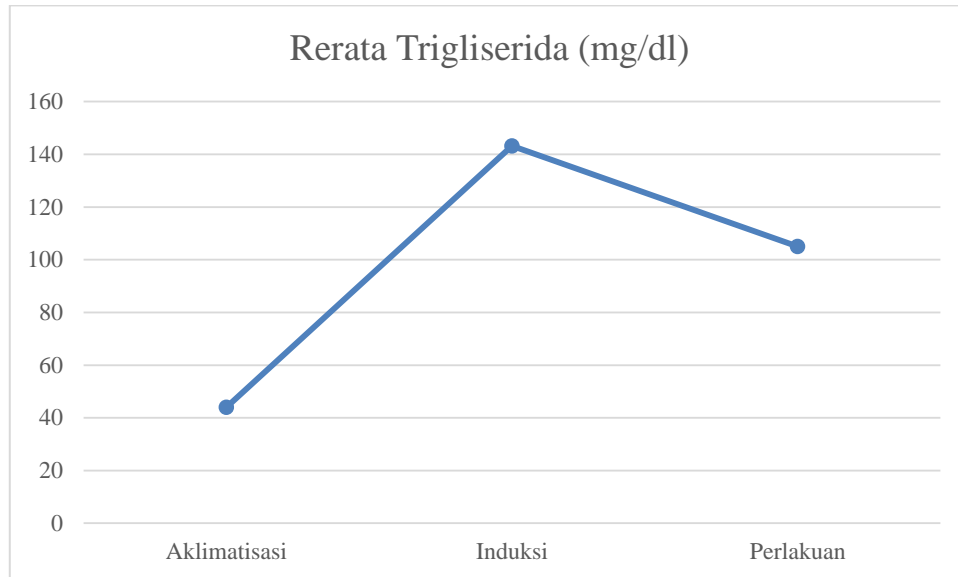
Perbandingan Waktu	Perbedaan Rerata (IK 95%)	P
Aklimatisasi vs Induksi	99,20 (34,32 - 164,08)	0,011
Aklimatisasi vs Perlakuan	61,00 (6,42 - 115,58)	0,034
Induksi vs Perlakuan	38,20 (-7,95 - 84,35)	0,092

Uji *Paired Wise Comparison* dengan koreksi *Bonferroni

Berdasarkan hasil Uji *Repeated ANOVA* pada kelompok kontrol negatif (K-), terdapat perbedaan rerata parameter yang bermakna antar waktu pengukuran ($p = 0,031$). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pada kelompok kontrol negatif menyebabkan perubahan parameter yang diamati dari waktu ke waktu.

Hasil uji lanjut *Paired Wise Comparison* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara fase aklimatisasi dan induksi ($p = 0,011$), serta antara fase aklimatisasi dan perlakuan ($p = 0,034$). Rerata parameter pada fase induksi dan perlakuan lebih tinggi dibandingkan fase aklimatisasi.

Namun, tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara fase induksi dan perlakuan ($p = 0,092$). Hal ini menunjukkan bahwa setelah induksi, perubahan parameter pada kelompok kontrol negatif cenderung menetap hingga fase perlakuan.



Gambar 4. 2 Diagram Kadar Triglicerida Kelompok K(-) pada Tiga waktu Pengukuran

Berdasarkan grafik rerata triglicerida pada kelompok kontrol negatif (KS), terlihat adanya peningkatan tajam kadar triglicerida dari fase aklimatisasi ke fase induksi. Selanjutnya, pada fase perlakuan, rerata triglicerida mengalami penurunan, namun masih berada pada nilai yang lebih tinggi dibandingkan fase aklimatisasi.

Pola ini menunjukkan bahwa proses induksi pada kelompok kontrol negatif berhasil meningkatkan kadar triglicerida, sedangkan tanpa adanya intervensi terapeutik, penurunan yang terjadi pada fase berikutnya belum mampu mengembalikan kadar triglicerida ke nilai awal.

Tabel 4. 9 Hasil Uji *Repeated ANOVA*

Kelompok K1

Waktu Pengukuran	Rerata ± s.b.	P
Aklimatisasi	44,00 ± 0,00	
Induksi	155,80 ± 45,41	0,039
Perlakuan	67,20 ± 16,53	

*Uji *Repeated ANOVA*

Tabel 4. 10 Hasil Uji *Paired Wise Comparison*

Kelompok K1

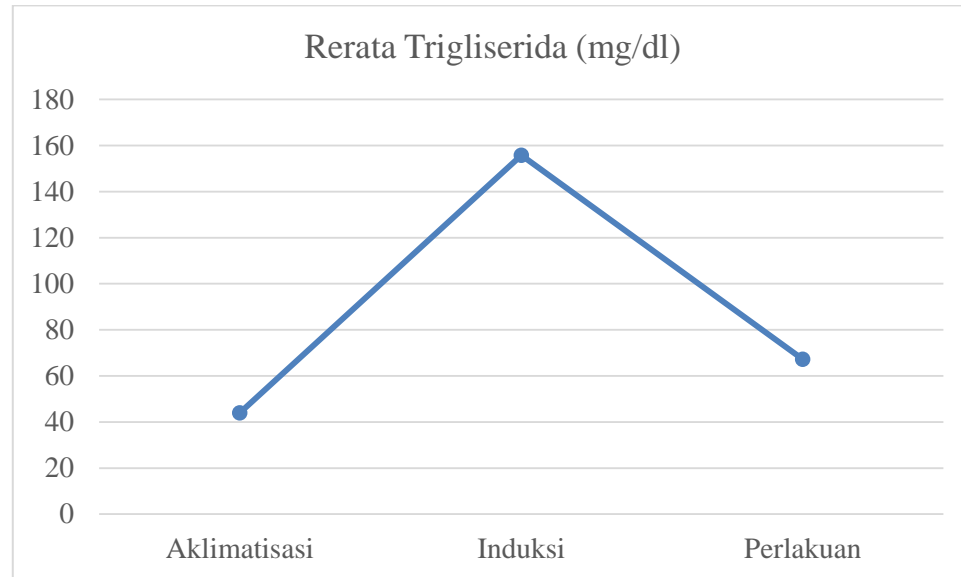
Perbandingan Waktu	Perbedaan Rerata (IK 95%)	P
Aklimatisasi vs Induksi	111,80 (31,37 - 192,23)	0,016
Aklimatisasi vs Perlakuan	23,20 (-6,08 - 52,48)	0,105
Induksi vs Perlakuan	88,60 (23,07 - 154,13)	0,018

Uji *Paired Wise Comparison* dengan koreksi *Bonferroni

Hasil Uji *Repeated ANOVA* pada kelompok K1 menunjukkan adanya perbedaan rerata parameter yang bermakna antar waktu pengukuran ($p = 0,039$). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelompok K1 memengaruhi perubahan parameter yang diamati selama periode pengamatan.

Berdasarkan hasil uji lanjut *Paired Wise Comparison*, terdapat perbedaan bermakna antara fase aklimatisasi dan induksi ($p = 0,016$), serta antara fase induksi dan perlakuan ($p = 0,018$). Rerata parameter meningkat secara signifikan pada fase induksi, kemudian menurun secara signifikan setelah pemberian perlakuan.

Namun, tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara fase aklimatisasi dan perlakuan ($p = 0,105$), yang menunjukkan bahwa nilai parameter setelah perlakuan mendekati kondisi awal sebelum induksi.



Gambar 4. 3 Diagram Kadar Trigliserida Kelompok K(1) pada Tiga waktu Pengukuran

Berdasarkan grafik rerata trigliserida pada kelompok perlakuan (K1), terlihat adanya peningkatan signifikan kadar trigliserida dari fase aklimatisasi ke fase induksi. Namun, setelah diberikan perlakuan, rerata trigliserida mengalami penurunan yang cukup nyata pada fase perlakuan.

Penurunan kadar trigliserida pada fase perlakuan ini menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan pada kelompok K1 berpotensi memberikan efek dalam menurunkan kadar trigliserida, meskipun nilainya belum sepenuhnya kembali ke kondisi awal pada fase aklimatisasi.

Tabel 4. 11 Hasil Uji *Repeated ANOVA*

Kelompok K2

Waktu Pengukuran	Rerata ± s.b.	P
Aklimatisasi	44,00 ± 0,00	
Induksi	154,40 ± 27,90	0,008
Perlakuan	59,40 ± 10,60	

*Uji *Repeated ANOVA*

Tabel 4. 12 Hasil Uji *Paired Wise Comparison*

Kelompok K2

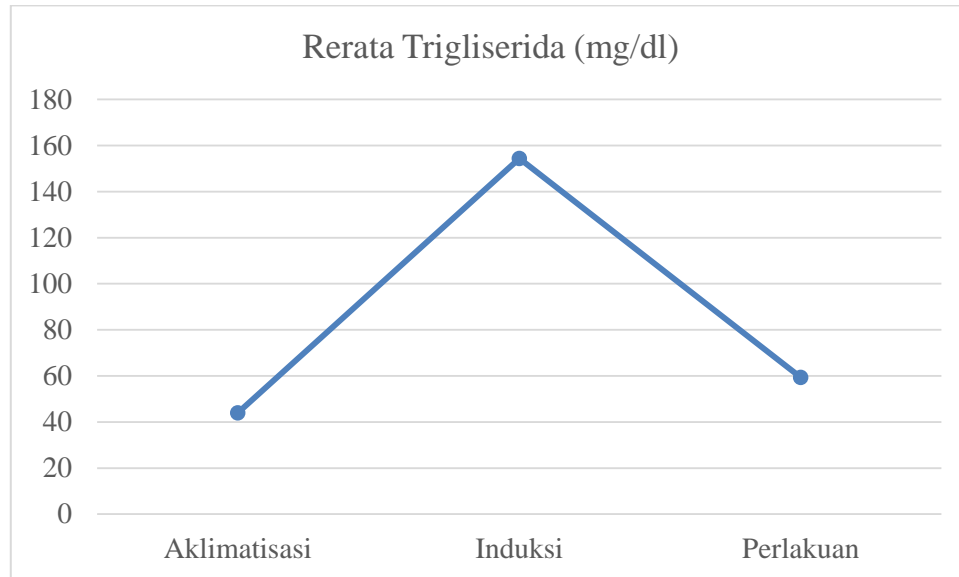
Perbandingan Waktu	Perbedaan Rerata (IK 95%)	P
Aklimatisasi vs Induksi	110,40 (60,98 - 159,82)	0,003
Aklimatisasi vs Perlakuan	15,40 (-3,37 - 34,17)	0,094
Induksi vs Perlakuan	95,00 (56,54 - 133,46)	0,002

Uji *Paired Wise Comparison* dengan koreksi *Bonferroni

Hasil Uji *Repeated ANOVA* pada kelompok K2 menunjukkan adanya perbedaan rerata parameter yang bermakna antar waktu pengukuran ($p = 0,008$). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelompok K2 berpengaruh terhadap perubahan parameter yang diamati selama periode pengamatan.

Berdasarkan hasil uji lanjut *Paired Wise Comparison*, terdapat perbedaan yang bermakna antara fase aklimatisasi dan induksi ($p = 0,003$), serta antara fase induksi dan perlakuan ($p = 0,002$). Rerata parameter meningkat secara signifikan setelah induksi, kemudian menurun secara signifikan setelah pemberian perlakuan.

Namun, tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara fase aklimatisasi dan perlakuan ($p = 0,094$), yang menunjukkan bahwa nilai parameter setelah perlakuan mendekati kondisi awal sebelum induksi.



Gambar 4. 4 Diagram Kadar Triglicerida Kelompok K(2) pada Tiga waktu Pengukuran

Berdasarkan grafik rerata kadar triglicerida pada kelompok K2, terlihat adanya peningkatan kadar triglicerida dari fase aklimatisasi ke fase induksi. Namun, setelah diberikan perlakuan, rerata kadar triglicerida mengalami penurunan yang cukup nyata pada fase perlakuan.

Penurunan kadar triglicerida tersebut menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelompok K2 berpotensi memberikan efek dalam menurunkan kadar triglicerida, meskipun nilainya belum sepenuhnya kembali ke tingkat awal pada fase aklimatisasi.

Tabel 4. 13 Hasil Uji *Repeated ANOVA*

Kelompok K3

Waktu Pengukuran	Rerata ± s.b.	P
Aklimatisasi	44,00 ± 0,00	
Induksi	162,80 ± 31,55	
Perlakuan	52,40 ± 10,83	0,007

*Uji *Repeated ANOVA*

Tabel 4. 14 Hasil Uji *Paired Wise Comparison*

Kelompok K3

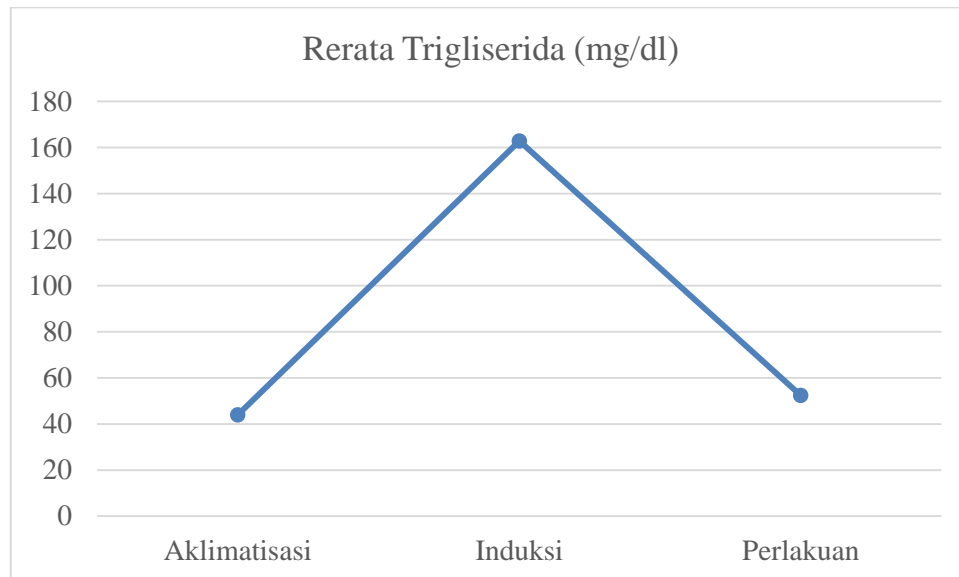
Perbandingan Waktu	Perbedaan Rerata (IK 95%)	P
Aklimatisasi vs Induksi	118,80 (62,92 - 174,68)	0,003
Aklimatisasi vs Perlakuan	8,40 (-10,78 - 27,58)	0,474
Induksi vs Perlakuan	110,40 (66,36 – 154,45)	0,002

Uji *Paired Wise Comparison* dengan koreksi *Bonferroni

Berdasarkan hasil Uji *Repeated ANOVA* pada kelompok K3, terdapat perbedaan rerata parameter yang bermakna secara statistik antar waktu pengukuran, yaitu pada fase aklimatisasi, induksi, dan perlakuan ($p = 0,007$). Nilai rerata parameter K3 menunjukkan peningkatan yang jelas dari fase aklimatisasi ($44,00 \pm 0,00$) ke fase induksi ($162,80 \pm 31,55$), kemudian mengalami penurunan kembali pada fase perlakuan ($52,40 \pm 10,83$).

Hasil uji lanjut *Paired Wise Comparison* menunjukkan adanya perbedaan rerata yang bermakna antara fase aklimatisasi dan induksi ($p = 0,003$) serta antara fase induksi dan perlakuan ($p = 0,002$). Namun, tidak ditemukan perbedaan yang bermakna antara fase aklimatisasi dan perlakuan ($p = 0,474$).

Temuan ini menunjukkan bahwa parameter K3 mengalami perubahan signifikan terutama pada fase induksi, kemudian menurun setelah perlakuan hingga mendekati nilai awal, yang mengindikasikan adanya efek perlakuan terhadap parameter yang diamati.



Gambar 4. 5 Diagram Kadar Trigliserida Kelompok K(3) pada Tiga waktu Pengukuran

Berdasarkan grafik rerata kadar trigliserida pada kelompok K3, terlihat adanya peningkatan kadar trigliserida dari fase aklimatisasi ke fase induksi. Setelah diberikan perlakuan, rerata kadar trigliserida mengalami penurunan yang cukup nyata pada fase perlakuan.

Penurunan kadar trigliserida tersebut menunjukkan bahwa perlakuan pada kelompok K3 berpotensi menurunkan kadar trigliserida hingga mendekati nilai awal sebelum induksi.

