

**PENGARUH KONSUMSI EKSTRAK TAHU TERHADAP  
PENURUNAN BERAT BADAN PADA MENCIT PUTIH  
JANTAN (*Mus musculus*) YANG DIBERI DIET  
TINGGI LEMAK**

**SKRIPSI**



Oleh:

**Zakia Himmiliyani**

**2008260187**

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

**PENGARUH KONSUMSI EKSTRAK TAHU TERHADAP  
PENURUNAN BERAT BADAN PADA MENCIT PUTIH  
JANTAN (*Mus musculus*) YANG DIBERI DIET  
TINGGI LEMAK**

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



**Oleh:**

**Zakia Himmiliyani**

**2008260187**

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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

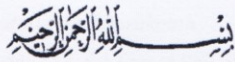
Nama : Zakia Himmiliyani  
Npm : 2008260187  
Judul Skripsi : Pengaruh Konsumsi Ekstrak Tahu Terhadap  
Penurunan Berat Badan Pada Mencit Putih Jantan  
(Mus musculus) Yang Diberi Diet Tinggi Lemak

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Medan, 25 Januari 2025



SEPUULUH RIBU RUPIAH  
10000  
TBL 20  
METERAX  
TEMPER  
24FAMX214082771  
(Zakia Himmiliyani)



**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Zakia Himmiliyani

NPM : 2008260187

Judul : **Pengaruh Konsumsi Ekstrak Tahu Terhadap Penurunan Berat Badan Pada Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*) Yang Diberi Diet Tinggi Lemak.**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

**DEWAN PENGUJI**

Pembimbing,

**(Assoc.Prof. Dr. dr. Shahrul Rahman, Sp.PD- FINASIM)**

Penguji 1

**(dr. Eka Febriyanti, M.Gizi)**

Penguji 2

**(dr. Sharlini Desfika Nasution, M.Biomed)**

Mengetahui,



**(dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL (K))**  
NIDN: 0106098201

Ketua Program Studi  
Pendidikan Dokter FK UMSU

**(dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked)**  
NIDN: 0112098605

Ditetapkan di: Medan  
Tanggal: 4 Februari 2025

## KATA PENGANTAR

*Assalamua'alikum warahmatullahi wabarakatuh*

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala hidayah dan rahmatNya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Konsumsi Ekstrak Tahu Terhadap Penurunan Berat Badan Pada Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*) Yang Diberi Diet Tinggi Lemak” ini dengan baik. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan serta bimbingan dari berbagai belah pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua saya yang tersayang dan paling saya cintai dihidup ini, Ayahanda Milhan dan Ibunda Nur'aini yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang, dukungan material ataupun moral, pengorbanan, semangat, dan segala doa yang tiada hentinya diberikan selama proses pendidikan kedokteran hingga penyelesaian skripsi ini.
3. dr. Siti MasIiana Siregar, Sp.THT-KI(K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. dr. Desi Isnayanti, M.Pd,Ked selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. dr. Nurcahaya Sinaga, Sp.A(K) selaku dosen pembimbing akademik saya selama menjalani studi di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Assoc. Prof. Dr. dr. Shahrul Rahman, Sp.PD-FINASIM, selaku Dosen Pembimbing saya yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
7. dr. Eka Febriyanti, M.Gizi, selaku dosen penguji 1 yang telah membimbing, memberikan saran dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
8. dr. Sharlini Desfika Nasution, M.Biomed, selaku dosen penguji 2 yang telah membimbing, memberikan saran dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.

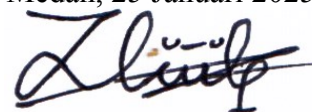
9. Seluruh staf dosen di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu serta pengetahuan kepada penulis selama melakukan penelitian.
10. Kaka saya tersayang Aulia Rahmi yang selalu memberikan semangat, dukugan, serta doanya untuk saya, tanpa kamu saya tidak akan mampu untuk berada dititik ini.
11. Teman seperjuangan saya yaitu Nurmala Sari, Herma Tiara, Febri Anggreani, Eva Alviani, Jihan Afifah yang telah memberikan dukugan dan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman satu angkatan 2020 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu
13. Abangda dan kakanda asisten laboratorium yang telah membantu saya dalam pengerjaan skripsi ini.
14. Dan yang terakhir, kepada diri sendiri “Zakia Himmilyani”. Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Sulit bisa bertahan sampai dititik ini, terimakasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri, walaupun sering kali putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba. *God thank you for being me independent women, i know there are more great ones but i'm proud of this achievement.*

Akhir kata saya berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah banyak membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat kemajuan ilmu dan pengetahuan.

Saya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan, untuk itu atas kesalahannya serta kekurangan saya berharap agar bisa diberikan kritik serta saran demi perbaikan karya tulis dikemudian hari.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Medan, 25 Januari 2025



Zakia Himmilyani

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zakia Himmiliyani

NPM : 2008260187

Fakultas : Kedokteran

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas skripsi saya yang berjudul : “Pengaruh Konsumsi Ekstrak Tahu Terhadap Penurunan Berat Badan Pada Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*) Yang Diberi Diet Tinggi Lemak”.

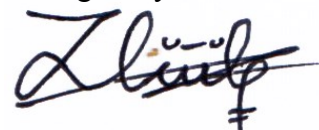
Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 25 Januari 2025

Yang menyatakan



Zakia Himmiliyani

## ABSTRAK

**Pendahuluan:** Obesitas merupakan kelainan metabolisme kompleks yang diperkirakan disebabkan oleh ketidakseimbangan asupan energi dan pengeluaran energi yang menyebabkan penumpukan lemak berlebih di berbagai jaringan dan organ adiposa. Perkembangan obesitas dikaitkan dengan hiperinsulinemia, resistensi insulin, dan kelainan metabolisme lipid. Mengonsumsi makanan dengan kandungan protein tinggi diketahui dapat menekan nafsu makan, salah satunya tahu. Tahu terdapat protein isoflovin yang memiliki efek penurunan berat badan. **Tujuan:** Untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode Eksperimen dengan desain penelitian berupa *Randomized Pre dan Posttest with Control Group Design*, menggunakan mencit putih jantan (*Mus musculus*), dengan banyak sampel 32 ekor mencit. Peningkatan berat badan dengan pemberian kuning telur, lalu pemberian Ekstrak Tahu digunakan dosis 0,8 dan 1,2 mg/hari selama 14 hari. **Hasil:** Selisih berat badan pada kelompok kontrol negatif adalah 0,72 gr, (3,2%) kelompok kontrol positif yang hanya diberi kuning telur 1,02 gr (2,2%), kelompok perlakuan 1 yang diberi ekstrak tahu 0,8 mg/hari selisih berat badan -2,88 gr (-8,5%) dan kelompok perlakuan 2 yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr (-17,3%). Hasil *Paired T-Test* menunjukkan penurunan bermakna pada kadar Ekstrak Tahu dengan dosis 0,8 dan 1,2 mg/hari ( $p < 0,05$ ). **Kesimpulan:** Terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*).