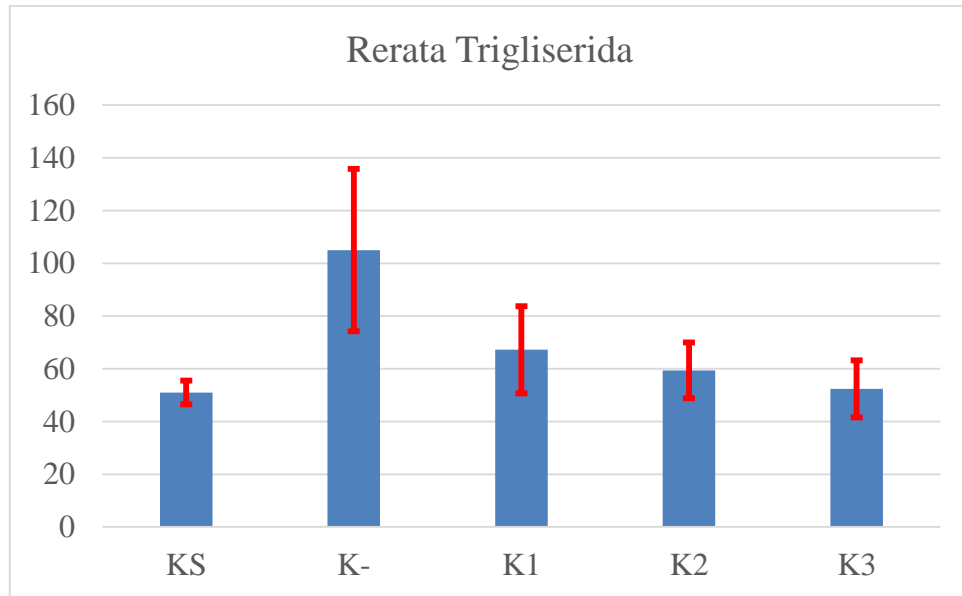
4.1.3.4 Uji *One Way ANOVA*

Setelah diketahui adanya perubahan kadar trigliserida berdasarkan waktu pengukuran, analisis dilanjutkan dengan uji *One Way ANOVA* untuk mengetahui perbedaan kadar trigliserida antar kelompok perlakuan pada akhir penelitian.

Tabel 4. 15 Tabel rerata kadar trigliserida perlakuan antar kelompok

Kelompok	n	Rerata Kadar Trigliserida Setelah Perlakuan (mg/dl) (Mean \pm SD)
K(S)	5	51 \pm 4,53
K(-)	5	105 \pm 30,81
K1	5	67.2 \pm 16,53
K2	5	59.4 \pm 10,60

K3	5	52.4 ± 10,83
-----------	---	--------------



Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Rerata Kadar Trigliserida Antar Kelompok Setelah Perlakuan

Diagram perbandingan rerata kadar trigliserida akhir menunjukkan bahwa kelompok kontrol negatif memiliki kadar trigliserida tertinggi, sedangkan kelompok perlakuan, khususnya kelompok kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik, menunjukkan kadar trigliserida yang lebih rendah.

Tabel 4. 16 Uji *One Way ANOVA*

	df	f	Sig.
Antar Kelompok	4	8,364	<0,001

Berdasarkan hasil uji *One-Way ANOVA* terhadap kadar trigliserida posttest pada lima kelompok penelitian, diperoleh nilai $F = 8,364$ dengan nilai signifikansi $p < 0,001$. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan

bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik kadar trigliserida posttest antar kelompok perlakuan.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan berupa aktivitas fisik, ekstrak teh hijau, maupun kombinasi keduanya memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar trigliserida dibandingkan dengan kelompok kontrol. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tukey HSD* untuk mengetahui kelompok yang memiliki perbedaan bermakna.

Tabel 4. 17 Hasil Uji Lanjut *Post Hoc Tukey HSD*

Perbandingan Kelompok	Selisih Rerata (mg/dl)	Sig.
KS VS K-	-54,00	< 0,001
KS VS K1 (Ekstrak teh hijau)	-16,20	0,579
KS VS K2 (Aktivitas fisik)	-8,40	0,935
KS VS K3 (Ekstrak teh hijau + aktivitas fisik)	-1,40	1,000
K- VS K1 (Ekstrak teh hijau)	37,80	0,018
K- VS K2 (Aktivitas fisik)	45,60	0,004
K- VS K3 (Ekstrak teh hijau + aktivitas fisik)	52,60	<0,001
K1 (Ekstrak teh hijau) VS K2 (Aktivitas fisik)	7,80	0,950
K1 (Ekstrak teh hijau) VS K3 (Ekstrak teh hijau + aktivitas fisik)	14,80	0,657
K2 (Aktivitas fisik) VS K3 (Ekstrak teh hijau + aktivitas fisik)	7,00	0,966

Berdasarkan hasil uji lanjut *Post Hoc Tukey HSD* pada kadar trigliserida antar kelompok perlakuan, diperoleh perbedaan rerata kadar trigliserida yang bervariasi antar kelompok. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok standar K(S) dan kelompok kontrol negatif K(-) dengan selisih rerata sebesar $-54,00$ mg/dL ($p < 0,001$). Temuan ini menunjukkan bahwa pemberian pakan tinggi lemak pada kelompok kontrol negatif secara signifikan meningkatkan kadar trigliserida dibandingkan kelompok kontrol negatif.

Selanjutnya, perbandingan antara kelompok kontrol negatif K(-) dengan seluruh kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik. Kelompok K1 (ekstrak teh hijau) memiliki selisih rerata sebesar 37,80 mg/dL ($p = 0,018$), kelompok K2 (aktivitas fisik) sebesar 45,60 mg/dL ($p = 0,004$), serta kelompok K3 (kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik) sebesar 52,60 mg/dL ($p < 0,001$). Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh intervensi yang diberikan mampu menurunkan kadar trigliserida secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol negatif.

Uji Tukey HSD menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok standar K(S) dengan kelompok perlakuan K1, K2, dan K3 ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa kadar trigliserida pada kelompok perlakuan cenderung mendekati kondisi normal setelah pemberian intervensi.

Selain itu, perbandingan antar kelompok perlakuan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang bermakna secara statistik. Perbandingan antara K1 dan K2 menghasilkan nilai $p = 0,950$, antara K1 dan K3 sebesar $p = 0,657$, serta antara K2 dan K3 sebesar $p = 0,966$. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak teh hijau, aktivitas fisik, maupun kombinasi keduanya memberikan efek penurunan kadar trigliserida yang relatif setara secara statistik.

Secara keseluruhan, hasil uji lanjut *Post Hoc Tukey HSD* menegaskan bahwa seluruh perlakuan memiliki efektivitas dalam menurunkan kadar trigliserida dibandingkan kontrol positif, namun kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik belum menunjukkan keunggulan yang signifikan dibandingkan masing-masing perlakuan tunggal dalam durasi dan dosis penelitian ini.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian pakan tinggi lemak terbukti meningkatkan kadar trigliserida tikus putih jantan secara bermakna. Hal ini terlihat pada kelompok kontrol negatif yang mengalami peningkatan kadar trigliserida dari $44,00 \pm 0,00$ mg/dL setelah adaptasi menjadi $143,20 \pm 36,63$ mg/dL setelah induksi lemak. Setelah perlakuan, kadar trigliserida kelompok kontrol negatif masih relatif tinggi, yaitu $105,00 \pm 30,81$ mg/dL, dibandingkan kelompok lain. Uji *One Way ANOVA*

menunjukkan adanya perbedaan kadar trigliserida yang bermakna antar kelompok setelah perlakuan ($p < 0,001$), yang menandakan bahwa intervensi yang diberikan memberikan pengaruh terhadap kadar trigliserida. Hasil uji lanjut *Post Hoc Tukey HSD* menunjukkan bahwa perbedaan bermakna terutama ditemukan pada perbandingan yang melibatkan kelompok kontrol negatif, yaitu antara standar dan kontrol negatif ($p < 0,001$), serta antara kontrol negatif dengan kelompok ekstrak teh hijau ($p = 0,018$), kelompok aktivitas fisik ($p = 0,004$), dan kelompok kombinasi ekstrak teh hijau dengan aktivitas fisik ($p < 0,001$).

Kelompok yang diberikan ekstrak teh hijau (K1) menunjukkan penurunan kadar trigliserida yang cukup besar, dari $155,80 \pm 45,41$ mg/dL setelah induksi menjadi $67,20 \pm 16,53$ mg/dL setelah perlakuan. Penurunan ini dapat dikaitkan dengan kandungan polifenol katekin dalam teh hijau, terutama *epigallocatechin gallate (EGCG)*, yang diketahui mampu menghambat absorpsi lipid di usus, menekan aktivitas enzim lipogenik, serta meningkatkan oksidasi asam lemak.⁵⁸ EGCG juga berperan dalam menghambat aktivitas *asetil-KoA karboksilase*, sehingga sintesis asam lemak dan trigliserida menjadi berkurang dan akumulasi trigliserida dalam jaringan adiposa dapat ditekan.²⁶ Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Jeong et al. (2021) yang menunjukkan bahwa pemberian ekstrak teh hijau terfermentasi secara signifikan menurunkan kadar trigliserida pada tikus hipertrigliseridemia, dengan efek yang lebih nyata pada dosis tinggi dibandingkan dosis rendah.⁵⁸ Penelitian lain juga menunjukkan bahwa teh hijau lebih efektif dibandingkan teh hitam dalam menurunkan trigliserida pada hewan model hiperlipidemia, yang memperkuat peran katekin sebagai agen hipolipidemik.⁶⁹

Pada kelompok aktivitas fisik (K2), kadar trigliserida menurun dari $154,50 \pm 27,90$ mg/dL setelah induksi menjadi $59,40 \pm 10,60$ mg/dL setelah perlakuan. Penurunan ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik berperan penting dalam memperbaiki metabolisme lipid.⁶⁴ Secara fisiologis, aktivitas fisik meningkatkan pengeluaran energi dan merangsang lipolisis, sehingga trigliserida dipecah menjadi asam lemak bebas untuk digunakan sebagai sumber energi.⁴⁴ Selain itu, aktivitas fisik meningkatkan

aktivitas enzim lipoprotein lipase dan sensitivitas insulin, yang berkontribusi pada penurunan kadar trigliserida dalam sirkulasi darah.⁴¹ Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menyatakan bahwa aktivitas fisik aerobik efektif dalam menurunkan kadar trigliserida dan memperbaiki profil lipid secara umum.

Kelompok kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik (K3) menunjukkan penurunan kadar trigliserida paling mendekati kelompok standar, yaitu dari $162,80 \pm 31,55$ mg/dL setelah induksi menjadi $52,40 \pm 10,83$ mg/dL setelah perlakuan. Hasil uji Tukey menunjukkan perbedaan yang sangat bermakna antara kelompok kombinasi dan kontrol negatif ($p < 0,001$). Hal ini mengindikasikan adanya efek sinergis antara ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik. Ekstrak teh hijau berperan dalam menghambat lipogenesis dan meningkatkan oksidasi lemak, sedangkan aktivitas fisik meningkatkan penggunaan asam lemak sebagai sumber energi, sehingga cadangan trigliserida tubuh berkurang lebih optimal.^{33,70} Namun, tidak ditemukannya perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan menunjukkan bahwa meskipun kombinasi memberikan hasil penurunan yang paling besar secara numerik, faktor durasi perlakuan, dosis ekstrak, dan intensitas aktivitas fisik kemungkinan memengaruhi besarnya perbedaan statistik yang dihasilkan.

Hasil uji *Repeated Measures ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan rerata kadar trigliserida antar waktu pengukuran selama periode penelitian. Pada kelompok standar (KS), kadar trigliserida relatif stabil pada seluruh waktu pengamatan. Sementara itu, pada kelompok kontrol negatif (K-) serta kelompok perlakuan (K1, K2, dan K3) terjadi peningkatan kadar trigliserida setelah fase induksi, yang mencerminkan perubahan nilai trigliserida dibandingkan pengukuran awal. Setelah fase perlakuan, kelompok K1, K2, dan K3 menunjukkan kecenderungan penurunan kadar trigliserida dibandingkan fase induksi dan mendekati nilai awal, sedangkan pada kelompok kontrol negatif perubahan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik. Temuan ini menggambarkan adanya perbedaan pola perubahan kadar trigliserida antar kelompok selama periode pengamatan, tanpa menyimpulkan waktu sebagai faktor penyebab langsung terhadap perubahan tersebut.

Penurunan kadar trigliserida setelah pemberian intervensi tidak hanya dinilai dari perbandingan angka akhir, tetapi juga melalui pemahaman mekanisme metabolik yang terjadi. *Green tea extract (Camellia sinensis)* mengandung polifenol, terutama *catechin* seperti *epigallocatechin gallate (EGCG)*, yang telah terbukti berperan dalam modulasi metabolisme lipid melalui penghambatan sintesis lipid dan peningkatan oksidasi asam lemak. Studi hewan menunjukkan bahwa ekstrak teh hijau dapat menurunkan ekspresi gen-gen yang mengatur lipogenesis, sekaligus menekan pembentukan trigliserida di hati dan jaringan adiposa melalui pengaruh terhadap jalur metabolik tersebut, sehingga memberikan efek hipolipidemik yang nyata meskipun kadarnya tetap berada dalam batas fisiologis normal tikus.⁷¹

Selain itu, aktivitas fisik memengaruhi metabolisme lipid melalui mekanisme yang berbeda yaitu peningkatan aktivitas enzim lipolitik dan peningkatan oksidasi lemak di otot rangka. Aktivitas fisik secara konsisten dilaporkan meningkatkan metabolisme lipid, termasuk trigliserida, melalui peningkatan penggunaan asam lemak sebagai sumber energi, peningkatan sensitivitas insulin, dan adaptasi jaringan yang memfasilitasi pengeluaran energi serta pemecahan lipid selama dan setelah latihan.⁷²

Secara biologis, kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik diperkirakan memberikan efek sinergis terhadap regulasi metabolik trigliserida melalui gabungan mekanisme di atas, di mana EGCG membantu menghambat pembentukan lipid dan meningkatkan oksidasi di jaringan metabolik utama, sementara aktivitas fisik memperkuat penggunaan trigliserida sebagai substrat energi aktif. Hal ini menjelaskan mengapa kelompok kombinasi menunjukkan penurunan trigliserida yang lebih besar secara numerik dibandingkan perlakuan tunggal, meskipun perbedaan antar perlakuan tidak signifikan secara statistik.^{71,72}

Meskipun secara statistik terdapat perbedaan bermakna antara kelompok kontrol positif dan kelompok perlakuan, secara klinis seluruh kelompok memiliki kadar trigliserida akhir yang masih berada dalam rentang normal tikus. Oleh karena itu, perbedaan yang terjadi tidak menunjukkan signifikansi klinis patologis, melainkan mencerminkan perbedaan numerik dalam batas fisiologis normal. Hal ini menunjukkan

bahwa intervensi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau mempercepat dan memperbesar perbaikan metabolik dibandingkan pemulihan fisiologis spontan.

Selain memengaruhi kadar trigliserida, intervensi yang diberikan dalam penelitian ini juga berdampak terhadap perubahan berat badan tikus. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa setelah periode perlakuan, kelompok yang hanya diberikan aktivitas fisik (K2) mengalami penurunan berat badan yang lebih besar dibandingkan kelompok kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau (K3). Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik memiliki kontribusi yang kuat terhadap penurunan berat badan secara langsung, khususnya pada kondisi hiperlipidemia akibat pakan tinggi lemak.¹³ Aktivitas fisik meningkatkan pengeluaran energi, merangsang lipolisis, serta mempercepat oksidasi asam lemak sebagai sumber energi utama, sehingga berdampak nyata terhadap penurunan massa tubuh.¹³

Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa aktivitas fisik, baik pada manusia maupun hewan coba, merupakan faktor utama dalam penurunan berat badan. Meta-analisis pada populasi manusia menunjukkan bahwa olahraga tanpa intervensi suplementasi pun telah memberikan penurunan berat badan yang signifikan, terutama melalui peningkatan defisit energi dan adaptasi metabolik jangka pendek.¹³

Sementara itu, beberapa studi juga melaporkan bahwa suplementasi teh hijau cenderung memberikan efek tambahan yang relatif kecil terhadap penurunan berat badan ketika dikombinasikan dengan latihan fisik, dibandingkan dengan olahraga saja.¹³ Meskipun secara teoretis kombinasi keduanya diharapkan memberikan efek sinergis terhadap peningkatan oksidasi lemak dan metabolisme energi, hasil meta-analisis menunjukkan bahwa tambahan penurunan berat badan dari kombinasi teh hijau dan latihan umumnya bersifat kecil dan tidak selalu lebih besar secara bermakna dibandingkan latihan tanpa suplementasi.¹³

Hasil serupa juga dilaporkan dalam systematic review terbaru pada individu dewasa dengan obesitas, yang menyimpulkan bahwa konsumsi teh hijau bersama aktivitas fisik memang berpotensi menurunkan berat badan dan indeks massa tubuh.⁷³

Namun demikian, besarnya efek sangat dipengaruhi oleh dosis katekin, durasi intervensi, serta variasi respons metabolik individu, sehingga menghasilkan temuan yang tidak selalu konsisten antar penelitian.⁷³

Secara fisiologis, hal ini dapat dijelaskan oleh mekanisme kerja teh hijau yang lebih dominan memengaruhi komposisi tubuh, khususnya penurunan lemak tubuh dan peningkatan oksidasi lipid melalui kandungan katekin dan polifenol, terutama epigallocatechin gallate (EGCG).⁷³ Efek tersebut tidak selalu diikuti oleh penurunan berat badan total yang lebih besar dalam jangka waktu pendek, terutama apabila tidak disertai peningkatan pengeluaran energi yang kuat seperti yang dihasilkan oleh aktivitas fisik.⁷³ Oleh karena itu, manfaat ekstrak teh hijau sering kali lebih nyata terlihat pada penurunan fat mass dan perbaikan profil lipid dibandingkan perubahan berat badan absolut, terutama pada durasi intervensi yang relatif singkat seperti pada penelitian ini.⁷³

Dengan demikian, temuan bahwa kelompok K2 menunjukkan penurunan berat badan yang lebih besar dibandingkan kelompok kombinasi K3 tetap konsisten dengan bukti ilmiah terkini. Aktivitas fisik berperan sebagai faktor utama dalam penurunan berat badan, sedangkan kontribusi tambahan dari ekstrak teh hijau terhadap berat badan total dapat bersifat minimal atau memerlukan durasi intervensi yang lebih panjang serta kondisi metabolik tertentu agar efeknya tampak secara signifikan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak teh hijau, aktivitas fisik, dan kombinasi keduanya efektif menurunkan kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak. Meskipun perbedaan antar kelompok perlakuan tidak selalu bermakna secara statistik, penurunan kadar trigliserida yang signifikan dibandingkan kontrol positif menegaskan potensi intervensi nonfarmakologis ini sebagai strategi dalam pencegahan dan pengendalian hiperlipidemia.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian pakan tinggi lemak berhasil meningkatkan kadar trigliserida darah, hal ini dapat dilihat pada kadar trigliserida setelah induksi lemak (sebelum perlakuan). Hal ini menunjukkan bahwa proses induksi pada penelitian ini berjalan dengan baik.
2. Intervensi berupa ekstrak teh hijau, aktivitas fisik, serta kombinasi keduanya menunjukkan kecenderungan menurunkan kadar trigliserida dibandingkan kelompok kontrol negatif.
3. Terdapat perbedaan kadar trigliserida setelah perlakuan antar kelompok penelitian secara statistik, yang menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan berpengaruh terhadap metabolisme lipid pada tikus putih yang diinduksi pakan tinggi lemak.
4. Namun, hasil uji lanjut tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan, sehingga efek masing-masing intervensi belum dapat dibedakan secara signifikan dalam penelitian ini.