**Kata kunci:** Tahu, berat badan, obesitas, protein, isoflovin.



## **ABSTRACT**

**Introduction:** Obesity is a complex metabolic disorder thought to be caused by an imbalance in energy intake and energy expenditure that causes excess fat accumulation in various adipose tissues and organs. The development of obesity is associated with hyperinsulinemia, insulin resistance, and lipid metabolism disorders. Consuming foods with high protein content is known to suppress appetite, one of which is tofu. Tofu contains isoflavin protein which has a weight loss effect. **Purpose:** To determine the effect of giving tofu extract on weight loss in male white mice (*Mus musculus*) given a high-fat diet. **Method:** This study used an Experimental method with a research design in the form of Randomized Pre and Posttest with Control Group Design, using male white mice (*Mus musculus*), with a sample size of 32 mice. Increased body weight by giving egg yolk, then giving Tofu Extract used doses of 0.8 and 1.2 mg / day for 14 days. **Results:** The difference in body weight in the negative control group was 0.72 gr, (3.2%) in the positive control group which was only given 1.02 gr egg yolk (2.2%), treatment group 1 which was given 0.8 mg tofu extract/day, the difference in body weight was -2.88 gr (-8.5%) and in treatment group 2 which was given 1.2 mg tofu extract/day was -5.02 gr (-17.3%). Paired T-Test results showed a significant decrease in Tofu Extract levels at doses of 0.8 and 1.2 mg/day ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** There is an effect of giving tofu extract on weight loss in male white mice (*Mus musculus*).

**Keywords:** Tofu, body weight, obesity, protein, isoflovin

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI</b>	
<b>UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.3.1 Tujuan Umum .....	4
1.3.2 Tujuan Khusus .....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hipotesis.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Obesitas .....	6
2.1.1 Definisi Obesitas.....	6
2.1.2 Etiologi Obesitas.....	6
2.1.3 Indeks Massa Tubuh .....	7
2.1.4 Patofisiologi Obesitas .....	8
2.1.5 Obesitas Dengan Stres Oksidatif .....	10
2.2 Jaringan Adiposa .....	12
2.2.1 Jaringan Adiposa Sebagai Fungsi Penyimpanan.....	12
2.2.2 Jaringan Adiposa Sebagai Fungsi Endokrin .....	13

2.2.3 Plasma Lipid dan Transpor Lipid.....	13
2.3 Tahu.....	14
2.3.1 Pembuatan dan Jenis Tahu.....	14
2.3.2 Kandungan Protein Tahu .....	14
2.3.3 Manfaat Tahu.....	15
2.4 Isoflavon Pada Kedelai.....	16
2.4.1 Struktur Kimia Isoflavon .....	16
2.4.2 Isoflavon Pada Tahu Terhadap Penurunan Berat Badan .....	17
2.4.3 Mencit ( <i>Mus musculus</i> ) .....	18
2.5 Kerangka Teori .....	20
2.6 Kerangka Konsep .....	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Definisi Operasional .....	22
3.2 Jenis Penelitian .....	23
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.3.1 Waktu Penelitian .....	23
3.3.2 Tempat Penelitian .....	23
3.4 Populasi dan Sampel .....	24
3.4.1 Populasi .....	24
3.4.2 Sampel .....	24
3.4.2.1 Kriteria Inklusi .....	24
3.4.2.2 Kriteria Eksklusi.....	24
3.4.3 Besar Sampel .....	24
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	25
3.5.1 Jenis Data.....	25
3.5.2 Alat .....	26
3.5.3 Bahan.....	26
3.5.4 Prosedur Operasional.....	26
3.5.4.1 Aklimatisasi Mencit .....	26
3.5.4.2 Prosedur Perhitungan Dosis .....	27
3.5.4.3 Pembuatan Ekstrak Tahu.....	27

3.5.4.4 Perlakuan Terhadap Hewan Coba .....	28
3.5.4.5 Pemeriksaan Perubahan Berat Badan.....	28
3.6 Analisis dan Pengelolaan Data .....	28
3.6.1 Analisis Data .....	28
3.6.2 Pengelolaan Data .....	29
3.7 Alur Penelitian .....	30
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	31
4.1.1 Hasil Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Sebelum dan Sesudah Pemberian Kuning Telur dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu .....	31
4.1.2 Hasil Uji Analisa Data.....	34
4.2 Pembahasan.....	35
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran Penelitian.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi IMT .....	8
Tabel 3.1 Variabel Operasional .....	22
Tabel 3.2 Waktu Penelitian.....	23
Tabel 4.1 Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Sebelum Pemberian Kuning Telur .....	31
Tabel 4.2 Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Setelah Pemberian Kuning Telur .....	32
Tabel 4.3 Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Setelah Pemberian Ekstrak Tahu.....	32
Tabel 4.4 Selisih Berat Badan Sebelum dan Sesudah Perlakuan .....	33
Tabel 4.5 Uji Paired T-Test Pada Berat Badan Kelompok Hewan Penelitian Sebelum Pemberian Ekstrak Tahu dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu.....	34
Tabel 4.6 Uji <i>Independent Sampel T Test</i> Antar Kelompok.....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengaturan Keseimbangan Energi .....	9
Gambar 2.2 Adipokrin dan Peran Terhadap Fungsi Fisiologis.....	13
Gambar 2.3 Struktur Umum Isoflavon.....	16
Gambar 2.4 Mencit .....	19
Gambar 2.5 Kerangka Teori.....	20
Gambar 2.6 Kerangka Konsep .....	21
Gambar 2.7 Alur Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Hasil Berat Badan Hewan Penelitian Sebelum dan Sesudah Pemberian Kuning Telur dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu .....	33

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Obesitas telah menjadi epidemi di seluruh dunia dan prevalensinya terus meningkat dengan cepat di berbagai populasi. Obesitas menimbulkan tantangan kesehatan masyarakat yang besar karena obesitas merupakan prediktor independen terhadap kematian dini. Selain itu, penyakit ini sering kali muncul bersamaan dengan faktor risiko kardiovaskular lainnya, seperti diabetes, dislipidemia, dan hipertensi, yang semakin menambah beban penyakit kardiovaskular.<sup>1</sup>

Peningkatan dramatis kejadian kelebihan berat badan dan obesitas selama beberapa dekade terakhir sebagian disebabkan oleh perubahan pola makan dan gaya hidup, seperti perubahan pola makan yang cepat saji, peningkatan ketersediaan makanan berenergi tinggi, dan berkurangnya aktivitas fisik masyarakat di negara maju dan negara berkembang. Obesitas merupakan kelainan metabolisme kompleks yang diperkirakan disebabkan oleh ketidakseimbangan asupan energi dan pengeluaran energi yang menyebabkan penumpukan lemak berlebih di berbagai jaringan dan organ adiposa.<sup>1</sup>

Di negara-negara berpendapatan rendah dan menengah, tingkat kelebihan berat badan dan obesitas meningkat terutama di wilayah perkotaan. Secara global *World Health Organization* (WHO) memperkirakan bahwa lebih dari 650 juta orang dewasa berusia 18 tahun ke atas, atau 13% dari orang dewasa di dunia, mengalami obesitas. Hal ini merupakan tantangan kesehatan global yang semakin meningkat dengan dampak kesehatan dan ekonomi yang signifikan. Di Indonesia, negara berpendapatan menengah ke bawah dengan jumlah penduduk lebih dari 273 juta jiwa, beban obesitas semakin meningkat. Survei Kesehatan Dasar (Riskesmas) terbaru menunjukkan prevalensi obesitas (menggunakan indeks massa tubuh 27 tahun ke atas) di kalangan orang dewasa berusia 18 tahun ke atas meningkat lebih dari dua kali lipat dari 10,5% pada tahun 2007 menjadi 21,8% pada tahun 2020.<sup>2,3</sup>