5.2 Saran

1. Diperlukan penelitian lanjutan dengan durasi intervensi yang lebih panjang untuk mengevaluasi efek ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik secara lebih optimal terhadap kadar trigliserida.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan variasi dosis ekstrak teh hijau guna menentukan dosis yang paling efektif dan aman.
3. Jumlah sampel yang lebih besar dianjurkan agar meningkatkan kekuatan statistik dan keandalan hasil penelitian.

4. Penambahan parameter metabolik lain, seperti berat badan, kolesterol total, LDL, dan HDL, dapat dipertimbangkan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pengaruh intervensi terhadap metabolisme lipid.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight. 7 May 2025. Published 2025. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight?>
2. Maulana Y. Obesitas di Indonesia Terus Meningkat, Perempuan dan Anak Paling Rentan. 15 Mei 2025. Published 2025. <https://www.katakini.com/artikel/125004/obesitas-di-indonesia-terus-meningkat-perempuan-dan-anak-paling-rentan/>
3. Tim Penyusun Revisi (Ketua: Dr. Andi Makbul Aman SK dst. . *Pedoman Pengelolaan Dislipidemia Di Indonesia 2019;* 2019. <https://studylibid.com/doc/4314413/dislipidemia-2019>
4. Kathale S. *Essentials of Clinical Medicine.*; 2016. doi:10.5005/jp/books/10272
5. Khonsary S. Guyton and Hall: Textbook of Medical Physiology. *Surg Neurol Int.* 2017;8(1):275. doi:10.4103/sni.sni_327_17
6. Ridker PM, Lei L, Louie MJ, et al. Inflammation and Cholesterol as Predictors of Cardiovascular Events among 13 970 Contemporary High-Risk Patients with Statin Intolerance. *Circulation.* 2024;149(1):28-35. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066213
7. Li J, Chen Q, Zhai X, Wang D, Hou Y, Tang M. Green tea aqueous extract (GTAE) prevents high-fat diet-induced obesity by activating fat browning. *Food Sci Nutr.* 2021;9(12):6548-6558. doi:10.1002/fsn3.2580
8. Alcazar J, Rodriguez-lopez C, Alfarro-acha A, Alegre LM, Ara I. Exercise prescription in patients with chronic diseases. *Eur J Hum Mov.* 2018;41(0):1-5.
9. Silva GS de A, Santana T da CM, Velozo ACL, et al. Green Tea Intake Reduces High-Fat Diet-Induced Sensory Neuropathy in Mice by Upregulating the Antioxidant Defense System in the Spinal Cord. *Antioxidants.* 2025;14(4):452. doi:10.3390/antiox14040452
10. Im H, Lee J, Kim K, Son Y, Lee YH. Anti-obesity effects of heat-transformed

- green tea extract through the activation of adipose tissue thermogenesis. *Nutr Metab (Lond)*. 2022;19(1):14. doi:10.1186/s12986-022-00648-6
11. Wang R, Gu M, Zhang Y, et al. Long-term drinking of green tea combined with exercise improves hepatic steatosis and obesity in male mice induced by high-fat diet. *Food Sci Nutr*. 2024;12(2):776-785. doi:10.1002/fsn3.3773
 12. Zhang Y, Gu M, Wang R, Li M, Li D, Xie Z. Dietary supplement of Yunkang 10 green tea and treadmill exercise ameliorate high fat diet induced metabolic syndrome of C57BL/6 J mice. *Nutr Metab*. 2020;17(1):1-15. doi:10.1186/s12986-020-0433-9
 13. Gholami F, Antonio J, Iranpour M, Curtis J, Pereira F. Does green tea catechin enhance weight-loss effect of exercise training in overweight and obese individuals? a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Int Soc Sports Nutr*. 2024;21(1):2411029. doi:10.1080/15502783.2024.2411029
 14. Aryanti R, Perdana F, Syamsudin RAMR. Telaah Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan pada Teh Hijau (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze). *J Surya Med*. 2021;7(1):15-24. doi:10.33084/jsm.v7i1.2024
 15. Trivana L, Nur M, Rosidah SC. Metabolisme Katekin Teh Hijau Dan Manfaat Kesehatan Terhadap Obesitas. *War BSIP Perkeb*. 2023;1(2):1-7. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/wartabun/article/view/3443>
 16. Samanta S. Potential Bioactive Components and Health Promotional Benefits of Tea (*Camellia sinensis*). *J Am Nutr Assoc*. 2022;41(1):65-93. doi:10.1080/07315724.2020.1827082
 17. Zhao T, Li C, Wang S, Song X. Green Tea (*Camellia sinensis*): A Review of Its Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology. *Molecules*. 2022;27(12). doi:10.3390/molecules27123909
 18. Silva GS de A, Santana T da CM, Velozo ACL, et al. Green Tea Intake Reduces High-Fat Diet-Induced Sensory Neuropathy in Mice by Upregulating the Antioxidant Defense System in the Spinal Cord. *Antioxidants*. 2025;14(4):1-14. doi:10.3390/antiox14040452

19. Zalukhu AMR, Lubis DM. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia Sinensis*) Terhadap Penurunan Berat Badan Pada Tikus Putih (*Rattus Novergicus L.*) Jantan Galur Wistar Yang Diberi Diet Tinggi Lemak. *J Pandu Husada*. 2020;1(3):171. doi:10.30596/jph.v1i3.4903
20. Pradhan S, Dubey RC. Beneficial properties of green tea. *Antioxid Prop Heal Benefits Green Tea*. Published online 2021:27-56.
21. Göksu Sürücü C, Tolun A, Halisçelik O, Artık N. Brewing method-dependent changes of volatile aroma constituents of green tea (*Camellia sinensis L.*). *Food Sci Nutr*. 2024;(June):7186-7201. doi:10.1002/fsn3.4307
22. Lin S, Chen Z, Chen T, Deng W, Wan X, Zhang Z. Theanine metabolism and transport in tea plants (*Camellia sinensis L.*): advances and perspectives. *Crit Rev Biotechnol*. 2023;43(3):327-341. doi:10.1080/07388551.2022.2036692
23. Asbaghi O, Fouladvand F, Moradi S, Ashtary-Larky D, Choghakhori R, Abbasnezhad A. Effect of green tea extract on lipid profile in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*. 2020;14(4):293-301. doi:10.1016/j.dsx.2020.03.018
24. Bustos AS, Håkansson A, Linares-Pastén JA, Peñarrieta JM, Nilsson L. Interaction of quercetin and epigallocatechin gallate (EGCG) aggregates with pancreatic lipase under simplified intestinal conditions. Chen O, ed. *PLoS One*. 2020;15(4):e0224853. doi:10.1371/journal.pone.0224853
25. James A, Wang K, Wang Y. Therapeutic Activity of Green Tea Epigallocatechin-3-Gallate on Metabolic Diseases and Non-Alcoholic Fatty Liver Diseases: The Current Updates. *Nutrients*. 2023;15(13). doi:10.3390/nu15133022
26. Mokra D, Joskova M, Mokry J. Therapeutic Effects of Green Tea Polyphenol (–)-Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG) in Relation to Molecular Pathways Controlling Inflammation, Oxidative Stress, and Apoptosis. *Int J Mol Sci*. 2023;24(1). doi:10.3390/ijms24010340
27. Bhatti JS, Sehrawat A, Mishra J, et al. Oxidative stress in the pathophysiology

- of type 2 diabetes and related complications: Current therapeutics strategies and future perspectives. *Free Radic Biol Med.* 2022;184:114-134. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2022.03.019
28. Talebi M, Talebi M, Farkhondeh T, Mishra G, İlgün S, Samarghandian S. New insights into the role of the Nrf2 signaling pathway in green tea catechin applications. *Phyther Res.* 2021;35(6):3078-3112. doi:10.1002/ptr.7033
 29. Chen X, He K, Wei C, Yang W, Geng Z. Green Tea Powder Decreased Egg Weight Through Increased Liver Lipoprotein Lipase and Decreased Plasma Total Cholesterol in an Indigenous Chicken Breed. *Animals.* 2020;10(3):370. doi:10.3390/ani10030370
 30. Tonphu K, Mueangaun S, Lerkdumnerkit N, et al. Chitooligosaccharide-epigallocatechin gallate conjugate ameliorates lipid accumulation and promotes browning of white adipose tissue in high fat diet fed rats. *Chem Biol Interact.* 2025;406:111316. doi:10.1016/j.cbi.2024.111316
 31. Xu H, Gan C, Xiang Z, et al. Targeting the TNF- α -TNFR interaction with EGCG to block NF- κ B signaling in human synovial fibroblasts. *Biomed Pharmacother.* 2023;161:114575. doi:10.1016/j.biopha.2023.114575
 32. Li A, Wang Q, Li P, Zhao N, Liang Z. Effects of green tea on lipid profile in overweight and obese women A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Vitam Nutr Res.* 2024;94(3-4):239-251. doi:10.1024/0300-9831/a000783
 33. Xu R, Bai Y, Yang K, Chen G. Effects of green tea consumption on glycemic control: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab.* 2020;17(1). doi:10.1186/s12986-020-00469-5
 34. Nugroho AA, Kurniawati R. Manfaat Eksreak Teh Hjau Terhadap Penurunan Berat Badan. *J Ilm Keperawatan.* 2020;1(1). <https://jurnal.akperalkautsar.ac.id/index.php/JIKKA/article/view/15><https://jurnal.akperalkautsar.ac.id/index.php/JIKKA/article/view/15>
 35. Westerterp KR. Predicting resting energy expenditure: a critical appraisal. *Eur*

- J Clin Nutr.* 2023;77(10):953-958. doi:10.1038/s41430-023-01299-3
36. Wicaksono A. *Buku Aktivitas Fisik Dan Kesehatan.*; 2021. <https://www.researchgate.net/publication/353605384>
 37. Kusumo MP. *Buku Pemantauan Aktivitas Fisik Mahendro Prasetyo Kusumo.*; 2020. [http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/35896/Buku pemantauan aktivitas fisik.pdf?sequence=1](http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/35896/Buku%20pemantauan%20aktivitas%20fisik.pdf?sequence=1)
 38. An HY, Chen W, Wang CW, Yang HF, Huang WT, Fan SY. The Relationships between Physical Activity and Life Satisfaction and Happiness among Young, Middle-Aged, and Older Adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(13):4817. doi:10.3390/ijerph17134817
 39. Hita IPAD. Efektivitas Metode Latihan Aerobik dan Anaerobik untuk Menurunkan Tingkat Overweight dan Obesitas. *J PENJAKORA.* 2020;7(2):135. doi:10.23887/penjakora.v7i2.27375
 40. Muscella A, Stefàno E, Lunetti P, Capobianco L, Marsigliante S. The regulation of fat metabolism during aerobic exercise. *Biomolecules.* 2020;10(12):1-29. doi:10.3390/biom10121699
 41. Liang M, Pan Y, Zhong T, Zeng Y, Cheng ASK. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis. *Rev Cardiovasc Med.* 2021;22(4). doi:10.31083/j.rcm2204156
 42. Hsu CS, Chang ST, Nfor ON, Lee KJ, Lee SS, Liaw YP. Effects of Regular Aerobic Exercise and Resistance Training on High-Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Taiwanese Adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(11):2003. doi:10.3390/ijerph16112003
 43. Roro R, Irawati D, Meikawati W, Astuti R. Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan Kadar Trigliserida Dalam Darah. *J Kesehat Masy.* 2013;8(1):36-46.
 44. Liu X, Zhang Y, Han B, et al. Postprandial exercise regulates tissue-specific triglyceride uptake through angiopoietin-like proteins. *JCI Insight.* 2024;9(16). doi:10.1172/jci.insight.181553

45. Madan K, Sawhney JPS. Exercise and lipids. *Indian Heart J.* 2024;76(S1):S73-S74. doi:10.1016/j.ihj.2023.11.270
46. Laufs U, Parhofer KG, Ginsberg HN, Hegele RA. Clinical review on triglycerides. *Eur Heart J.* 2020;41(1):99-109c. doi:10.1093/eurheartj/ehz785
47. Kersten S. The impact of fasting on adipose tissue metabolism. *Biochim Biophys Acta - Mol Cell Biol Lipids.* 2023;1868(3):159262. doi:10.1016/j.bbalip.2022.159262
48. Xu D, Xie L, Cheng C, Xue F, Sun C. Triglyceride-rich lipoproteins and cardiovascular diseases. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024;15(May):1-9. doi:10.3389/fendo.2024.1409653
49. Giknis, MLA; Clifford C. Clinical laboratory parameters for Crl: Wi(Han) rats. Published online 2008:1-17. http://www.criver.com/files/pdfs/rms/wistarhan/rm_rm_r_wistar_han_clin_lab_parameters_08.aspx
50. Badmus OO, Hillhouse SA, Anderson CD, Hinds TD, Stec DE. Molecular mechanisms of metabolic associated fatty liver disease (MAFLD): functional analysis of lipid metabolism pathways. *Clin Sci.* 2022;136(18):1347-1366. doi:10.1042/CS20220572
51. Zhang JY, Yang YL, Zheng HN, et al. The associations of physical activity patterns and the triglyceride-glucose index in US adults: a secondary data analysis of NHANES (2007-2018). *Sci Rep.* 2025;15(1):2375. doi:10.1038/s41598-025-86278-3
52. Kasiyati, Tana S. Penanganan Hewan Coba. *Dep Biol Fak Sains dan Mat Univ Diponegoro.* 2020;(January 2020):51-60. https://www.researchgate.net/publication/371303553_PENANGANAN_HEWAN_COBA/link/647de02c2cad460a1bf8841a/download
53. Aisyah S, Gumelar AS, Maulana MS, Amalia R. HT. Identifikasi Karakteristik Hewan Vertebrata Mamalia Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Berdasarkan Morfologi dan Anatominya. *J Farm Galen (Galenika J Pharmacy)(e-Journal).*

- 2023;3(2):93-102.
54. Kurnia SD, Saraswati TR, Isdadiyanto S. Suplementasi Mikromineral, Vitamin Dan Jus Mengkudu Terhadap Kolesterol Dan Trigliserida Telur Puyuh. *Indones J Farm.* 2021;6(1):35. doi:10.26751/ijf.v6i1.1546
 55. Hijriani BI, Atfal B, Kodariah L, Hadiatun N, Ismatullah NK. Efektivitas Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Dalam Mencegah Kenaikan Kadar Kolesterol LDL Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Diinduksi Kuning Telur Puyuh. *J Kesehat Rajawali.* 2023;13(2):1-4. doi:10.54350/jkr.v13i1.156
 56. Razak QA, Faridah R, Syamsuryadi B. Performans Reproduksi Puyuh Petelur Setelah Penambahan Tepung Kunyit (*Curcuma longa* L.) dalam Pakan. *Tarjih Trop Livest J.* 2021;01(1):8-14.
 57. Mustofa S, Adli FK, Wardani DWSR, Busman H. Pengaruh Ekstrak Etanol Daun *Rhizophora apiculata* terhadap Kolesterol Total dan Trigliserida *Rattus norvegicus* Galur Sprague dawley yang Diinduksi Diet Tinggi Lemak. *J Kesehat.* 2022;13(3):472-478. doi:10.26630/jk.v13i3.3178
 58. Jeong HW, Lee JH, Choi JK, et al. Antihypertriglyceridemia activities of naturally fermented green tea, Heukcha, extract through modulation of lipid metabolism in rats fed a high-fructose diet. *Food Sci Biotechnol.* 2021;30(12):1581-1591. doi:10.1007/s10068-021-00992-y
 59. Hwang HJ, Kim YG, Chung MS. Improving the Extraction of Catechins of Green Tea (*Camellia sinensis*) by Subcritical Water Extraction (SWE) Combined with Pulsed Electric Field (PEF) or Intense Pulsed Light (IPL) Pretreatment. *Foods.* 2021;10(12):3092. doi:10.3390/foods10123092
 60. Klongdee S, Klinkesorn U. Optimization of accelerated aqueous ethanol extraction to obtain a polyphenol-rich crude extract from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) peel as natural antioxidant. *Sci Rep.* 2022;12(1):21153. doi:10.1038/s41598-022-25818-7
 61. Adnan ML, Pramaningtyas MD, Islamiana D, Sudarto HA. Hyperlipidemia Diet Reduces Superoxide Dismutase Inhibition Rate in the Brain Organ of *Rattus*