Perkembangan obesitas dikaitkan dengan hiperinsulinemia, resistensi insulin, dan kelainan metabolisme lipid. Resistensi insulin dianggap sebagai kelainan mendasar yang paling umum pada obesitas pada manusia dan dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Khususnya, perubahan pola makan dan aktivitas fisik. Kelainan lipid yang berhubungan dengan obesitas meliputi peningkatan produksi lipid secara keseluruhan dengan peningkatan konsentrasi asam lemak, triasilgliserol, dan lipoprotein densitas rendah (LDL), serta lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL).<sup>4</sup> Strategi preventif atau terapeutik untuk mengendalikan obesitas harus menargetkan perubahan kelainan-kelainan tersebut. Berbagai modifikasi pola makan yang dirancang untuk mengendalikan kelebihan berat badan dan dislipidemia berfokus pada manipulasi jumlah dan sifat asupan energi dan lemak makanan. Dalam beberapa tahun terakhir, peningkatan perhatian telah beralih ke peran asupan protein dalam pengelolaan obesitas.<sup>5</sup>

Mengonsumsi makanan dengan kandungan protein tinggi diketahui dapat menekan nafsu makan dan asupan makanan pada manusia. Diantara ketiga makronutrien (karbohidrat, lemak, dan protein), protein mempunyai efek paling menekan asupan makanan. Selain itu, protein makanan telah terbukti menyebabkan efek kenyang dan termogenik yang lebih tinggi serta penurunan berat badan yang lebih besar dibandingkan karbohidrat. Salah satu jenis protein adalah protein nabati yaitu dari kedelai yang banyak dikonsumsi seperti tahu.<sup>6</sup>

Tahu adalah makanan yang terbuat dari susu kedelai kental yang dipres menjadi balok padat. Tahu adalah makanan seperti keju yang mudah dicerna. Tahu adalah sumber protein, zat besi, dan beberapa mineral yang sangat baik, seperti mangan, selenium, fosfor, magnesium, tembaga, seng, dan vitamin B1. Kedelai yang diolah menjadi tahu menyediakan salah satu sumber protein nabati yang paling melimpah. Protein yang dominan pada kedelai adalah protein globulin 7S (konglisinin) dan globulin 11S (glisinin), yang mencakup sekitar 80% dari total protein.<sup>7</sup>

Kandungan protein nabati seperti arginin, glisin, dan alanin, sementara protein hewani mengandung lisin dan metionin. Penelitian terdahulu mencatat bahwa asam amino lisin dan metionin cenderung meningkatkan kadar kolesterol,



sedangkan arginin memperlihatkan efek yang berlawanan. Efek protein makanan terhadap rasa kenyang dan respon hormon usus, khususnya hormon usus peptida YY (PYY) yang dikenal sebagai penghambat asupan makanan pada manusia. Asupan protein tinggi menginduksi peningkatan kadar PYY plasma dan merangsang rasa kenyang.<sup>8</sup>

Pada tahu terdapat protein isoflovin yang dominan, dimana mekanisme kerja isoflavon dengan menurunkan penyerapan kolesterol dan asam empedu pada usus halus menginduksi peningkatan ekskresi fekal asam empedu dan steroid. Isoflavon akan memberikan respon ke hati untuk mengubah kolesterol menjadi empedu sehingga dapat menurunkan kolesterol dan meningkatkan aktivitas reseptor kolesterol LDL tubuh, pada akhirnya kadar kolesterol tubuh akan turun.<sup>8</sup>

Penelitian Nagasawa dkk. meneliti efek dari kalori diet yang mengandung isolat protein kedelai (SPI) pada tahu terhadap komposisi lemak tubuh, glukosa plasma, kadar lipid dan adiponektin serta ekspresi gen yang terlibat dalam metabolisme gula dan asam lemak pada tikus jantan yang mengalami obesitas. Berat badan dan berat jaringan adiposa lemak mesenterika, epididimis, dan lemak coklat lebih rendah pada tikus yang diberi diet SPI. Kadar kolesterol plasma, trigliserida, FFA, dan glukosa juga menurun dengan diet SPI. Kandungan lemak tubuh dan kadar glukosa plasma pada tikus yang diberi diet SPI masih lebih rendah dibandingkan tikus yang diberi diet protein kasein isokalori.<sup>9</sup>

Dalam uji coba secara acak pada subjek kelebihan berat badan dan obesitas, konsumsi protein tinggi (25% dari total energi) dalam diet ad libitum rendah lemak selama 6 bulan menghasilkan penurunan berat badan dan kehilangan lemak tubuh yang lebih besar, dibandingkan dengan konsumsi tinggi karbohidrat (12% dari total energi).<sup>10</sup>

Penelitian sebelumnya bertujuan untuk mempelajari ekstrak tempe kedelai terhadap penurunan berat badan pada tikus putih yang diberi diet tinggi lemak, tetapi belum ada penelitian yang meneliti mengenai ekstrak tahu, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian untuk melihat pengaruh konsumsi ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus mucus*) yang diberi diet tinggi lemak.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Apakah terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum Penelitian**

Apakah pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak?

### **1.3.2 Tujuan Khusus Penelitian**

- Untuk mengetahui besar selisih berat badan mencit putih jantan (*Mus musculus*) setelah konsumsi diet tinggi lemak dan pemberian ekstrak tahu.
- Mengetahui nilai rata-rata berat badan mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Bagi Peneliti**

Menambah pengetahuan dan wawasan peneliti mengenai manfaat tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak.

### **1.4.2 Bagi Ilmu Pengetahuan**

Bisa menjadi sebagai dasar rujukan kepada peneliti lainnya agar mampu melangsungkan penelitian lebih jauh tentang korelasi pengaruh konsumsi ekstrak tahu dapat menurunkan berat badan.

### **1.4.3 Bagi Masyarakat**

Bisa menjelaskan kepada masyarakat terkait pengaruh konsumsi tahu yang mempunyai banyak kandungan gizi yang dapat menurunkan berat badan.

### **1.5 Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

Ho: Tidak terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak

Ha: Terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Obesitas**

##### **2.1.1 Definisi Obesitas**

Obesitas merupakan penyakit yang kompleks dan multifaktorial yang ditandai dengan kelebihan berat badan karena adanya penumpukan lemak yang berlebihan di dalam tubuh. Obesitas disebabkan oleh tidak seimbangnya jumlah energi yang masuk dan jumlah energi yang dikeluarkan sehingga berat badan menjadi lebih berat dibandingkan berat badan ideal karena adanya penumpukan lemak di dalam tubuh.<sup>11</sup>

Berdasarkan distribusi jaringan lemak, dibedakan menjadi :<sup>11</sup>

- a. *Apple shape body* (distribusi jaringan lemak lebih banyak dibagian dada dan pinggang)
- b. *Pear shape body/gynecoid* (distribusi jaringan lemak lebih banyak dibagian pinggul dan paha)

##### **2.1.2 Etiologi Obesitas**

Obesitas diduga sebagian besar disebabkan oleh interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan, antara lain aktivitas fisik, gaya hidup, social ekonomi dan nutrisi. Faktor-faktor yang berkaitan erat dengan kondisi obesitas dijabarkan sebagai berikut :<sup>12</sup>

###### **1. Faktor Genetik**

Penelitian pada tikus yang kegemukan menunjukkan adanya alel yang mengalami mutasi pada gen yang bertanggungjawab atas obesitas. Gen *INSIG2* bertanggung jawab dalam menginhibisi sintesis asam lemak dan kolesterol.<sup>12</sup>

###### **2. Faktor Lingkungan**

Obesitas lebih menonjol di daerah kota (urban) daripada daerah pedesaan. Keadaan ini merupakan masalah yang umum bagi sebagian besar masyarakat sosial menengah ke atas, yang mengalami perubahan gaya hidup

khususnya pola makan yang kurang sehat.<sup>12</sup>

### 3. Faktor Hormonal

Gangguan hormonal dalam tubuh akan berpengaruh terhadap keseimbangan energi. Hipotalamus akan menerima sinyal (input) untuk menghambat atau mengaktivasi motor sistem dalam memodulasi sistem saraf dan hormonal untuk mencari atau menjauhi makanan. Hasil (output) dari sinyal yang diterima oleh otak akan mempengaruhi pemilihan jenis makanan, porsi makan, lama makan, absorpsi serta metabolisme zat gizi di dalam tubuh. Hormon leptin juga dapat menginduksi obesitas. Leptin dieksresikan oleh jaringan lemak dan tingkat sirkulasinya merefleksikan massa lemak. Saat leptin mengikat reseptor leptin yang berada di otak, terjadi proses penghambatan pengeluaran neuropeptida Y (NPY), yang berpengaruh pada peningkatan nafsu makan. Bila tidak ada leptin nafsu makan menjadi tidak terkontrol.<sup>12</sup>

### 4. Faktor Psikologi dan Sosial

Individu yang mengalami obesitas cenderung menggunakan makanan untuk melampiaskan emosi dibandingkan untuk memenuhi rasa lapar. Individu yang tidak mampu mengenali dan mengekspresikan emosi seperti marah, takut, dan cemas menyebabkan gangguan pola makan dan konsumtif secara berlebihan sehingga terjadi obesitas. Anak-anak dengan status sosial ekonomi tinggi mempunyai resiko mengalami obesitas lebih tinggi dibandingkan dengan anak dengan status sosial ekonomi rendah.<sup>12</sup>

#### **2.1.3 Indeks Massa Tubuh (IMT)**

IMT digunakan sebagai parameter berat badan dan tinggi badan untuk menunjukkan tingkat obesitas. Tinggi dan berat badan merupakan pengukuran antropometrik yang sangat berguna karena kedua hal tersebut dapat menggambarkan ukuran tubuh secara keseluruhan. Hubungan antara tinggi dan berat badan digunakan untuk menilai status gizi dan gambaran komposisi lemak tubuh secara umum. Standar indeks massa tubuh beragam sesuai dengan usia pada pertumbuhan seseorang.<sup>1</sup>

Klasifikasi	IMT
Underweight	< 18,5 Kg/m <sup>2</sup>
Normal	18,5-24,99 Kg/m <sup>2</sup>
Overweight	25-29,99 Kg/m <sup>2</sup>
Obesitas class I	30-34,99Kg/m <sup>2</sup>
Obesitas class II	35-39,99 Kg/m <sup>2</sup>
Obesitas class III	≥ 40,00

**Tabel 2.1 Klasifikasi IMT**<sup>13</sup>

### 2.14 Patofisiologi Obesitas

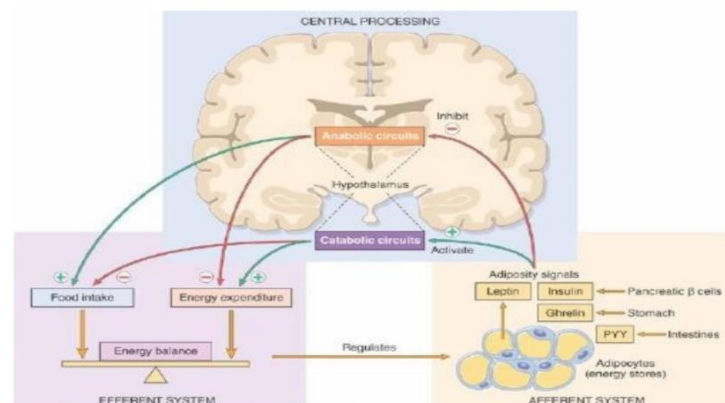
Obesitas terjadi karena adanya kelebihan energi yang disimpan dalam bentuk jaringan lemak. Gangguan keseimbangan energi ini dapat disebabkan oleh faktor eksogen (obesitas primer) sebagai akibat nutrisi (90%) dan faktor endogen (obesitas sekunder) akibat adanya kelainan hormonal, sindrom atau defek genetik (meliputi 10%). Pengaturan keseimbangan energi diperankan oleh hipotalamus melalui 3 proses fisiologis, yaitu: pengendalian rasa lapar dan kenyang, mempengaruhi laju pengeluaran energi, dan regulasi sekresi hormon.<sup>14</sup>

Proses dalam pengaturan penyimpanan energi ini terjadi melalui sinyal-sinyal eferen (yang berpusat di hipotalamus) setelah mendapatkan sinyal aferen dari perifer (jaringan adipose, usus dan jaringan otot). Sinyal-sinyal tersebut bersifat anabolik (meningkatkan rasa lapar serta menurunkan pengeluaran energi) dan dapat pula bersifat katabolik (anoreksia, meningkatkan pengeluaran energi) dan dibagi menjadi 2 kategori, yaitu sinyal pendek dan sinyal panjang. Sinyal pendek mempengaruhi porsi makan dan waktu makan, serta berhubungan dengan faktor distensi lambung dan peptida gastrointestinal yang diperankan oleh kolesistokinin (CCK) sebagai stimulator dalam peningkatan rasa lapar. Sinyal panjang diperankan oleh fat-derived hormon leptin dan insulin yang mengatur penyimpanan dan keseimbangan energi.<sup>14</sup>

Apabila asupan energi melebihi dari yang dibutuhkan, maka jaringan adiposa meningkat disertai dengan peningkatan kadar leptin dalam peredaran darah. Leptin kemudian merangsang anorexigenic center di hipotalamus agar

menurunkan produksi Neuro Peptide Y (NPY), sehingga terjadi penurunan nafsu makan. Demikian pula sebaliknya bila kebutuhan energi lebih besar dari asupan energi, maka jaringan adiposa berkurang dan terjadi rangsangan pada orexigenic center di hipotalamus yang menyebabkan peningkatan nafsu makan.<sup>14</sup>

Pada sebagian besar penderita obesitas terjadi resistensi leptin, sehingga tingginya kadar leptin tidak menyebabkan penurunan nafsu makan. Pengontrolan nafsu makan dan tingkat kekenyangan seseorang diatur oleh mekanisme neural dan humoral (neurohumoral) yang dipengaruhi oleh genetik, nutrisi, lingkungan, dan sinyal psikologis. Mekanisme ini dirangsang oleh respon metabolic yang berpusat pada hipotalamus. Seperti yang tampak pada gambar berikut:



**Gambar 2.1 Pengaturan Keseimbangan Energi**

Leptin berfungsi sebagai suatu duta (massanger) dari jaringan adiposa yang memberikan informasi ke otak mengenai ukuran massa lemak. Salah satu efek utamanya adalah sebagai penghambat sintesa dan pelepasan neuropeptida Y, dengan cara meningkatkan asupan makanan, menurunkan thermogenesis dan meningkatkan kadar insulin. Kadar leptin menurun dalam 12 jam setelah kelaparan atau selama puasa dan meningkat setelah beberapa hari mengkonsumsi banyak makanan.<sup>15</sup>

Kadar leptin yang meningkat pada penderita obesitas berhubungan dengan menurunnya kemampuan leptin untuk menekan makanan yang masuk, dan menekan penambahan berat badan, suatu keadaan yang disebut dengan resistensi leptin. Kadar leptin dalam sel adiposa dapat dijadikan sebagai indikator seberapa

efisien leptin bekerja dalam menjaga homeostasis energi. Efisiensi leptin merupakan kadar leptin yang diproduksi dalam sel adiposa yang mampu menjaga homeostasis energi melalui regulasi berat badan.<sup>15</sup>