- norvegicus. *Mutiara Med J Kedokt dan Kesehat.* 2022;22(1):14-19. doi:10.18196/mmjkk.v22i1.8167
62. Sampurna, Aulia AP, Liashari EP, Hapsari H, Gibran SS, Zulaikhah ST. Effect of Bajakah Tea Extract (*Spatholobus littoralis* Hassk) on High Density Lipoprotein, Triglyceride and Total Cholesterol Levels in Male Wistar Rats. *Pharmacogn J.* 2022;14(6):687-691. doi:10.5530/pj.2022.14.155
 63. Leigh SJ, Kaakoush NO, Escorihuela RM, Westbrook RF, Morris MJ. Treadmill exercise has minimal impact on obesogenic diet-related gut microbiome changes but alters adipose and hypothalamic gene expression in rats. *Nutr Metab.* 2020;17(1):1-13. doi:10.1186/s12986-020-00492-6
 64. Shakoor H, Kizhakkayil J, Khalid M, Mahgoub A, Platat C. Effect of Moderate-Intense Training and Detraining on Glucose Metabolism, Lipid Profile, and Liver Enzymes in Male Wistar Rats: A Preclinical Randomized Study. *Nutrients.* 2023;15(17). doi:10.3390/nu15173820
 65. Wu B, Xu C, Tian Y, et al. Aerobic exercise promotes the expression of ATGL and attenuates inflammation to improve hepatic steatosis via lncRNA SRA. *Sci Rep.* 2022;12(1):1-14. doi:10.1038/s41598-022-09174-0
 66. Mutepfa CC, Hicks TP, Winter A, et al. Can we trust published evidence on point-of-care tests for cholesterol? A rapid review. *BMJ Open.* 2025;15(3):e080726. doi:10.1136/bmjopen-2023-080726
 67. de la Paz Ramírez P, Ordaz G, de la Paz González R, Pérez RE, López M, Ortiz R. Validation of portable electronic equipment (Accutrend® Plus) to determine glucose, total cholesterol, and triglycerides in rats (*Rattus*) and dogs (*Canis lupus familiaris*). *J Adv Vet Anim Res.* 2023;10(1):57-63. doi:10.5455/javar.2023.j652
 68. Barrett HL, Nitert MD, D'enden M, et al. Capillary triglycerides in late pregnancy—challenging to measure, hard to interpret: A cohort study of practicality. *Nutrients.* 2021;13(4):1-11. doi:10.3390/nu13041266
 69. Ngantung MR, Dewi R, Manalu JL. PADA HEWAN COBA MODEL HIPERLIPIDEMIA EFFECTIVITY COMPARISON BETWEEN GREEN

TEA AND BLACK TEA ON LOWERING TRIGLYCERIDE LEVELS IN HYPERLIPIDEMIA ANIMAL MODEL. 2020;19(2).

70. Li, Y.; Zhai, Q.; Li G. P, W. Effects of Different Aerobic Exercises on Blood Lipid Levels in Middle-Aged and Elderly People : A Systematic Review and Bayesian Network Meta-Analysis Based on Randomized. Published online 2024.
71. Yuan Y. The Effects of Wuniuzao Green Tea on Mice With High- - Fat Induced Liver Steatosis. Published online 2025:1-14. doi:10.1002/fns3.70505
72. Liu H, Yang T, Choi S. Modulation of lipid metabolism by exercise : exploring its potential as a therapeutic target in cancer endocrinology. 2025;(May):1-16. doi:10.3389/fendo.2025.1580559
73. Au-doung PLW, Mak KKW, To KKW. Green tea supplementation in adults with obesity : a systematic review of clinical studies. Published online 2025.

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Ethical Clearance*



KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
"ETHICAL APPROVAL"
No : 1679/KEPK/FKUMSU/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : Naura Ajika Kayla Harahap
Principal in investigator

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Name of the Institution Faculty of Medicine University of Muhammadiyah Sumatera Utara

Dengan Judul
Title


"PENGARUH KOMBINASI AKTIVITAS FISIK DAN EKSTRAK TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) TERHADAP TRIGLISERIDA TIKUS PUTIH JANTAN (*Rattus norvegicus*) YANG DIBERI PAKAN TINGGI LEMAK"

"THE INFLUENCE OF A COMBINATION OF PHYSICAL ACTIVITY AND GREEN TEA EXTRACT (*Camellia sinensis*) ON TRIGLYCERIDES IN MALE WHITE RATS (*Rattus norvegicus*) FED A HIGH-FAT DIET"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah
3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 27 September 2025 sampai dengan tanggal 27 September 2026
The declaration of ethics applies during the periode September 27, 2025 until September 27, 2026



Medan, 27 September 2025
Ketua
[Signature]
Assoc. Prof. Dr. dr. Nurfady, MKT

Lampiran 2. Surat Selesai Penelitian



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN & ILMU KESEHATAN
ANIMAL RESEARCH**

Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext. 20 Fax. (061) 7363488

Nomor : 17 /ANIMALRESEARCH/FK UMSU/2025
Lampiran : -
Perihal : **Surat Selesai Penelitian**

Medan, 21 Jumadil Akhir 1447 H
11 Desember 2025 M

Kepada : Yth. Sdra
Naura Ajika Kayla Harahap

di
Tempat

السلا عليكم ورحمة الله وبركاته

Ba'da salam semoga Saudara selalu dalam keadaan sehat wal'afiat dan selalu dalam lindungan Allah SWT dalam menjalankan aktifitas sehari-hari. Amin.

Bersama surat ini kami sampaikan bahwa :

Nama : Naura Ajika Kayla Harahap
NPM : 2208260145
Judul Skripsi : Pengaruh Kombinasi Aktivitas Fisik Dan Ekstrak The Hijau (camelia sinensis) Terhadap Trigliserida Tikus Putih Jantan (rattus novergicus) Yang Diberi Pakan Tinggi Lemak.

Telah selesai melakukan penelitian di Animal Research Laboratorium Terpadu FK UMSU.

Demikian kami sampaikan, agar kiranya surat ini dapat digunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

والسلا عليكم ورحمة الله وبركاته

Medan, 11 Desember 2025

Kepala Animal Research
FK UMSU


Dr. Yulia Fauziyah, MSc

Lampiran 3. Surat Identifikasi Tanaman



**LABORATORIUM SISTEMATIKA TUMBUHAN
HERBARIUM MEDANENSE
(MEDA)**

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

Jl. Bioteknologi No.1 Kampus USU, Medan – 20155

Telp. 061 – 8223564 Fax. 061 – 8214290 E-mail. nursaharapasaribu@yahoo.com

Medan, 21 Oktober 2025

No. : 1237/MEDA/2025
Lamp. : -
Hal : Hasil Identifikasi

Kepada Yth.

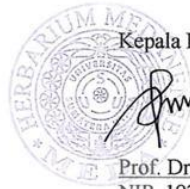
Sdr/i : Naura Ajika Kayla Harahap
NIM : 2208260145
Instansi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Dengan hormat,

Bersama ini disampaikan hasil identifikasi tumbuhan yang saudara kirimkan ke Herbarium Medanense, Universitas Sumatera Utara, sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Ericales
Famili : Theaceae
Genus : Camellia
Spesies : *Camellia sinensis* (L.) Kuntze
Nama Lokal: Teh Hijau

Demikian, semoga berguna bagi saudara.



Kepala Herbarium Medanense.

Prof. Dr. Etti Sartina Siregar, S.Si., M.Si.
NIP. 197211211998022001

Lampiran 4. Tabel Kadar Kolesterol Total (mg/dl) Tikus Setelah Aklim (Adaptasi), Setelah Induksi Lemak (HDF) dan Setelah Perlakuan (Akhir)

KELOM POK	TC_AK LIM	HDL_AK LIM	TG_AK LIM	LDL_AK LIM	TC_H DF	HDL_H DF	TG_H DF	LDL_H DF	TC_AK HIR	HDL_AK HIR	TG_AK HIR
KS	<100	54	44	36	<100	60	44	30	<100	51	53
KS	<100	58	44	32	<100	55	44	35	<100	49	44
KS	<100	52	44	38	<100	48	44	42	<100	53	54
KS	<100	60	44	30	<100	52	44	38	<100	75	49
KS	<100	49	44	41	<100	47	44	43	<100	20	55
K-	<100	57	44	33	143	47	141	68	<100	41	90
K-	<100	55	44	35	195	25	174	134	<100	53	117
K-	<100	53	44	37	205	57	134	121	<100	41	75
K-	<100	47	44	43	195	52	88	126	<100	25	90
K-	<100	51	44	39	181	55	179	90	<100	25	153
K1	<100	59	44	31	198	65	159	100	<100	34	57
K1	<100	56	44	34	174	43	83	174	<100	39	44
K1	<100	45	44	45	219	79	150	109	<100	43	86
K1	<100	62	44	28	128	25	199	63	<100	43	69
K1	<100	48	44	42	256	62	188	155	<100	33	79
K2	<100	50	44	40	258	58	123	175	<100	56	44
K2	<100	63	44	27	223	59	162	131	<100	34	59
K2	<100	57	44	33	219	47	130	146	<100	31	64
K2	<100	46	44	44	216	55	166	127	<100	35	57
K2	<100	55	44	35	224	42	191	143	<100	39	73
K3	<100	58	44	32	179	47	112	109	<100	42	44
K3	<100	52	44	38	230	58	155	141	<100	39	44
K3	<100	61	44	29	258	58	187	163	<100	31	55
K3	<100	49	44	41	238	49	189	146	<100	53	70
K3	<100	60	44	30	204	50	171	144	<100	35	49

Lampiran 5. Tabel Perbandingan Berat badan tikus setelah adaptasi, setelah induksi pakan tinggi lemak dan setelah perlakuan

Kelompok	Berat Badan (gr) setelah adaptasi	Berat Badan (gr) setelah induksi lemak	Berat Badan (gr) setelah perlakuan
KS	185	198	220
KS	215	252	258
KS	186	230	237
KS	214	220	191
KS	187	219	214
K-	213	255	242
K-	188	237	230
K-	212	288	205
K-	189	229	231
K-	200	219	216
K1	179	240	223
K1	194	218	197
K1	177	226	209
K1	198	221	200

K1	220	228	194
K2	173	248	218
K2	209	276	254
K2	192	269	232
K2	204	288	229
K2	170	254	196
K3	194	230	198
K3	198	239	209
K3	211	278	235
K3	179	248	208
K3	199	254	223

Lampiran 6. Data Statistik SPSS

Uji Normalitas

Case Processing Summary

	Kelompok_Perlakuan	Valid		Cases Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Trigliserida_Perlakuan	K(-)	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
	K(+)	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
	K1	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
	K2	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
	K3	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%

Descriptives

Kelompok_Perlakuan		Statistic	Std. Error		
Trigliserida_Perlakuan	K(-)	Mean	51.00	2.025	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	45.38	
			Upper Bound	56.62	
		5% Trimmed Mean	51.17		
		Median	53.00		
		Variance	20.500		
		Std. Deviation	4.528		
		Minimum	44		
		Maximum	55		
		Range	11		
	Interquartile Range	8			
	Skewness	-1.131	.913		
	Kurtosis	.239	2.000		
	K(+)	Mean	105.00	13.780	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	66.74	
			Upper Bound	143.26	
		5% Trimmed Mean	104.00		
		Median	90.00		
		Variance	949.500		
		Std. Deviation	30.814		
Minimum		75			
Maximum		153			
Range		78			
Interquartile Range	53				
Skewness	1.119	.913			
Kurtosis	.652	2.000			
K1	Mean	67.20	7.392		
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	46.68		
		Upper Bound	87.72		
	5% Trimmed Mean	67.39			
	Median	69.00			
	Variance	273.200			
	Std. Deviation	16.529			
	Minimum	45			
	Maximum	86			
	Range	41			
Interquartile Range	32				
Skewness	-.342	.913			
Kurtosis	-1.334	2.000			
K2	Mean	59.40	4.739		
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	46.24		
		Upper Bound	72.56		
	5% Trimmed Mean	59.50			
	Median	59.00			
	Variance	112.300			
	Std. Deviation	10.597			
	Minimum	44			
	Maximum	73			
	Range	29			
Interquartile Range	18				
Skewness	-.369	.913			
Kurtosis	1.013	2.000			
K3	Mean	52.40	4.844		
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.95		
		Upper Bound	65.85		
	5% Trimmed Mean	51.89			
	Median	49.00			
	Variance	117.300			
	Std. Deviation	10.831			
	Minimum	44			
	Maximum	70			
	Range	26			
Interquartile Range	19				
Skewness	1.392	.913			
Kurtosis	1.638	2.000			

Tests of Normality

	Kelompok_Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Trigliserida_Perlakuan	K(-)	.271	5	.200 [*]	.885	5	.332
	K(+)	.287	5	.200 [*]	.897	5	.392
	K1	.162	5	.200 [*]	.970	5	.876
	K2	.210	5	.200 [*]	.978	5	.926
	K3	.223	5	.200 [*]	.847	5	.185

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Stem-and-Leaf Plots

Trigliserida_Perlakuan Stem-and-Leaf Plot for
Kelompok= K(-)

```

Frequency  Stem & Leaf
  1.00     4 . 4
  1.00     4 . 9
  2.00     5 . 34
  1.00     5 . 5

```

Stem width: 10
Each leaf: 1 case(s)

Trigliserida_Perlakuan Stem-and-Leaf Plot for
Kelompok= K(+)

```

Frequency  Stem & Leaf
  3.00     0 . 799
  1.00     1 . 1
  1.00     1 . 5

```

Stem width: 100
Each leaf: 1 case(s)

Trigliserida_Perlakuan Stem-and-Leaf Plot for
Kelompok= K1

```

Frequency  Stem & Leaf
  1.00     0 . 4
  4.00     0 . 5678

```

Stem width: 100
Each leaf: 1 case(s)

Trigliserida_Perlakuan Stem-and-Leaf Plot for
Kelompok= K2

Frequency	Stem & Leaf
1.00	Extremes (= < 44)
2.00	5 . 79
1.00	6 . 4
1.00	7 . 3

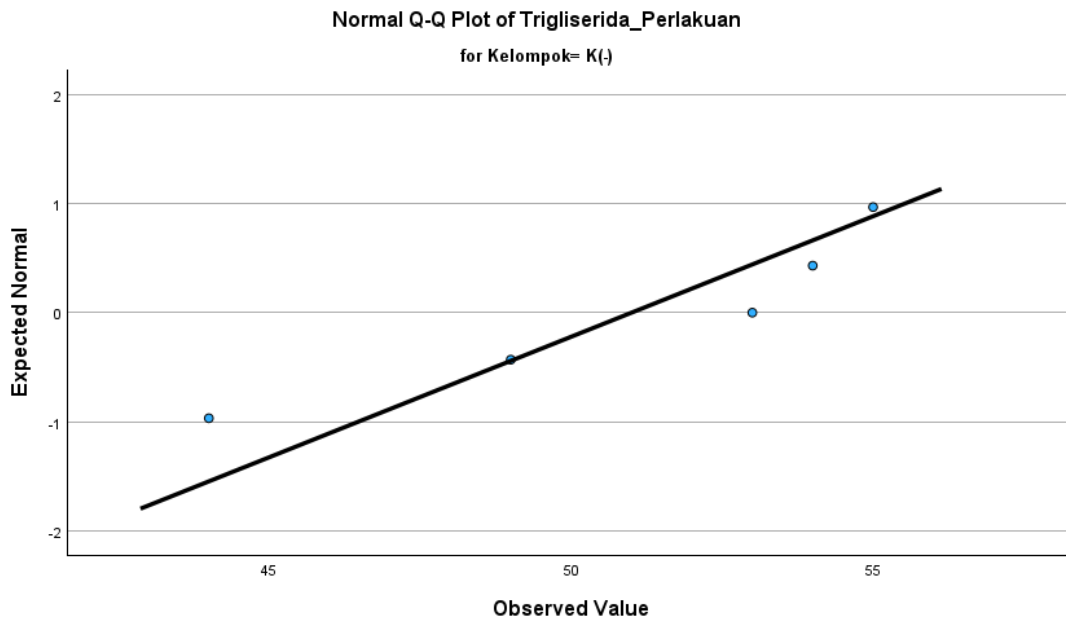
Stem width: 10
Each leaf: 1 case(s)