### 2.1.5 Obesitas Dengan Stres Oksidatif

Akumulasi lipid berlebihan pada obesitas dapat menyebabkan peningkatan produksi radikal bebas baik di sirkulasi maupun di sel adiposit. Peningkatan radikal bebas ini tidak diikuti oleh peningkatan enzim antioksidan dalam tubuh sehingga menyebabkan suatu kondisi yang disebut stress oksidatif. Reaktif Oksigen Spesies (ROS) menyebabkan banyak kerusakan dari tingkat sel, hingga jaringan. Salah satunya adalah membran plasma. Peningkatan ROS menyebabkan lipid peroksidasi pada membran plasma. Terdapat beberapa kondisi pada obesitas yang dapat memicu stress oksidatif, diantaranya yaitu: Hiperglikemik, hiperlipidemia, hiperleptinemia, dan peningkatan aktifitas otot.<sup>16</sup>

#### Hiperglikemia

Kelebihan glukosa intraseluler meningkatkan jalur glikolisis dan siklus asam sitrat yang menyebabkan kelebihan produksi NADH dan FADH<sub>2</sub> sehingga terjadi peningkatan gradien proton yang melintasi membran bagian dalam mitokondria yang menyebabkan kebocoran elektron pada kompleks III yang berujung terbentuknya superoksida. Radikal bebas yang terbentuk menghambat enzim dehidrogenase gliseraldehid-3-fosfat sehingga mengarahkan metabolit antara glukosa ke dalam empat jalur alternatif: (1) glukosa dialihkan ke jalur poliol; (2) fruktosa-6-fosfat dialihkan ke jalur heksosamin; (3) triose fosfat menghasilkan metilglioksal, prekursor utama *Advanced Glycation Endproducts* (AGE); dan (4) dihydroxyacetone phosphate diubah menjadi diacylglycol, yang mengaktifkan jalur PKC. Aktivasi jalur alternatif ini menginduksi stress oksidatif/nitrosatif baik dengan meningkatkan produksi radikal bebas atau dengan merusak pertahanan antioksidan. Aktivasi jalur poliol menyebabkan penipisan NADPH dan meningkatkan konversi glukosa menjadi sorbitol, yang kemudian mengaktifkan beberapa stress gene dan menyebabkan stress oksidatif. Pembentukan glukosamin-6-fosfat dalam jalur heksosamin menghambat aktivitas



thioredoxin dan menginduksi stres oksidatif dan stress retikulum endoplasma (ER). AGE dan PKC merangsang produksi ROS/RNS dengan mengaktifkan NOX dan NF- $\kappa$ B. Aktivasi enzim NOX meningkatkan produksi radikal superoksida ( $O_2^{\cdot-}$ ) dengan mengkatalisasi reduksi oksigen menggunakan NADPH sebagai donor elektron internal. Glukosa auto-oksidasi juga menghasilkan oksidasi reaktif mirip dengan radikal hidroksil dan superoksida. AGE berikatan dengan reseptor permukaan sel khusus yang menyebabkan modifikasi pensinyalan post-reseptor dan menyebabkan terbentuknya ROS. Aktivasi faktor transkripsi NF- $\kappa$ B membentuk beberapa molekul adhesi (E-selectin, molekul adhesi antar-1, dan endotelin-1), sitokin proinflamasi (TNF-dan IL-6), iNOS, dan microRNA yang terlibat dalam adipogenesis, inflamasi, dan stres oksidatif.<sup>16</sup>

### **Hiperlipidemia**

Obesitas dikaitkan dengan peningkatan asam lemak bebas (FFA) serta penyimpanan lemak berlebihan di White Adipose Tissue (WAT). Peningkatan FFA plasma dapat meningkatkan pembentukan  $O_2^{\cdot-}$  pada transport elektron di mitokondria dengan menghambat translokasi adenin nukleotida. FFA merangsang produksi mediator reaktif melalui aktivasi NOX pada PKC-dependent dalam sel pembuluh darah yang dikultur. Asam lemak terkonjugasi rentan terhadap oksidasi, sehingga merangsang pembentukan radikal dan meningkatkan akumulasi produk sampingan oksidatif. Penumpukan lemak berlebih pada WAT menyebabkan peningkatan peroksidasi lipid pada WAT itu sendiri. Dalam penelitian pada hewan, diamati bahwa obesitas meningkatkan aktivitas NOX dan menurunkan ekspresi mRNA dan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD, katalase (CAT), dan GPx dalam WAT. Asupan makanan dari lipid spesifik juga menginduksi stres oksidatif.<sup>16</sup>

### **Hiperleptinemia**

Obesitas dikaitkan dengan peningkatan kadar leptin plasma. Leptin berperan penting dalam stres oksidatif yang diinduksi oleh obesitas. Hormon leptin mengaktifkan NOX dan menginduksi produksi zat antara reaktif seperti  $H_2O_2$  dan radikal hidroksil. Dalam model tikus, injeksi leptin menyebabkan

kadar plasma dan lipid hidroperoksida urin yang lebih tinggi, MDA, isoprostane, dan kandungan protein karbon dibandingkan dengan kontrol. Selain itu, leptin juga merangsang proliferasi monosit dan makrofag sehingga dapat meningkatkan produksi sitokin proinflamasi.<sup>16</sup>

## **2.2 Jaringan Adiposa**

Jaringan adiposa adalah organ metabolik dinamis yang merupakan tempat penyimpanan utama energi berlebih, tetapi juga berfungsi sebagai organ endokrin yang mampu mensintesis sejumlah senyawa aktif biologis yang mengatur homeostasis metabolik. Jaringan dinamis ini tidak hanya terdiri dari adiposit, tetapi juga jenis sel lain yang disebut fraksi stromavaskular, antara lain terdiri dari sel darah, sel endotel, perisit, dan sel prekursor adiposa.<sup>17</sup>

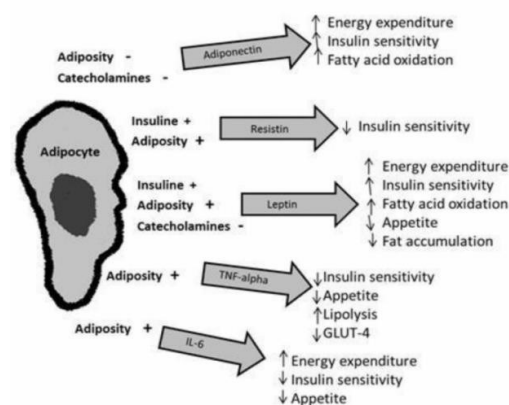
### **2.2.1 Jaringan Adiposa Sebagai Fungsi Penyimpanan**

Sel-sel adiposit berasal dari tipe sel preadiposit lalu berdiferensiasi melalui dua jalur adipogenik yaitu lemak putih (*white fat*) dan lemak coklat (*brown fat*). Lemak putih lebih banyak ditemukan pada orang dewasa. Lemak putih sebenarnya tampak bewarna kekuningan karena akumulasi berbagai macam pigmen. Sel adiposa jenis ini berbentuk globular berukuran besar (unilocular) tak bermembran. Jaringan lemak putih berperan utama dalam regulasi transpor lipid.<sup>17</sup>

Jaringan lemak coklat hanya dapat ditemukan pada kondisi tertentu yaitu pada bayi baru lahir dan anak-anak. Jaringan lemak coklat terdiri atas sel-sel yang banyak mengandung sitokorn mitokondria. Mitokondria tersebut dikelilingi oleh globul- globul lipid multilokular. Morfologi ini mendukung peran lemak coklat dalam proses pemakaian simpanan lemak dalam waktu cepat. Selain itu, jaringan lemak coklat mengandung thermogenin, sejenis protein yang berperan dalam transport elektron dari fosforilasi oksidatif dan menghamburkan gradien proton melewati membran mitokondria bagian dalam sehingga menghasilkan lebih banyak panas dibandingkan ATP.<sup>17</sup>

### 2.2.2 Jaringan Adiposa Sebagai Fungsi Endokrin

Jaringan adiposa tidak hanya berperan sebagai jaringan penyimpan trigliserida, tetapi juga berperan sebagai penghasil substansi tertentu melalui fungsi endokrin, parakrin dan autokrinnya. Substansi bioaktif yang dihasilkan disebut adipokin atau adipositokin. Adipokin lebih banyak diproduksi oleh jaringan adiposa putih dan berperan dalam homeostasis berbagai proses fisiologis. Adipokin yang dapat ditemukan berupa Plasminogen Activator Inhibitor-1 (PAI-1), TNF- $\alpha$  resistin, leptin dan adiponektin. Gambar 2.2 menunjukkan adipokin utama yang dihasilkan oleh jaringan adiposa dan perannya dalam proses fisiologis. Jaringan adiposa menghasilkan adipokin yang memiliki efek metabolik pada jaringan sentral maupun perifer. Produksi adipokin dipengaruhi oleh insulin, katekolamin, dan penyimpanan lemak.<sup>17</sup>



**Gambar 2.2 Adipokrin dan Peran Terhadap Fungsi Fisiologis<sup>17</sup>**

### 2.2.3 Plasma Lipid dan Transpor Lipid

Lipid tidak bersirkulasi dalam bentuk bebas dan memiliki sifat tidak larut air. Kolesterol, trigliserida dan fosfolipid dibawa dalam bentuk kompleks lipoprotein sedangkan *Free Fatty Acid* (FFA) terikat pada albumin. Kompleks yang terbentuk meningkatkan daya larut lipid. Enam famili lipoprotein digolongkan berdasarkan ukuran dan jenis lipid yang dibawanya. Secara umum, lipoprotein terdiri dari inti hidrofobik trigliserida dan kolesterol ester yang dikelilingi oleh fosfolipid dan protein.<sup>18</sup>

## 2.3 Tahu

Tahu adalah produk yang terbuat dari bahan baku yang berupa kedelai. Nama tahu berasal dari kata serapan bahasa Hokkian (tauhu) yang memiliki arti yaitu sebagai kedelai yang difermentasikan. Kandungan gizi dari sebuah tahu adalah 8-12% protein, 4-6% lemak, dan 1-6% karbohidrat.<sup>19</sup>

Tumbuhan Kedelai termasuk dalam golongan leguminosae yakni kacang-kacangan yang umumnya golongan ini banyak ditemukan senyawa isoflavon. Tanaman kedelai banyak tersebar di Indonesia, Jepang dan China. Isoflavon termasuk dalam golongan flavonoid yang merupakan senyawa polifenolik. Struktur kimia dasar dari isoflavon hampir sama seperti flavon, yaitu terdiri dari 2 cincin benzen (A dan B) dan terikat pada cincin C piran heterosiklik, tetapi orientasi cincin B nya berbeda. Pada flavon, cincin B diikat oleh karbon nomor 2 cincin tengah C, sedangkan isoflavon diikat oleh karbon nomor 3.<sup>19</sup>

### 2.3.1 Pembuatan dan Jenis Tahu

Bahan dasar pembuatan tahu adalah kedelai, air, dan asam cuka. Kedelai yang digunakan dalam proses pembuatan tahu adalah kedelai yang sudah diolah dalam bentuk sari kedelai. Sari kedelai yang ditambah dengan asam cuka akan bereaksi dengan kandungan protein, sehingga akan terjadi proses penggumpalan. Tahapan pembuatan tahu meliputi proses pemilihan biji kedelai, kemudian dilanjutkan dengan perendaman. Proses berikutnya adalah pencucian dan penggilingan biji kedelai. Hasil yang diperoleh adalah sari kedelai, kemudian sari kedelai tersebut dididihkan dan digumpalkan hingga terbentuk tahu yang diinginkan. Ada beberapa jenis tahu yang dijual di pasaran. Ada 7 macam jenis tahu yang beredar di pasaran yaitu tahu putih, tahu pong, tahu kuning, tahu sutera, tahu susu, tahu air, dan tahu kulit.<sup>19</sup>

### 2.3.2 Kandungan Protein Tahu

Tahu merupakan makanan yang banyak dinikmati terbuat dari kedelai, dan merupakan sumber protein, vitamin (A, C, D, E, K, dan vitamin B, seperti riboflavin, tiamin, niasin, asam pantotenat, biotin, vitamin B-6, vitamin B-12 dan

folat), dan mineral (kalsium, fosfor, kalium, magnesium, zat besi, seng, mangan, selenium, dan tembaga). Selain itu, tahu juga kaya akan asam lemak omega-3 yang dibutuhkan untuk kesehatan. Tahu juga menyediakan asam amino yang dibutuhkan, yang penting untuk pola makan yang sehat dan seimbang.<sup>20</sup>

Satu blok tahu dengan berat 122 g mengandung 177 kalori, 5,36 g karbohidrat, 12,19 g lemak, 15,57 g protein, 421 mg kalsium, 282 mg fosfor, 178 mg kalium, 65 mg magnesium, 3,35 mg zat besi, 2 mg zinc, dan 27 mcg folat. Ini juga menyediakan sejumlah kecil niasin, riboflavin, thiamin, vitamin B-6, kolin, mangan, dan selenium. Kebutuhan protein harian yang disarankan bagi pria dan wanita masing-masing adalah 56 g dan 46 g. Kita membutuhkan sekitar 0,80 g protein berkualitas baik/kgbb/hari. Satu porsi tahu menyediakan protein yang memenuhi lebih dari 18% kebutuhan harian kita. Apalagi, seseorang bisa mendapatkan 33% kebutuhan zat besi dalam sehari hanya dengan mengonsumsi tahu satu kali.<sup>20</sup>

### **2.3.3 Manfaat Tahu**

Kandungan senyawa aktif pada tahu adalah isoflavon. Dimana penelitian menunjukkan bahwa menambah asupan makanan dengan 80 mg isoflavon per hari selama 12 minggu meningkatkan aliran darah sebesar 68% pada pasien yang berisiko terkena stroke. Tahu juga mengandung saponin yaitu senyawa yang diduga memiliki efek perlindungan terhadap kesehatan jantung, serta mampu meningkatkan kolesterol darah dan meningkatkan pembuangan asam empedu, yang keduanya dapat membantu menurunkan penyakit jantung.<sup>21</sup>

Selain itu, tahu dapat meningkatkan penurunan berat badan, mengurangi risiko diabetes, seperti yang ditunjukkan oleh sebuah penelitian bahwa, untuk wanita penderita diabetes pascamenopause, suplemen dengan 30 g protein kedelai terisolasi menurunkan kadar glukosa darah, meningkatkan kadar insulin sebesar 8,1%, dan resistensi insulin sebesar 6,5%, kolesterol sebesar 7,1%, dan kolesterol total sebesar 4,1%.<sup>22</sup>

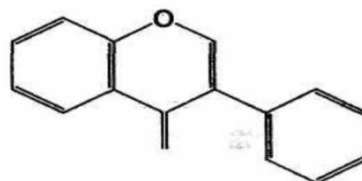
Penelitian menunjukkan kandungan isoflavon dalam kedelai dapat menurunkan resiko penyakit jantung. Isoflavon diketahui juga dapat memberikan

perlindungan pada jantung dengan cara menurunkan Indeks Massa Tubuh (IMT), lingkar pinggang, dan meningkatkan kolesterol baik. Tahu juga diketahui dapat menurunkan resiko beberapa jenis kanker seperti kanker payudara, kanker pada sistem pencernaan, dan kanker prostat. Kadar gula darah juga dapat dikendalikan dengan isoflavon kedelai yang terdapat dalam tahu. Selain itu, isoflavon kedelai dapat meningkatkan fungsi otak, menjaga kesehatan tulang, dan meningkatkan elastisitas kulit<sup>23</sup>