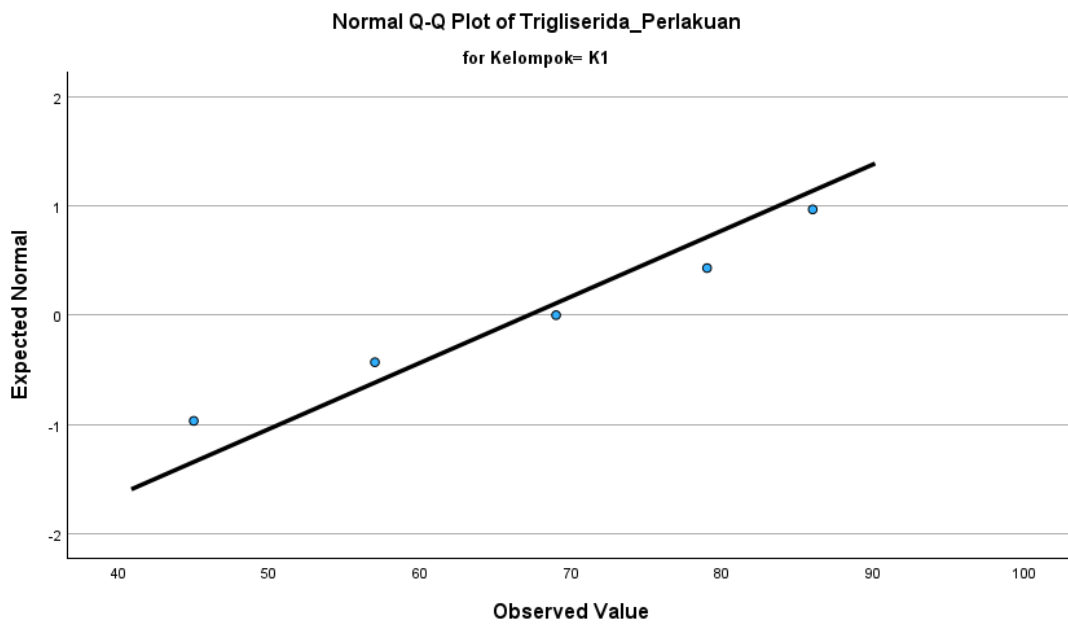
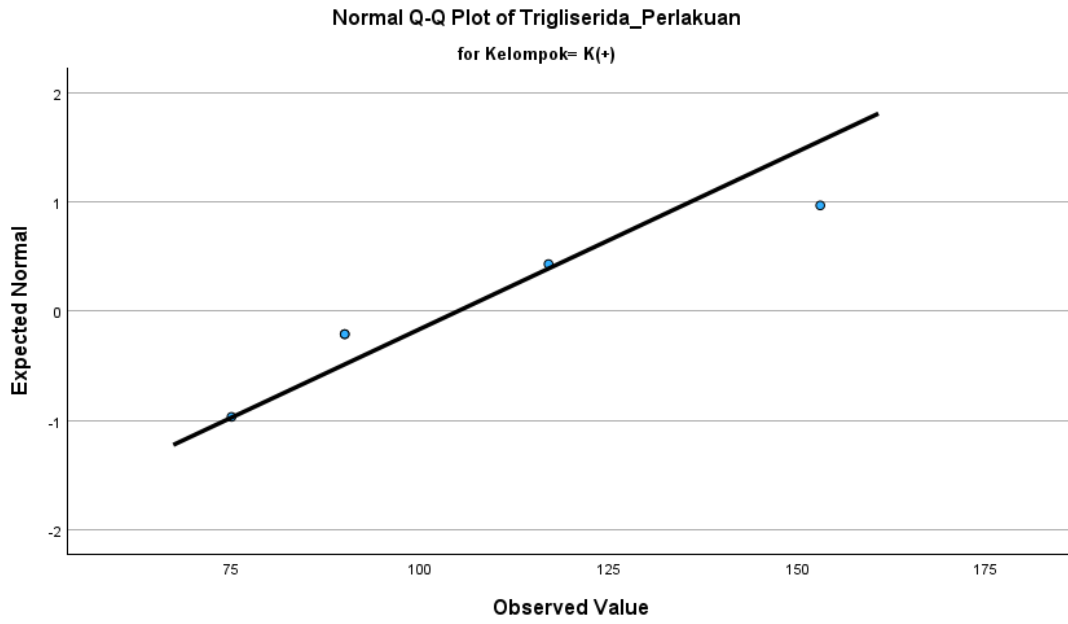
Trigliserida_Perlakuan Stem-and-Leaf Plot for
Kelompok= K3

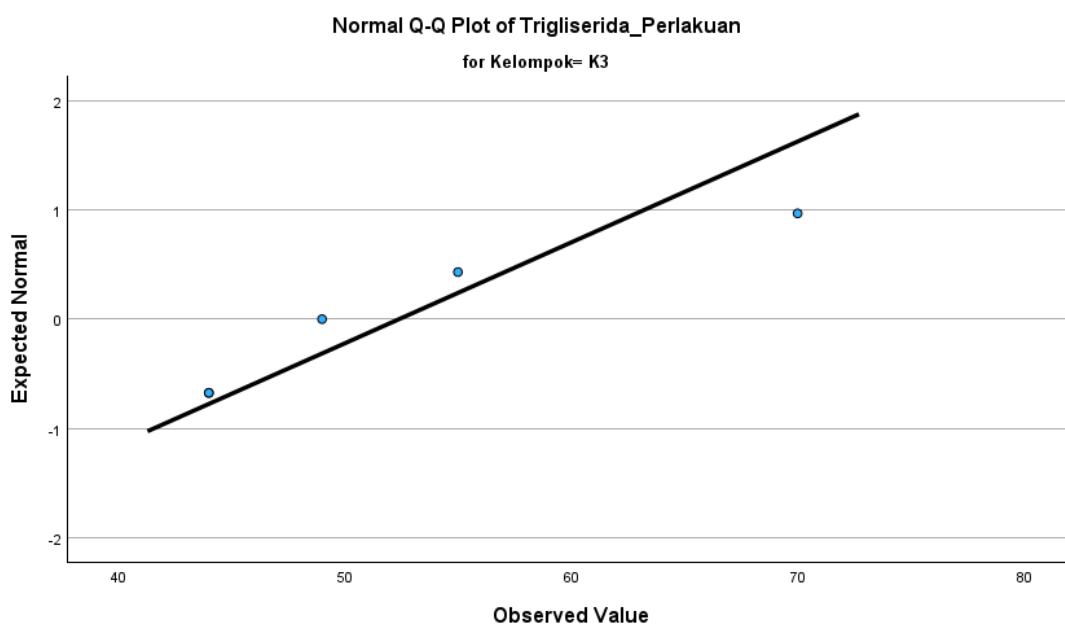
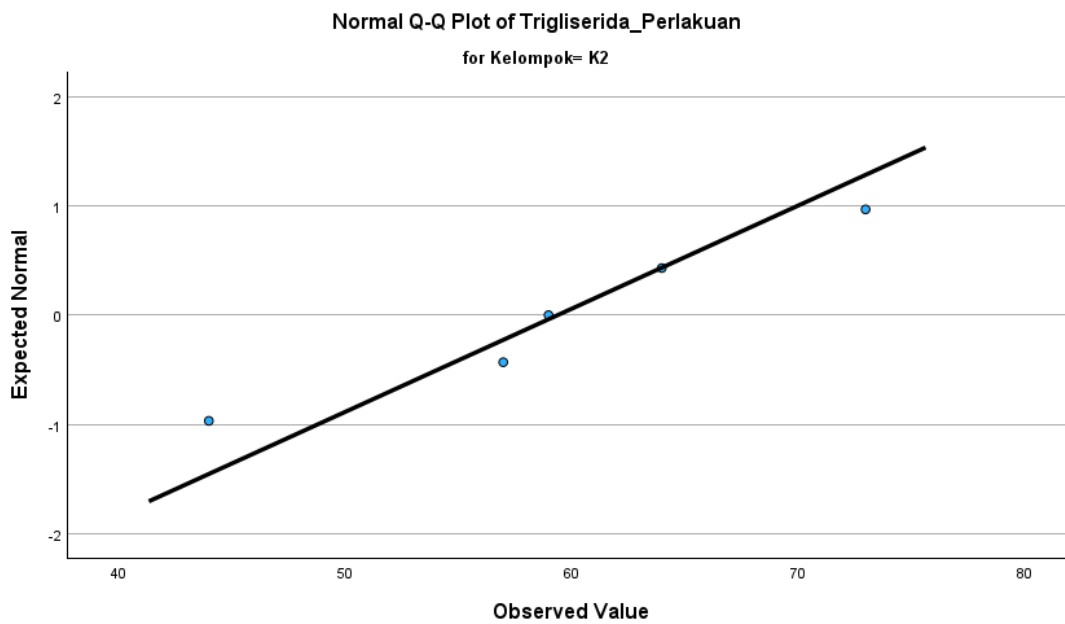
Frequency	Stem & Leaf
3.00	4 . 449
1.00	5 . 5
.00	6 .
1.00	7 . 0

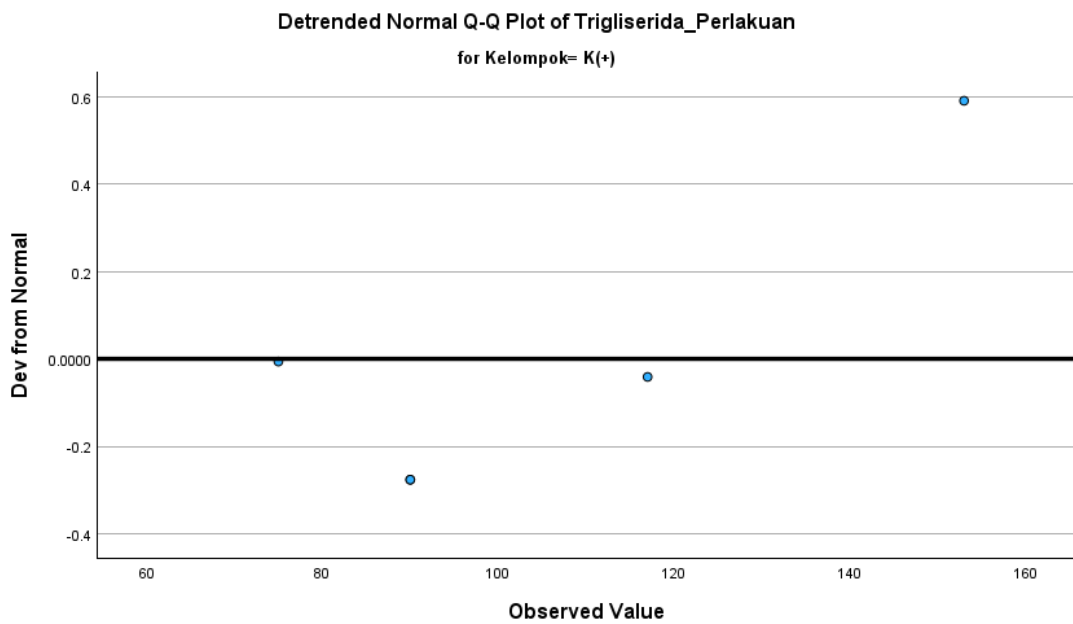
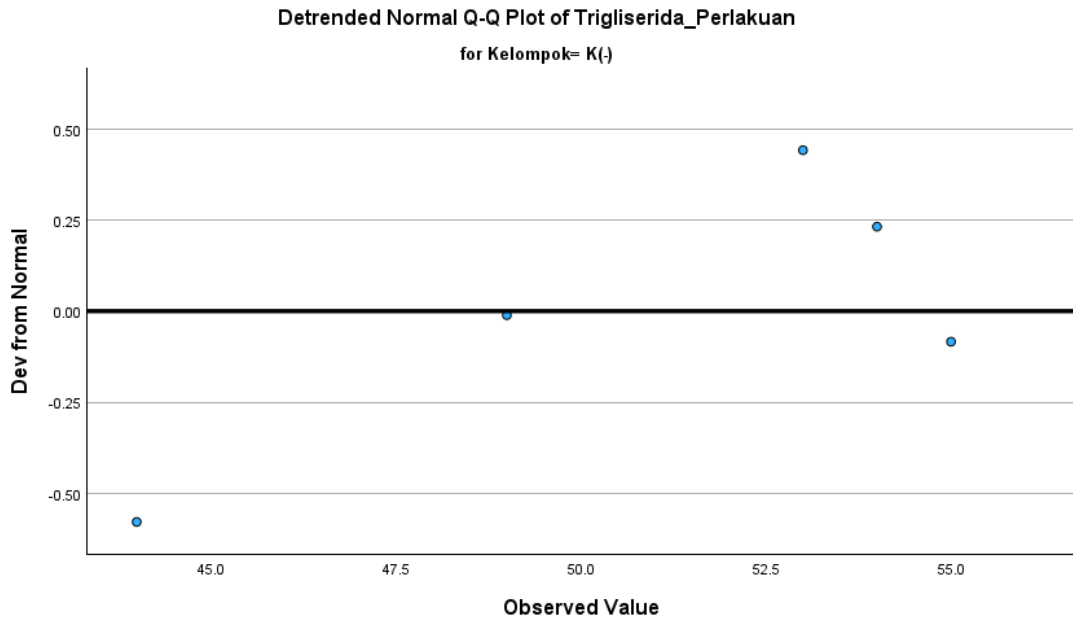
Stem width: 10
Each leaf: 1 case(s)

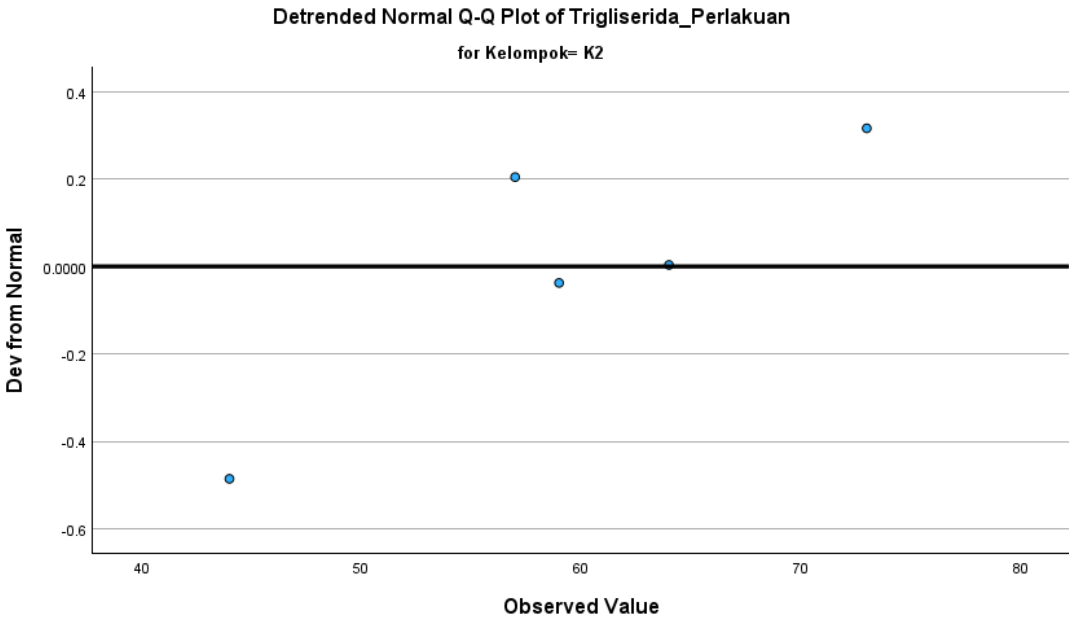
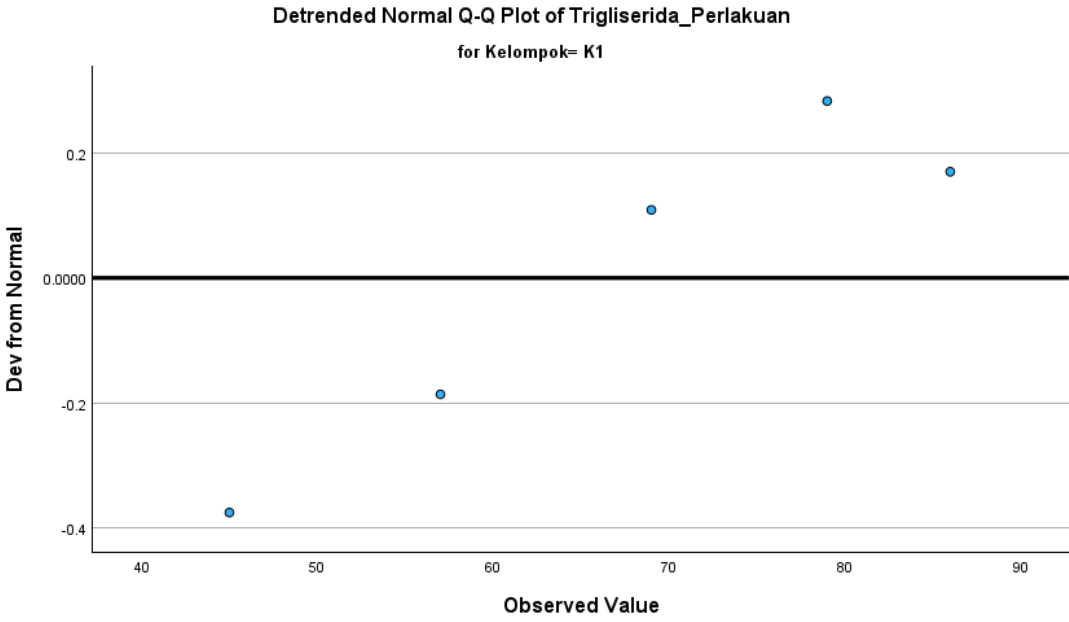
Normal Q-Q Plots