## 2.4 Isoflavon Pada Kedelai

### 2.4.1 Struktur Kimia Isoflavon

Isoflavon pada kedelai terdapat dalam empat bentuk yaitu: 1. Bentuk aglikon (non gula): genistein, daidzein, dan glycitein; 2. Bentuk glikosida: daidzin, genistin dan glisitin; 3. Bentuk asetilglikosida: 6''-O-asetil daidzin, 6''-Oasetil genistin, 6''-O-asetil glisitin dan; 4. Bentuk malonilglikosida: 6''-O-malonil daidzin, 6''-O-malonil genistin, 6''-O-malonil glisitin. Diantara bentuk isoflavon tersebut, isoflavon aglikon terutama genistein menunjukkan aktivitas antioksidatif tertinggi. Genistein adalah fitoestrogen berfungsi sebagai estrogen ketika kadar estrogen dalam tubuh rendah dengan aktifitas sebagai Selective Estrogen Receptor Modulator (SERM) alami, yang cenderung tidak mengganggu jaringan reproduksi, karena merupakan agonis reseptor estrogen.<sup>24</sup>



**Gambar 2.3 Struktur Umum Isoflavon**

Isoflavon dalam bentuk glikosida tidak dapat diserap oleh tubuh, agar bisa diserap maka isoflavon tersebut perlu dihidrolisis oleh enzim  $\beta$ -glucosidase dalam usus untuk melepaskan ikatan glikosidanya. Isoflavon dalam bentuk aglikon seperti genistein, daidzein dan glisitein lebih mudah diserap oleh usus halus sebagai bagian dari misel yang dibentuk oleh empedu. Isoflavon yang

sebagian larut lemak dan sebagian berikatan dengan protein dengan kekuatan yang lemah membuat sirkulasi isoflavon di dalam darah bersifat kompleks. Isoflavon kemungkinan didistribusikan melalui darah ke hati atau didaur ulang sebagai bagian dari cairan empedu dan sirkulasi enterohepatik.<sup>24</sup>

Upaya untuk memperbaiki daya absorpsi isoflavon, dapat dilakukan melalui proses hidrolisis diluar tubuh melalui metode kimiawi dan fermentasi untuk melepaskan molekul gula pada isoflavon glikosida tersebut. Proses hidrolisis dilakukan dengan memanfaatkan asam kuat seperti HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sementara proses fermentasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis mikroorganisme probiotik.<sup>24</sup>

#### **2.4.2 Isoflavon Pada Tahu Terhadap Penurunan Berat Badan**

Dengan memiliki sifat antioksidan tinggi, isoflavon berperan dalam mencegah peroksidasi lipid. Isoflavon merupakan antioksidan primer dimana bekerja sebagai akseptor radikal bebas. Sehingga mampu menghambat reaksi radikal bebas pada oksidasi lipid. Penelitian Zhang et al., menyebutkan bahwa isoflavon mengakibatkan penurunan berat badan melalui peningkatan kadar hormon pencernaan Kolesistokinin (KSK). Dimana KSK adalah hormon yang diproduksi pada usus halus. KSK adalah salah satu hormon gastrointestinal klasik yang diketahui memainkan peran sentral dalam mengatur homeostasis nutrisi. Hormon ini termasuk stimulasi kontraksi kandung empedu (kolesistokinin) dan sekresi eksokrin pankreas (pankrezim). Dengan empedu memainkan peran kunci dalam pembentukan misel untuk pencernaan lemak dan enzim pankreas yang penting untuk pencernaan lemak dan protein. Tindakan fisiologis lain dari hormon ini termasuk memperlambat pengosongan lambung. KSK juga dapat menekan nafsu makan, membatasi makan berlebihan, dan penambahan berat badan. Efek kolesistokinin pada nafsu makan dimediasi oleh *G protein-coupled receptor* (GPCR) kelas AG yang diidentifikasi sebagai *type 1 cholecystokinin receptor* (CCK1R). Reseptor ini terdapat pada neuron aferen vagal yang terdapat di dinding usus bagian atas. Neuron-neuron tersebut kemudian mempengaruhi inti sistem saraf pusat yang terlibat dalam pengaturan nafsu makan.<sup>25</sup>

Efek protein makanan terhadap rasa kenyang dan respon hormon usus, khususnya hormon usus peptida YY (PYY) yang dikenal sebagai penghambat asupan makanan pada manusia. Asupan protein tinggi menginduksi peningkatan kadar PYY plasma dan merangsang rasa kenyang. Protein isoflovin yang dominan, dimana mekanisme kerja isoflavin dengan menurunkan penyerapan kolesterol dan asam empedu pada usus halus menginduksi peningkatan ekskresi fekal asam empedu dan steroid. Isoflavin akan memberikan respon ke hati untuk mengubah kolesterol menjadi empedu sehingga dapat menurunkan kolesterol dan meningkatkan aktivitas reseptor kolesterol LDL tubuh, pada akhirnya kadar kolesterol tubuh akan turun.<sup>26</sup>

#### 2.4.3 Mencit (*Mus musculus*)

Mencit merupakan mamalia yang biasa digunakan untuk keperluan laboratorium sebagai hewan percobaan, sebanyak 40% studi 25 menggunakan mencit sebagai model laboratorium. Mencit digunakan sebagai hewan percobaan di laboratorium karena memiliki siklus hidup yang relatif pendek, banyaknya jumlah anak per kelahiran, memiliki karakteristik reproduksi yang mirip dengan mamalia lain, juga struktur anatomi, fisiologi dan genetik yang mirip dengan manusia.<sup>27</sup>

Genome mencit, sapi, babi dan manusia sangat mirip, sehingga mencit digunakan sebagai model untuk mempelajari anatomi, pengetahuan dasar genetika kualitatif dan kuantitatif, bidang fisiologi, farmakologi, toksikologi, patologi, histopatologi hingga psikiatri. Mencit yang banyak di Indonesia berasal dari hasil divergen dari mencit di Asia Barat Daya.<sup>27</sup>

Klasifikasi mencit menurut Lane-Petter dan Ungerer adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Sub filum	: Vertebrata
Kelas	: Mamalia
Ordo	: Rodentia