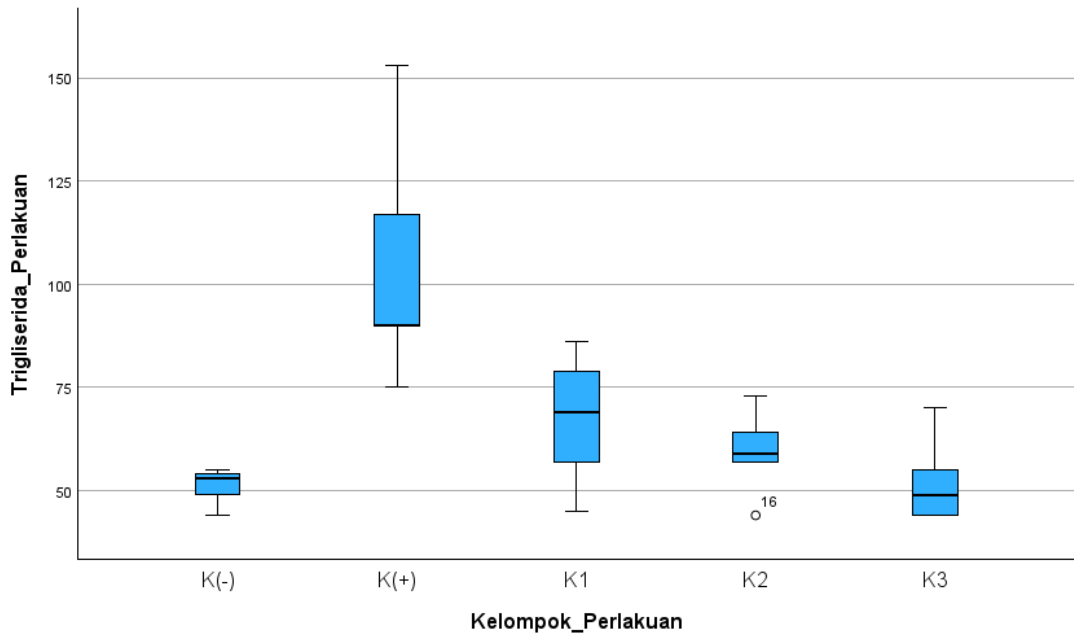
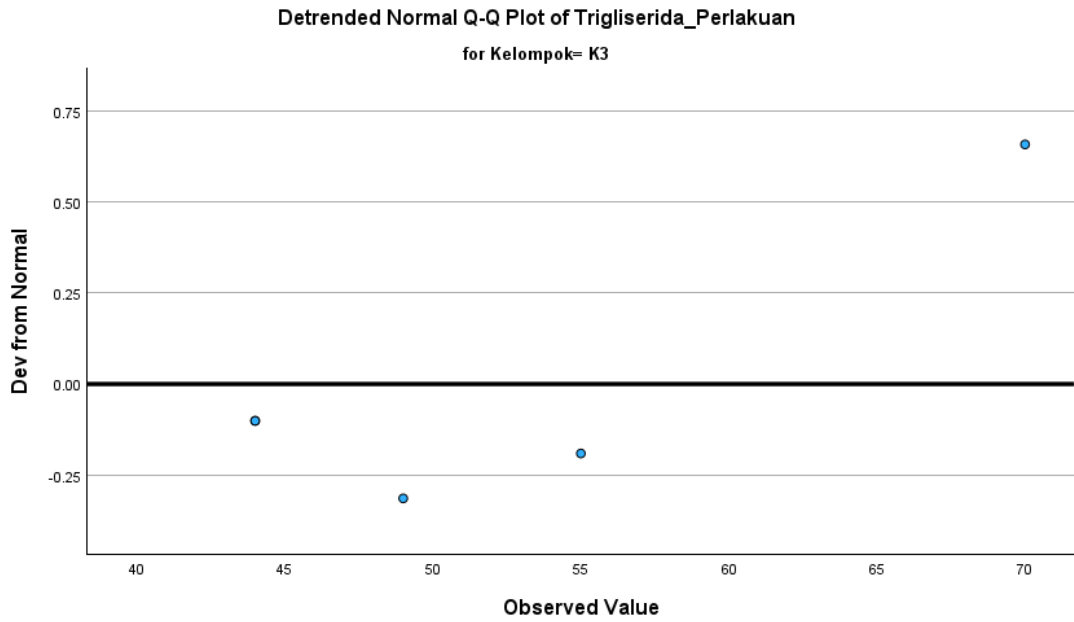












Uji Homogenitas

Descriptives

Trigliserida_Perlakuan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K(-)	5	51.00	4.528	2.025	45.38	56.62	44	55
K(+)	5	105.00	30.814	13.780	66.74	143.26	75	153
K1	5	67.20	16.529	7.392	46.68	87.72	45	86
K2	5	59.40	10.597	4.739	46.24	72.56	44	73
K3	5	52.40	10.831	4.844	38.95	65.85	44	70
Total	25	67.00	25.614	5.123	56.43	77.57	44	153

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Trigliserida_Perlakuan	Based on Mean	4.122	4	20	.014
	Based on Median	1.334	4	20	.292
	Based on Median and with adjusted df	1.334	4	6.560	.351
	Based on trimmed mean	3.879	4	20	.017

Uji One Way ANOVA

ANOVA

Trigliserida_Perlakuan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9854.800	4	2463.700	8.364	<.001
Within Groups	5891.200	20	294.560		
Total	15746.000	24			

ANOVA Effect Sizes^a

		Point Estimate	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
Trigliserida_Perlakuan	Eta-squared	.626	.221	.729
	Epsilon-squared	.551	.065	.674
	Omega-squared Fixed-effect	.541	.063	.665
	Omega-squared Random-effect	.228	.016	.332

a. Eta-squared and Epsilon-squared are estimated based on the fixed-effect model.

Post Hoc Tests

Tukey HSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Triglicerida_Perlakuan

	(I) Kelompok_Perlakuan	(J) Kelompok_Perlakuan	Mean			95% Confidence Interval	
			Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	K(-)	K(+)	-54.000 [*]	10.855	<.001	-86.48	-21.52
		K1	-16.200	10.855	.579	-48.68	16.28
		K2	-8.400	10.855	.935	-40.88	24.08
		K3	-1.400	10.855	1.000	-33.88	31.08
	K(+)	K(-)	54.000 [*]	10.855	<.001	21.52	86.48
		K1	37.800 [*]	10.855	.018	5.32	70.28
		K2	45.600 [*]	10.855	.004	13.12	78.08
		K3	52.600 [*]	10.855	<.001	20.12	85.08
	K1	K(-)	16.200	10.855	.579	-16.28	48.68
		K(+)	-37.800 [*]	10.855	.018	-70.28	-5.32
		K2	7.800	10.855	.950	-24.68	40.28
		K3	14.800	10.855	.657	-17.68	47.28
	K2	K(-)	8.400	10.855	.935	-24.08	40.88
		K(+)	-45.600 [*]	10.855	.004	-78.08	-13.12
		K1	-7.800	10.855	.950	-40.28	24.68
		K3	7.000	10.855	.966	-25.48	39.48
	K3	K(-)	1.400	10.855	1.000	-31.08	33.88
		K(+)	-52.600 [*]	10.855	<.001	-85.08	-20.12
		K1	-14.800	10.855	.657	-47.28	17.68
		K2	-7.000	10.855	.966	-39.48	25.48

Homogeneous Subsets

Triglicerida_Perlakuan

	Kelompok_Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	K(-)	5	51.00	
	K3	5	52.40	
	K2	5	59.40	
	K1	5	67.20	
	K(+)	5		105.00
	Sig.			.579

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Uji Repeated Measures ANOVA

General Linear Model

K(-)

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
K(-) Aklimatisasi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K(-) Induksi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K(-) Perlakuan	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%

Descriptives

		Statistic	Std. Error	
K(-) Aklimatisasi	Mean	44.00	.000	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	44.00	
		Upper Bound	44.00	
	5% Trimmed Mean	44.00		
	Median	44.00		
	Variance	.000		
	Std. Deviation	.000		
	Minimum	44		
	Maximum	44		
	Range	0		
	Interquartile Range	0		
	Skewness	.	.	
	Kurtosis	.	.	
K(-) Induksi	Mean	44.00	.000	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	44.00	
		Upper Bound	44.00	
	5% Trimmed Mean	44.00		
	Median	44.00		
	Variance	.000		
	Std. Deviation	.000		
	Minimum	44		
	Maximum	44		
	Range	0		
	Interquartile Range	0		
	Skewness	.	.	
	Kurtosis	.	.	
K(-) Perlakuan	Mean	44.00	.000	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	44.00	
		Upper Bound	44.00	
	5% Trimmed Mean	44.00		
	Median	44.00		
	Variance	.000		
	Std. Deviation	.000		
	Minimum	44		
	Maximum	44		
	Range	0		
	Interquartile Range	0		
	Skewness	.	.	
	Kurtosis	.	.	

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
K(-) Aklimatisasi	.	5	.	.	5	.
K(-) Induksi	.	5	.	.	5	.
K(-) Perlakuan	.	5	.	.	5	.

a. Lilliefors Significance Correction

Within-Subjects Factors		Multivariate Tests ^a						
		Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	
Measure: MEASURE_1 Dependent Variable Waktu	1	Kelompok_Aklimatisasi	Pillai's Trace	.	b	.	.	.
			Wilks' Lambda	.	b	.	.	.
			Hotelling's Trace	.	b	.	.	.
			Roy's Largest Root	.	b	.	.	.
2	Kelompok_Induksi	a. Design: Intercept Within Subjects Design: Waktu						
3	Kelompok_Perlakuan	b. Exact statistic						

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) Waktu	(J) Waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.000	.000	.	.000	.000
	3	.000	.000	.	.000	.000
2	1	.000	.000	.	.000	.000
	3	.000	.000	.	.000	.000
3	1	.000	.000	.	.000	.000
	2	.000	.000	.	.000	.000

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

K(+)

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
K(+) Aklimatisasi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K(+) Induksi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K(+) Perlakuan	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%

Descriptives

		Statistic	Std. Error	
K(+) Aklimatisasi	Mean	44.00	.000	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	44.00	
		Upper Bound	44.00	
	5% Trimmed Mean	44.00		
	Median	44.00		
	Variance	.000		
	Std. Deviation	.000		
	Minimum	44		
	Maximum	44		
	Range	0		
	Interquartile Range	0		
	Skewness	.	.	
	Kurtosis	.	.	
K(+) Induksi	Mean	143.20	16.381	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	97.72	
		Upper Bound	188.68	
	5% Trimmed Mean	144.28		
	Median	141.00		
	Variance	1341.700		
	Std. Deviation	36.629		
	Minimum	88		
	Maximum	179		
	Range	91		
	Interquartile Range	66		
	Skewness	-.796	.913	
	Kurtosis	.217	2.000	
K(+) Perlakuan	Mean	105.00	13.780	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	66.74	
		Upper Bound	143.26	
	5% Trimmed Mean	104.00		
	Median	90.00		
	Variance	949.500		
	Std. Deviation	30.814		
	Minimum	75		
	Maximum	153		
	Range	78		
	Interquartile Range	53		
	Skewness	1.119	.913	
	Kurtosis	.652	2.000	

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
K(+) Aklimatisasi	.	5	.	.	5	.
K(+) Induksi	.201	5	.200 [*]	.917	5	.508
K(+) Perlakuan	.287	5	.200 [*]	.897	5	.392

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

Waktu	Dependent Variable
1	Kelompok_Akli matisasi
2	Kelompok_Ind uksi
3	Kelompok_Per lakuan

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Waktu	Pillai's Trace	.902	13.760 ^b	2.000	3.000	.031
	Wilks' Lambda	.098	13.760 ^b	2.000	3.000	.031
	Hotelling's Trace	9.173	13.760 ^b	2.000	3.000	.031
	Roy's Largest Root	9.173	13.760 ^b	2.000	3.000	.031

a. Design: Intercept
Within Subjects Design: Waktu

b. Exact statistic

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) Waktu	(J) Waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-99.200 [*]	16.381	.011	-164.082	-34.318
	3	-61.000 [*]	13.780	.034	-115.581	-6.419
2	1	99.200 [*]	16.381	.011	34.318	164.082
	3	38.200	11.651	.092	-7.946	84.346
3	1	61.000 [*]	13.780	.034	6.419	115.581
	2	-38.200	11.651	.092	-84.346	7.946

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

K1

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
K1 Aklimatisasi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K1 Induksi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K1 Perlakuan	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%

Descriptives

		Statistic	Std. Error	
K1 Aklimatisasi	Mean	44.00	.000	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	44.00	
		Upper Bound	44.00	
	5% Trimmed Mean	44.00		
	Median	44.00		
	Variance	.000		
	Std. Deviation	.000		
	Minimum	44		
	Maximum	44		
	Range	0		
	Interquartile Range	0		
	Skewness	.	.	
	Kurtosis	.	.	
K1 Induksi	Mean	155.80	20.306	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	99.42	
		Upper Bound	212.18	
	5% Trimmed Mean	157.44		
	Median	159.00		
	Variance	2061.700		
	Std. Deviation	45.406		
	Minimum	83		
	Maximum	199		
	Range	116		
	Interquartile Range	77		
	Skewness	-1.211	.913	
	Kurtosis	1.601	2.000	
K1 Perlakuan	Mean	67.20	7.392	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	46.68	
		Upper Bound	87.72	
	5% Trimmed Mean	67.39		
	Median	69.00		
	Variance	273.200		
	Std. Deviation	16.529		
	Minimum	45		
	Maximum	86		
	Range	41		
	Interquartile Range	32		
	Skewness	-.342	.913	
	Kurtosis	-1.334	2.000	

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
K1 Aklimatisasi	.	5	.	.	5	.
K1 Induksi	.249	5	.200*	.902	5	.424
K1 Perlakuan	.162	5	.200*	.970	5	.876

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

Waktu	Dependent Variable	Multivariate Tests ^a					
		Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
1	Kelompok_Akli matisasi	Pillai's Trace	.884	11.472 ^b	2.000	3.000	.039
		Wilks' Lambda	.116	11.472 ^b	2.000	3.000	.039
		Hotelling's Trace	7.648	11.472 ^b	2.000	3.000	.039
2	Kelompok_Ind uksi	Roy's Largest Root	7.648	11.472 ^b	2.000	3.000	.039
3	Kelompok_Per lakuan						

a. Design: Intercept
Within Subjects Design: Waktu

b. Exact statistic

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) Waktu	(J) Waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-111.800*	20.306	.016	-192.228	-31.372
	3	-23.200	7.392	.105	-52.478	6.078
2	1	111.800*	20.306	.016	31.372	192.228
	3	88.600*	16.546	.018	23.066	154.134
3	1	23.200	7.392	.105	-6.078	52.478
	2	-88.600*	16.546	.018	-154.134	-23.066

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

K2

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
K2 Aklimatisasi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K2 Induksi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K2 Perlakuan	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
K2 Aklimatisasi	Mean		44.00	.000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	44.00	
		Upper Bound	44.00	
	5% Trimmed Mean		44.00	
	Median		44.00	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.000	
	Minimum		44	
	Maximum		44	
	Range		0	
	Interquartile Range		0	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
K2 Induksi	Mean		154.40	12.476
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	119.76	
		Upper Bound	189.04	
	5% Trimmed Mean		154.11	
	Median		162.00	
	Variance		778.300	
	Std. Deviation		27.898	
	Minimum		123	
	Maximum		191	
	Range		68	
	Interquartile Range		52	
	Skewness		.106	.913
	Kurtosis		-1.515	2.000
K2 Perlakuan	Mean		59.40	4.739
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	46.24	
		Upper Bound	72.56	
	5% Trimmed Mean		59.50	
	Median		59.00	
	Variance		112.300	
	Std. Deviation		10.597	
	Minimum		44	
	Maximum		73	
	Range		29	
	Interquartile Range		18	
	Skewness		-.369	.913
	Kurtosis		1.013	2.000

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
K2 Aklimatisasi	.	5	.	.	5	.
K2 Induksi	.209	5	.200 [*]	.933	5	.615
K2 Perlakuan	.210	5	.200 [*]	.978	5	.926

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

Waktu	Dependent Variable	Multivariate Tests ^a					
		Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
1	Kelompok_Akli matisasi	Pillai's Trace	.960	36.247 ^b	2.000	3.000	.008
		Wilks' Lambda	.040	36.247 ^b	2.000	3.000	.008
		Hotelling's Trace	24.165	36.247 ^b	2.000	3.000	.008
		Roy's Largest Root	24.165	36.247 ^b	2.000	3.000	.008
2	Kelompok_Ind uksi						
3	Kelompok_Per lakuan						

a. Design: Intercept
Within Subjects Design: Waktu

b. Exact statistic

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) Waktu	(J) Waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-110.400 [*]	12.476	.003	-159.816	-60.984
	3	-15.400	4.739	.094	-34.171	3.371
2	1	110.400 [*]	12.476	.003	60.984	159.816
	3	95.000 [*]	9.711	.002	56.538	133.462
3	1	15.400	4.739	.094	-3.371	34.171
	2	-95.000 [*]	9.711	.002	-133.462	-56.538

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

K3

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
K3 Aklimatisasi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K3 Induksi	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%
K3 Perlakuan	5	100.0%	0	0.0%	5	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
K3 Aklimatisasi	Mean		44.00	.000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	44.00	
		Upper Bound	44.00	
	5% Trimmed Mean		44.00	
	Median		44.00	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.000	
	Minimum		44	
	Maximum		44	
	Range		0	
	Interquartile Range		0	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
K3 Induksi	Mean		162.80	14.108
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	123.63	
		Upper Bound	201.97	
	5% Trimmed Mean		164.17	
	Median		171.00	
	Variance		995.200	
	Std. Deviation		31.547	
	Minimum		112	
	Maximum		189	
	Range		77	
	Interquartile Range		55	
	Skewness		-1.312	.913
	Kurtosis		1.443	2.000
K3 Perlakuan	Mean		52.40	4.844
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.95	
		Upper Bound	65.85	
	5% Trimmed Mean		51.89	
	Median		49.00	
	Variance		117.300	
	Std. Deviation		10.831	
	Minimum		44	
	Maximum		70	
	Range		26	
	Interquartile Range		19	
	Skewness		1.392	.913
	Kurtosis		1.638	2.000

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
K3 Aklimatisasi	.	5	.	.	5	.
K3 Induksi	.203	5	.200 [*]	.872	5	.273
K3 Perlakuan	.223	5	.200 [*]	.847	5	.185

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

Waktu	Dependent Variable	Multivariate Tests ^a					
		Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
1	Kelompok_Akli matisasi	Pillai's Trace	.965	41.507 ^b	2.000	3.000	.007
		Wilks' Lambda	.035	41.507 ^b	2.000	3.000	.007
2	Kelompok_Ind uksi	Hotelling's Trace	27.671	41.507 ^b	2.000	3.000	.007
		Roy's Largest Root	27.671	41.507 ^b	2.000	3.000	.007
3	Kelompok_Per lakuan						

a. Design: Intercept
Within Subjects Design: Waktu

b. Exact statistic

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) Waktu	(J) Waktu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-118.800 [*]	14.108	.003	-174.679	-62.921
	3	-8.400	4.844	.474	-27.584	10.784
2	1	118.800 [*]	14.108	.003	62.921	174.679
	3	110.400 [*]	11.120	.002	66.355	154.445
3	1	8.400	4.844	.474	-10.784	27.584
	2	-110.400 [*]	11.120	.002	-154.445	-66.355





Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian

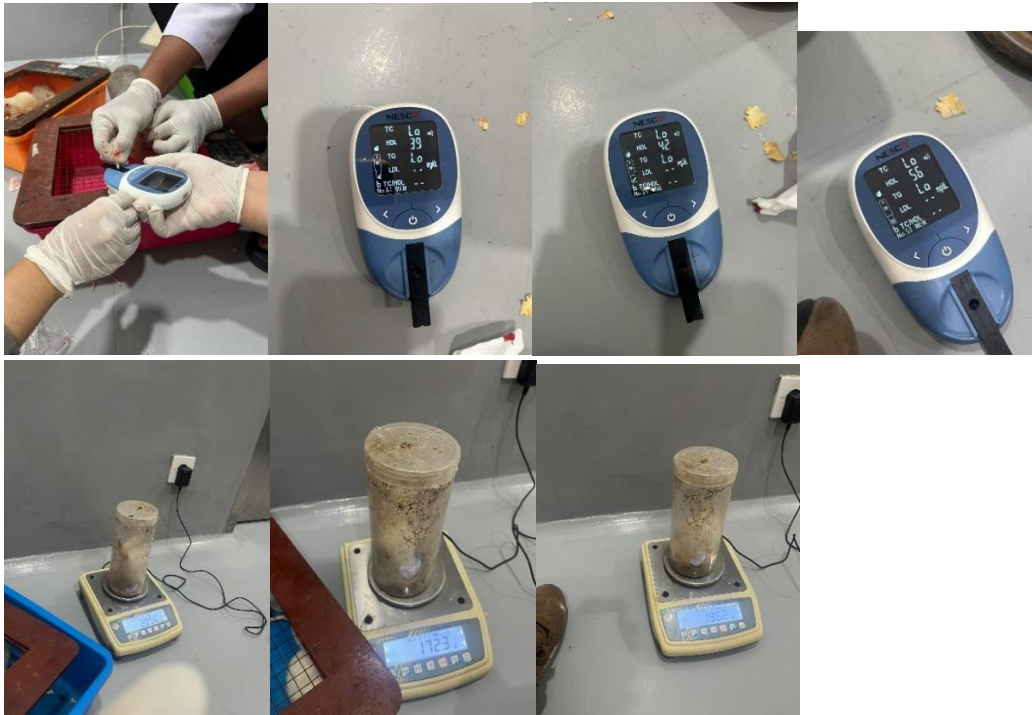
1. Pembuatan Ekstrak Teh Hijau (*Camellia sinensis*)

Penimbangan	
Maserasi	
Penyaringan	
<i>Rotary Evaporator</i>	

2. Aklimatisasi (Adaptasi tikus)



3. Penimbangan dan pemeriksaan kadar trigliserida pada tikus setelah adaptasi



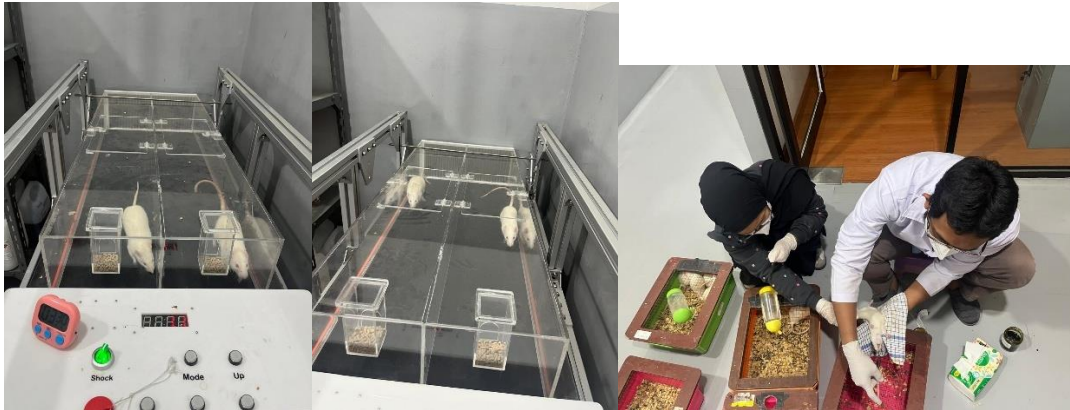
4. Pemberian induksi pakan tinggi lemak (kuning telur puyuh) pada tikus



5. Penimbangan berat badan dan pemeriksaan kadar trigliserida pada tikus setelah diberi induksi pakan tinggi lemak



6. Perlakuan pada hewan coba, pemberian ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik (*treadmill*) pada tikus



7. Penimbangan berat badan dan pemeriksaan kadar trigliserida pada tikus setelah diberi perlakuan



Lampiran 8. Artikel Ilmiah

PENGARUH KOMBINASI AKTIVITAS FISIK DAN EKSTRAK TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) TERHADAP TRIGLISERIDA TIKUS PUTIH JANTAN (*Rattus norvegicus*) YANG DIBERI PAKAN TINGGI LEMAK

Naura Ajika Kayla Harahap¹, Ilham Hariaji², Yulia Fauziyah³, Des Suryani⁴

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

nnauraaajika.a07@gmail.com , ilhamhariaji@umsu.ac.id

ABSTRAK

Pendahuluan: Konsumsi pakan tinggi lemak dapat meningkatkan kadar trigliserida yang berkontribusi terhadap terjadinya gangguan metabolisme lipid dan penyakit kardiovaskular. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui aktivitas fisik dan penggunaan bahan alami, salah satunya ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*), yang diketahui memiliki efek hipolipidemik dan aktivitas antioksidan. Kombinasi kedua intervensi tersebut diharapkan memberikan efek yang lebih optimal dalam menurunkan kadar trigliserida. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *pretest-posttest control group design*. Subjek penelitian adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar yang diinduksi pakan tinggi lemak dan dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu kontrol negatif, kelompok aktivitas fisik, kelompok ekstrak teh hijau, dan kelompok kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau. Perlakuan diberikan sesuai kelompok masing-masing, kemudian dilakukan pengukuran kadar trigliserida setelah periode perlakuan. Data dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA* yang dilanjutkan dengan uji *post-hoc*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok perlakuan yang diberikan aktivitas fisik, ekstrak teh hijau, maupun kombinasi keduanya mengalami penurunan kadar trigliserida dibandingkan kelompok kontrol negatif. Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan kadar trigliserida yang bermakna terutama antara kelompok kontrol negatif dan kelompok perlakuan ($p < 0,05$), sementara perbedaan antar kelompok perlakuan tidak seluruhnya bermakna secara statistik. Kelompok kombinasi menunjukkan penurunan kadar trigliserida terbesar secara numerik. **Kesimpulan:** Aktivitas fisik, ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*), serta kombinasi keduanya efektif dalam menurunkan kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diinduksi pakan tinggi lemak, dengan penurunan terbesar secara numerik ditunjukkan oleh kelompok kombinasi.

Kata Kunci: Aktivitas fisik, *Camellia sinensis*, trigliserida, pakan tinggi lemak.

ABSTRACT

Introduction: High-fat diet consumption can increase triglyceride levels, contributing to lipid metabolism disorders and cardiovascular diseases. Preventive strategies include physical activity and the use of natural substances such as green tea extract (*Camellia sinensis*), which possesses hypolipidemic and antioxidant properties. The combination of these interventions is expected to provide a more optimal effect in reducing triglyceride levels. **Methods:** This study

*was an experimental study using a pretest-posttest control group design. The subjects were male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) induced with a high-fat diet and divided into several groups: negative control, physical activity, green tea extract, and a combination of physical activity and green tea extract. Each group received treatment according to the protocol, followed by measurement of triglyceride levels after the intervention period. Data were analyzed using One Way ANOVA, followed by post-hoc analysis. **Results:** The results showed that the treatment groups receiving physical activity, green tea extract, and their combination experienced a reduction in triglyceride levels compared to the negative control group. Statistical analysis indicated a significant difference in triglyceride levels primarily between the negative control group and the treatment groups ($p < 0.05$), while differences among the treatment groups were not entirely statistically significant. The combination group demonstrated the greatest reduction in triglyceride levels numerically. **Conclusion:** Physical activity, green tea extract (*Camellia sinensis*), and their combination were effective in reducing triglyceride levels in male white rats induced with a high-fat diet, with the greatest numerical reduction observed in the combination group.*

Keywords: *Physical activity, Camellia sinensis, triglycerides, high-fat diet*

PENDAHULUAN

Masalah obesitas dan dislipidemia, termasuk hipertrigliseridemia, merupakan isu kesehatan global yang semakin meningkat seiring dengan perubahan gaya hidup modern yang ditandai oleh pola makan tinggi lemak dan rendah aktivitas fisik.¹ Data World Health Organization (WHO) tahun 2022 menunjukkan bahwa sekitar 2,5 miliar orang dewasa mengalami kelebihan berat badan, termasuk 890 juta orang dengan obesitas. Di Indonesia, prevalensi obesitas pada penduduk dewasa (>18 tahun) berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia tahun 2023 mencapai 23,4% dan meningkat dibandingkan tahun 2018.¹ Kondisi ini berkontribusi terhadap meningkatnya prevalensi dislipidemia, yang menurut data RISKESDAS 2013 mencapai 35,9% pada penduduk usia di atas 15 tahun, dengan salah satu komponen utamanya adalah peningkatan kadar trigliserida.²

Hipertrigliseridemia merupakan bentuk dislipidemia yang berperan penting dalam meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, diabetes melitus tipe 2, dan

sindrom metabolik. Kadar trigliserida yang tinggi umumnya berkaitan dengan konsumsi lemak dan karbohidrat sederhana yang berlebihan serta kurangnya aktivitas fisik.³ Meskipun terapi farmakologis seperti statin tersedia, tidak semua individu memberikan respons optimal dan penggunaan jangka panjang berpotensi menimbulkan efek samping, sehingga diperlukan pendekatan non-farmakologis yang lebih aman dan berkelanjutan.

Aktivitas fisik merupakan salah satu intervensi non-farmakologis yang terbukti efektif dalam memperbaiki metabolisme lipid. Aktivitas fisik dapat meningkatkan aktivitas lipoprotein lipase, yang berperan dalam pemecahan trigliserida menjadi asam lemak bebas sehingga mempercepat klirens trigliserida dari sirkulasi darah.⁴ Selain itu, aktivitas fisik juga meningkatkan oksidasi asam lemak dan sensitivitas insulin, yang secara tidak langsung berkontribusi terhadap perbaikan profil lipid.⁵

Selain aktivitas fisik, teh hijau (*Camellia sinensis*) dikenal sebagai bahan alami yang memiliki efek hipolipidemik.⁶

Teh hijau mengandung senyawa katekin, terutama epigallocatechin gallate (EGCG), yang memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi serta mampu menurunkan kadar lipid darah melalui penghambatan lipogenesis dan peningkatan oksidasi asam lemak.⁷ Beberapa penelitian eksperimental menunjukkan bahwa pemberian ekstrak teh hijau dapat mencegah obesitas dan memperbaiki profil lipid pada hewan coba yang diberi diet tinggi lemak.⁸ Namun, sebagian penelitian masih memiliki keterbatasan, terutama pada durasi intervensi yang relatif singkat, sehingga efek jangka panjang terhadap kadar trigliserida belum dapat digambarkan secara optimal.

Penelitian mengenai kombinasi teh hijau dan aktivitas fisik mulai berkembang, namun hasilnya masih bervariasi. Beberapa studi menunjukkan bahwa kombinasi tersebut lebih efektif dalam memperbaiki gangguan metabolik akibat diet tinggi lemak dibandingkan intervensi tunggal, meskipun fokus utama penelitian sebelumnya lebih banyak diarahkan pada perlemakan hati, inflamasi, atau parameter metabolik lain. Selain itu, penggunaan varietas teh tertentu dengan kandungan katekin tinggi serta perbedaan durasi dan intensitas intervensi membatasi generalisasi hasil penelitian terhadap kondisi yang lebih luas. Meta-analisis juga melaporkan bahwa efek teh hijau terhadap profil lipid, khususnya trigliserida, tidak selalu menunjukkan hasil yang konsisten secara statistik.⁹

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau dengan durasi intervensi yang lebih panjang terhadap kadar trigliserida. Secara khusus, penelitian

ini bertujuan untuk menilai pengaruh aktivitas fisik, ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*), serta kombinasi keduanya pada tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain *true experimental post-test control group design*. Penelitian dilakukan setelah memperoleh persetujuan etik penelitian hewan. Subjek penelitian adalah 25 ekor tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar berusia 8–12 minggu dengan berat badan awal yang relatif homogen. Seluruh hewan coba diaklimatisasi selama tujuh hari dalam kondisi lingkungan standar serta diberi pakan dan air minum ad libitum sebelum perlakuan dimulai.

Tikus dibagi secara acak menjadi lima kelompok, masing-masing terdiri dari lima ekor, yaitu kelompok kontrol standar yang diberi pakan pelet standar, kelompok kontrol pakan tinggi lemak, kelompok pakan tinggi lemak yang mendapat ekstrak teh hijau, kelompok pakan tinggi lemak yang mendapat aktivitas fisik, serta kelompok pakan tinggi lemak yang mendapat kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik. Induksi pakan tinggi lemak dilakukan menggunakan emulsi kuning telur puyuh yang diberikan secara oral selama 21 hari untuk meningkatkan kadar trigliserida dan mensimulasikan kondisi dislipidemia akibat konsumsi lemak berlebih.

Ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) diberikan secara oral menggunakan sonde dengan dosis 300 mg/kg berat badan per hari.^{10,11} Dosis ini dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya

yang menunjukkan efek hipolipidemik tanpa menimbulkan efek toksik. Pemberian ekstrak dilakukan setiap hari selama empat minggu masa perlakuan. Aktivitas fisik dilakukan menggunakan treadmill dengan intensitas sedang, yaitu kecepatan 12–18 m/menit selama 30–50 menit per sesi, sebanyak lima kali per minggu selama empat minggu.¹² Intensitas dan durasi latihan disesuaikan untuk mencegah kelelahan berlebihan serta cedera pada hewan coba.

Pada akhir periode perlakuan, tikus dipuasakan selama 10–12 jam sebelum pengambilan sampel darah. Sampel darah diambil untuk pemeriksaan kadar trigliserida serum. Pengukuran kadar trigliserida dilakukan menggunakan metode enzimatis berbasis strip trigliserida sesuai prosedur standar laboratorium.

Data kadar trigliserida disajikan dalam bentuk rerata \pm standar deviasi. Uji normalitas dan homogenitas dilakukan sebagai prasyarat analisis parametrik. Perbedaan kadar trigliserida antar kelompok dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA*. Apabila diperoleh hasil yang bermakna secara statistik, analisis dilanjutkan dengan uji *post hoc* Tukey untuk mengetahui perbedaan antar kelompok. Nilai $p < 0,05$ dianggap bermakna secara statistik.

HASIL

Analisis hasil penelitian difokuskan pada perbandingan kadar trigliserida antar kelompok perlakuan pada akhir periode intervensi. Data yang dianalisis merupakan kadar trigliserida serum tikus putih jantan setelah seluruh rangkaian perlakuan selesai, sehingga evaluasi efek perlakuan dilakukan

secara antar kelompok menggunakan uji *One Way ANOVA*.

Tabel 1 menyajikan rerata kadar trigliserida serum pada masing-masing kelompok. Secara deskriptif, kelompok kontrol pakan tinggi lemak menunjukkan kadar trigliserida tertinggi dibandingkan kelompok lain. Sebaliknya, kelompok yang mendapatkan intervensi, baik ekstrak teh hijau, aktivitas fisik, maupun kombinasi keduanya, memperlihatkan nilai rerata trigliserida yang lebih rendah. Penurunan kadar trigliserida paling besar secara numerik terlihat pada kelompok kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik.

Tabel 1. Rerata Kadar Trigliserida Serum Tikus Putih Jantan Setelah Perlakuan

Kelompok	n	Rerata Kadar Trigliserida Setelah Perlakuan (mg/dl) (Mean \pm SD)
Kontrol standar	5	51 \pm 4,53
Kontrol pakan tinggi lemak	5	105 \pm 30,81
Pakan tinggi lemak + ekstrak teh hijau	5	67.2 \pm 16,53
Pakan tinggi lemak + aktivitas fisik	5	59.4 \pm 10,60
Pakan tinggi lemak + kombinasi	5	52.4 \pm 10,83

Untuk menilai apakah perbedaan rerata kadar trigliserida tersebut bermakna secara statistik, dilakukan analisis menggunakan uji *One Way ANOVA*. Hasil uji menunjukkan adanya perbedaan kadar trigliserida yang bermakna antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$), sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Temuan ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan memberikan pengaruh terhadap kadar trigliserida dibandingkan kelompok kontrol pakan tinggi lemak.

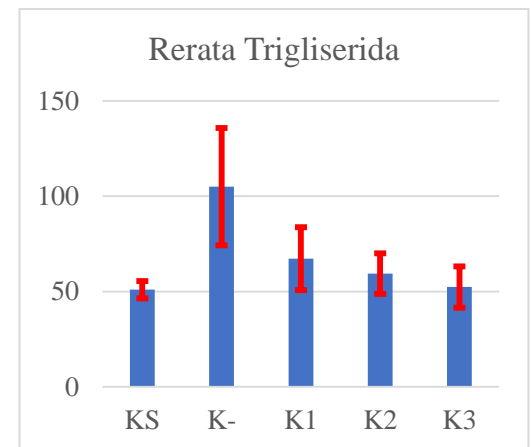
Tabel 2. Hasil Uji *One Way ANOVA* Kadar Trigliserida Antar Kelompok

Sumber Variasi	df	f	Sig.
Antar Kelompok	4	8,364	< 0,001
Dalam Kelompok	20		
Total	24		

Hasil uji lanjut *post hoc* Tukey dilakukan untuk mengetahui pasangan kelompok yang menunjukkan perbedaan bermakna. Analisis ini memperlihatkan bahwa kelompok kontrol pakan tinggi lemak berbeda bermakna dengan kelompok ekstrak teh hijau, kelompok aktivitas fisik, dan kelompok kombinasi. Perbedaan antar kelompok perlakuan menunjukkan variasi hasil, di mana tidak seluruh pasangan kelompok perlakuan berbeda secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa masing-masing intervensi memiliki efek penurunan trigliserida, namun besar efeknya relatif sebanding antar kelompok perlakuan.

Untuk mempermudah visualisasi perbedaan kadar trigliserida antar

kelompok, disajikan diagram batang pada Gambar 1. Diagram tersebut menunjukkan kecenderungan penurunan kadar trigliserida pada kelompok perlakuan dibandingkan kelompok kontrol pakan tinggi lemak. Kelompok kombinasi ekstrak teh hijau dan aktivitas fisik tampak memiliki nilai rerata terendah, diikuti oleh kelompok aktivitas fisik dan kelompok ekstrak teh hijau.



Gambar 1. Diagram Batang Rerata Kadar Trigliserida Serum Tikus Putih Jantan Setelah Perlakuan

Secara visual, perbedaan antar kelompok terlihat jelas, terutama antara kelompok kontrol pakan tinggi lemak dan kelompok perlakuan. Diagram batang memperlihatkan bahwa intervensi non-farmakologis mampu menekan peningkatan trigliserida akibat pemberian pakan tinggi lemak. Meskipun kelompok kombinasi menunjukkan penurunan terbesar secara numerik, hasil uji statistik menunjukkan bahwa keunggulan tersebut belum seluruhnya bermakna dibandingkan intervensi tunggal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak teh hijau, aktivitas fisik, dan kombinasi

keduanya berpengaruh terhadap kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak. Perbedaan yang bermakna secara statistik antar kelompok mengindikasikan bahwa intervensi yang diberikan mampu memperbaiki profil trigliserida. Namun, variasi hasil antar kelompok perlakuan juga menunjukkan bahwa efek penurunan trigliserida dipengaruhi oleh jenis dan kombinasi intervensi yang diberikan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian aktivitas fisik, ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*), serta kombinasi keduanya memberikan pengaruh terhadap kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak. Perbedaan kadar trigliserida yang bermakna antar kelompok berdasarkan uji *One Way ANOVA* mengindikasikan bahwa intervensi non-farmakologis yang diterapkan mampu memodulasi metabolisme lipid pada kondisi diet tinggi lemak.

Kelompok kontrol pakan tinggi lemak menunjukkan kadar trigliserida tertinggi dibandingkan kelompok lainnya. Temuan ini mencerminkan dampak konsumsi lemak berlebih secara kronis yang dapat meningkatkan sintesis trigliserida di hati serta menurunkan klirens lipid dari sirkulasi darah.¹³ Diet tinggi lemak juga berperan dalam meningkatkan resistensi insulin, yang selanjutnya memperburuk akumulasi trigliserida dalam plasma.¹³ Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang melaporkan peningkatan signifikan kadar trigliserida pada hewan coba yang diinduksi pakan tinggi lemak, sehingga menguatkan validitas model

dislipidemia yang digunakan dalam penelitian ini.¹⁴

Pada kelompok yang mendapatkan aktivitas fisik, kadar trigliserida lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol pakan tinggi lemak. Penurunan ini dapat dijelaskan melalui peningkatan aktivitas lipoprotein lipase pada jaringan otot rangka yang terjadi selama dan setelah aktivitas fisik, sehingga mempercepat hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas untuk digunakan sebagai sumber energi.¹⁵ Selain itu, aktivitas fisik juga meningkatkan oksidasi asam lemak dan sensitivitas insulin, yang berkontribusi terhadap penurunan akumulasi trigliserida dalam sirkulasi darah.¹⁶ Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa aktivitas fisik berperan penting dalam memperbaiki profil lipid pada kondisi diet tinggi lemak.

Penurunan kadar trigliserida juga ditemukan pada kelompok yang mendapat ekstrak teh hijau. Efek ini diduga berkaitan dengan kandungan katekin, terutama epigallocatechin gallate (EGCG), yang memiliki aktivitas antioksidan dan hipolipidemik.⁶ EGCG diketahui mampu menghambat proses lipogenesis, menurunkan penyerapan lemak di usus, serta meningkatkan oksidasi asam lemak di jaringan perifer.^{17,18} Penelitian Li et al. melaporkan bahwa ekstrak teh hijau dapat mencegah obesitas akibat diet tinggi lemak melalui aktivasi mekanisme *fat browning* dan peningkatan termogenesis, yang secara tidak langsung berkontribusi terhadap penurunan kadar trigliserida.⁷ Hasil penelitian ini memperkuat temuan tersebut dan menunjukkan bahwa ekstrak teh hijau berpotensi digunakan sebagai

intervensi non-farmakologis dalam pengendalian dislipidemia.

Kelompok yang mendapat kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau menunjukkan penurunan kadar trigliserida terbesar secara numerik dibandingkan kelompok perlakuan lain. Temuan ini mengindikasikan adanya kemungkinan efek sinergis antara kedua intervensi tersebut. Aktivitas fisik meningkatkan pemanfaatan asam lemak sebagai sumber energi, sementara ekstrak teh hijau mendukung proses tersebut melalui peningkatan oksidasi asam lemak dan penghambatan lipogenesis.^{19,20} Kombinasi kedua mekanisme ini secara teoritis dapat memberikan efek yang lebih optimal dalam menurunkan kadar trigliserida dibandingkan intervensi tunggal.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan antar kelompok perlakuan tidak seluruhnya bermakna secara statistik. Temuan ini sejalan dengan hasil meta-analisis yang melaporkan bahwa efek teh hijau terhadap profil lipid, khususnya trigliserida, tidak selalu konsisten secara statistik, terutama ketika dikombinasikan dengan aktivitas fisik. Variasi hasil ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan durasi intervensi, dosis ekstrak teh hijau, intensitas aktivitas fisik, serta karakteristik subjek penelitian.⁹

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung pentingnya durasi intervensi dalam menentukan efektivitas kombinasi teh hijau dan aktivitas fisik. Wang et al. melaporkan bahwa intervensi jangka panjang memberikan hasil yang lebih signifikan dalam memperbaiki gangguan metabolik dibandingkan intervensi jangka pendek.²¹ Meskipun fokus penelitian

tersebut lebih pada perlemakan hati dan inflamasi, temuan tersebut mendukung hipotesis bahwa durasi perlakuan memegang peranan penting dalam memunculkan efek metabolik yang lebih nyata. Demikian pula, penelitian Zhang et al. menunjukkan bahwa kombinasi teh hijau dan aktivitas fisik mampu memperbaiki berbagai parameter sindrom metabolik, termasuk trigliserida, pada mencit dengan diet tinggi lemak, meskipun dilakukan dengan protokol dan varietas teh yang berbeda.²²

Perbedaan hasil antar penelitian dapat pula dipengaruhi oleh variasi dosis ekstrak teh hijau dan kandungan katekin yang digunakan. Beberapa penelitian menggunakan varietas teh hijau dengan kandungan katekin dan kafein yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan efek hipolipidemik yang lebih jelas. Dalam penelitian ini, penggunaan dosis ekstrak teh hijau yang bersifat moderat bertujuan untuk menghindari potensi efek toksik, namun hal tersebut dapat membatasi besarnya efek penurunan trigliserida yang diamati.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau, baik secara tunggal maupun kombinasi, memiliki peran dalam menurunkan kadar trigliserida pada tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak. Meskipun penurunan terbesar secara numerik ditemukan pada kelompok kombinasi, hasil statistik menunjukkan bahwa intervensi tunggal pun telah memberikan manfaat yang bermakna dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan gaya hidup dan penggunaan bahan alami sebagai strategi pendukung dalam pencegahan dan pengendalian dislipidemia.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain jumlah sampel yang relatif kecil dan durasi intervensi yang terbatas, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan efek jangka panjang dari kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau. Selain itu, penelitian ini hanya mengevaluasi kadar trigliserida sebagai parameter lipid, sehingga belum memberikan gambaran menyeluruh mengenai profil lipid. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan durasi intervensi yang lebih panjang, jumlah sampel yang lebih besar, serta mengevaluasi parameter lipid lain guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar trigliserida antar kelompok perlakuan pada tikus putih jantan yang diberi pakan tinggi lemak. Pemberian aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*), baik secara tunggal maupun kombinasi, terbukti memberikan pengaruh dalam menurunkan kadar trigliserida dibandingkan kelompok kontrol pakan tinggi lemak.

Kombinasi aktivitas fisik dan ekstrak teh hijau menunjukkan penurunan kadar trigliserida terbesar secara numerik, meskipun perbedaan antar kelompok perlakuan tidak seluruhnya bermakna secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi non-farmakologis melalui modifikasi gaya hidup dan pemanfaatan bahan alami berpotensi menjadi strategi pendukung dalam pencegahan dan pengendalian dislipidemia akibat konsumsi pakan tinggi lemak.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight. 7 May 2025. Published 2025. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight?>
2. Tim Penyusun Revisi (Ketua: Dr. Andi Makbul Aman SK dst. . *Pedoman Pengelolaan Dislipidemia Di Indonesia 2019.*; 2019. <https://studylibid.com/doc/4314413/dislipidemia-2019>
3. Kathale S. *Essentials of Clinical Medicine.*; 2016. doi:10.5005/jp/books/10272
4. Alcazar J, Rodriguez-lopez C, Alfaro-acha A, Alegre LM, Ara I. Exercise prescription in patients with chronic diseases. *Eur J Hum Mov.* 2018;41(0):1-5.
5. Muscella A, Stefano E, Lunetti P, Capobianco L, Marsigliante S. The Regulation of Fat Metabolism during Aerobic Exercise. *Biomolecules.* 2020;10(12):1699. doi:10.3390/biom10121699
6. Ngantung MR, Dewi R, Manalu JL. PADA HEWAN COBA MODEL HIPERLIPIDEMIA EFFECTIVITY COMPARISON BETWEEN GREEN TEA AND BLACK TEA ON LOWERING TRIGLYCERIDE LEVELS IN HIPERLIPIDEMIA ANIMAL MODEL. 2020;19(2).
7. Li J, Chen Q, Zhai X, Wang D, Hou Y, Tang M. Green tea aqueous extract (GTAE) prevents high-fat diet-induced obesity by activating fat browning. *Food Sci Nutr.* 2021;9(12):6548-6558. doi:10.1002/fsn3.2580

8. Im H, Lee J, Kim K, Son Y, Lee YH. Anti-obesity effects of heat-transformed green tea extract through the activation of adipose tissue thermogenesis. *Nutr Metab (Lond)*. 2022;19(1):14. doi:10.1186/s12986-022-00648-6
9. Gholami F, Antonio J, Iranpour M, Curtis J, Pereira F. Does green tea catechin enhance weight-loss effect of exercise training in overweight and obese individuals? a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Int Soc Sports Nutr*. 2024;21(1):2411029. doi:10.1080/15502783.2024.2411029
10. Aisyah S, Gumelar AS, Maulana MS, Amalia R. HT. Identifikasi Karakteristik Hewan Vertebrata Mamalia Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Berdasarkan Morfologi dan Anatominya. *J Farm Galen (Galenika J Pharmacy)(e-Journal)*. 2023;3(2):93-102.
11. Hwang HJ, Kim YG, Chung MS. Improving the Extraction of Catechins of Green Tea (*Camellia sinensis*) by Subcritical Water Extraction (SWE) Combined with Pulsed Electric Field (PEF) or Intense Pulsed Light (IPL) Pretreatment. *Foods*. 2021;10(12):3092. doi:10.3390/foods10123092
12. Leigh SJ, Kaakoush NO, Escorihuela RM, Westbrook RF, Morris MJ. Treadmill exercise has minimal impact on obesogenic diet-related gut microbiome changes but alters adipose and hypothalamic gene expression in rats. *Nutr Metab*. 2020;17(1):1-13. doi:10.1186/s12986-020-00492-6
13. Adnan ML, Pramaningtyas MD, Islamiana D, Sudarto HA. Hyperlipidemia Diet Reduces Superoxide Dismutase Inhibition Rate in the Brain Organ of *Rattus norvegicus*. *Mutiara Med J Kedokt dan Kesehat*. 2022;22(1):14-19. doi:10.18196/mmjkk.v22i1.8167
14. Sampurna, Aulia AP, Liashari EP, Hapsari H, Gibran SS, Zulaikhah ST. Effect of Bajakah Tea Extract (*Spatholobus littoralis* Hassk) on High Density Lipoprotein, Triglyceride and Total Cholesterol Levels in Male Wistar Rats. *Pharmacogn J*. 2022;14(6):687-691. doi:10.5530/pj.2022.14.155
15. Liang M, Pan Y, Zhong T, Zeng Y, Cheng ASK. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis. *Rev Cardiovasc Med*. 2021;22(4). doi:10.31083/j.rcm2204156
16. Liu X, Zhang Y, Han B, et al. Postprandial exercise regulates tissue-specific triglyceride uptake through angiopoietin-like proteins. *JCI Insight*. 2024;9(16). doi:10.1172/jci.insight.181553
17. Bustos AS, Håkansson A, Linares-Pastén JA, Peñarrieta JM, Nilsson L. Interaction of quercetin and epigallocatechin gallate (EGCG) aggregates with pancreatic lipase under simplified intestinal conditions. Chen O, ed. *PLoS One*. 2020;15(4):e0224853.

- doi:10.1371/journal.pone.0224853
18. James A, Wang K, Wang Y. Therapeutic Activity of Green Tea Epigallocatechin-3-Gallate on Metabolic Diseases and Non-Alcoholic Fatty Liver Diseases: The Current Updates. *Nutrients*. 2023;15(13). doi:10.3390/nu15133022
 19. Li A, Wang Q, Li P, Zhao N, Liang Z. Effects of green tea on lipid profile in overweight and obese women A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Vitam Nutr Res*. 2024;94(3-4):239-251. doi:10.1024/0300-9831/a000783
 20. Liu H, Yang T, Choi S. Modulation of lipid metabolism by exercise : exploring its potential as a therapeutic target in cancer endocrinology. 2025;(May):1-16. doi:10.3389/fendo.2025.1580559
 21. Wang R, Gu M, Zhang Y, et al. Long-term drinking of green tea combined with exercise improves hepatic steatosis and obesity in male mice induced by high-fat diet. *Food Sci Nutr*. 2024;12(2):776-785. doi:10.1002/fsn3.3773
 22. Zhang Y, Gu M, Wang R, Li M, Li D, Xie Z. Dietary supplement of Yunkang 10 green tea and treadmill exercise ameliorate high fat diet induced metabolic syndrome of C57BL/6 J mice. *Nutr Metab*. 2020;17(1):1-15. doi:10.1186/s12986-020-0433-9