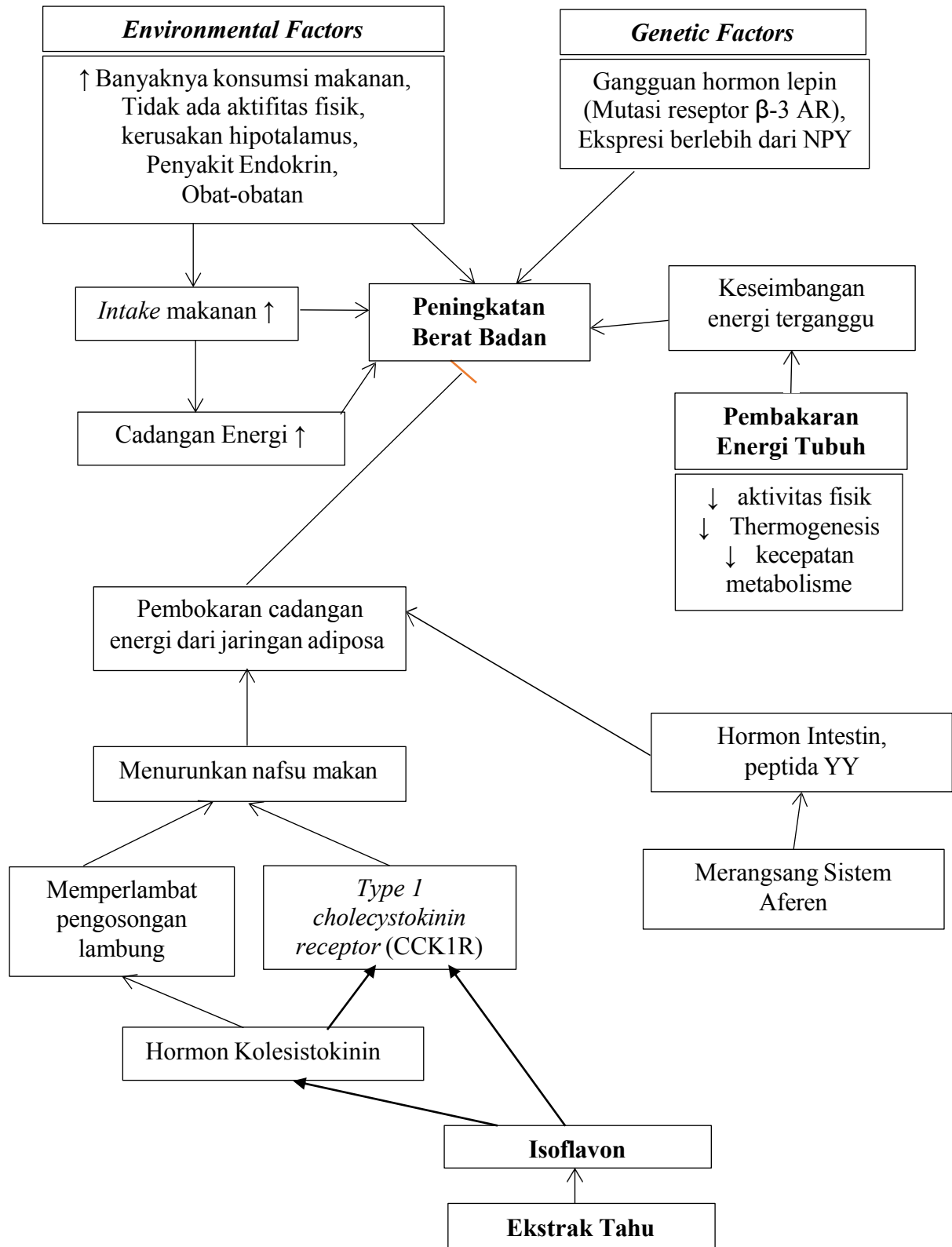
Sub ordo : Myomorpha  
Famili : Muridae  
Sub famili : Murinae  
Genus : Mus  
Spesies : Mus musculus L.

Penggunaan mencit jantan pada penelitian ini dikarenakan mencit jantan tidak mengalami siklus estrus, tidak memiliki hormon estrogen, kondisi hormonal yang lebih stabil dibandingkan dengan mencit betina dan mudah dikendalikan. Tingkat stress pada mencit jantan juga lebih rendah dibandingkan dengan mencit betina, yang memungkinkan dapat mengganggu proses penelitian Mencit yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan uji normal laboratorium dengan menimbang berat badan, memeriksa kesehatan dan tubuh mencit sebelum penelitian. Mencit yang baik digunakan untuk penelitian adalah mencit yang sehat, ditandai dengan tidak adanya kerontokan rambut, bergerak aktif, nafsu makan baik, ukuran tubuh yang baik (tidak terlalu kurus maupun obesitas), dan tidak memiliki kelainan pada bagian kepala, perut, maupun anggota gerak tubuhnya.<sup>27</sup>



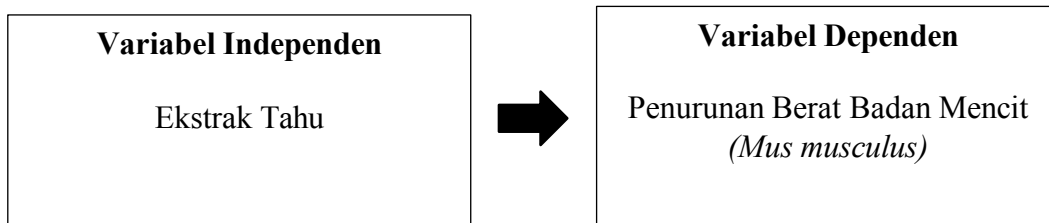
**Gambar 2.4** Mencit (*Mus musculus L.*)

## 2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.5 Kerangka Teori

## 2.6 Kerangka Konsep



**Gambar 2.6 Kerangka Konsep**

**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Definisi Operasional**

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	Ekstrak Tahu	Tahu adalah ekstrak protein dari kacang kedelai yang tinggi protein, sedikit karbohidrat, memiliki nilai gizi dan digestibilitas yang baik yang diberikan pada hewan coba dengan menggunakan sonde lambung.	Timbangan digital	Dosis 1: 0,8 mg/hari. Dosis 2: 1,2 mg/hari	Nominal
2.	Perubahan berat badan	Perubahan berat badan mencit putih jantan ( <i>Mus musculus</i> ) dimana melihat selisih pada hari ke – 14 yang sebelumnya diberikan diet tinggi lemak berupa kuning telur puyuh kemudian diberikan ekstrak tahu yang diukur pada hari ke – 28.	Timbangan digital	Mean (standar deviasi gram)	Rasio

### 3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Eksperiment dengan desain penelitian berupa *Randomized Pre dan Posttest with Control Group Design* untuk melihat pengaruh pemberian ekstrak tahu pada mencit putih jantan (*Mus Musculus*) yang diberikan diet tinggi lemak dengan hasil penurunan berat badan.

### 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

#### 3.3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2024 hingga Januari 2025

Tabel 3.2 Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Juni 2024	Juli 2024	Agust 2024	Sept 2024	Okt 2024	Nov 2024	Des 2024	Jan 2025
1.	Penyusunan Proposal	■	■						
2.	Sidang Proposal			■					
3.	Pengurusan Izin Etik Penelitian				■				
4.	Penelitian					■	■		
5.	Analisis Data dan Evaluasi							■	
6.	Seminar Hasil								■

#### 3.3.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di Unit Pengelolaan Hewan Laboratorium Bagian Farmakologi dan Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### 3.4 Populasi dan Sampel

#### 3.4.1 Populasi

Populasi yang digunakan adalah mencit putih jantan (*Mus musculus*).

#### 3.4.2 Sampel

Sample yang digunakan adalah mencit putih jantan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

##### 3.4.2.1 Kriteria Inklusi

- Mencit putih dengan jenis kelamin jantan
- Usia 2-3 bulan
- Keadaan mencit sehat, bergerak aktif, tidak ada luka dan tidak ada cacat tubuh
- Berat badan 20-40 gram

##### 3.4.2.2 Kriteria Eksklusi

- Mencit tidak bergerak secara aktif selama masa adaptasi
- Mencit mati selama masa adaptasi

#### 3.4.3 Besar Sampel

Besar sampel ini dihitung dengan menggunakan rumus Federer, yaitu  $(t-1)(n-1) \geq 15$ .

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

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

$$3(n-1) \geq 15$$

$$3n-3 \geq 15$$

$$3n \geq 15+3$$

$$3n \geq 18$$

$$n = 6$$

Keterangan:

t : Jumlah Kelompok

n : Jumlah Sampe

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus Federer diatas maka besar sampel minimal perkelompok adalah 6 ekor. Dilakukan penambahan drop out sebesar 20% dari besar sampel minimal dan penambahan sampel berdasarkan besar sampel penelitian, maka besar sampel yang digunakan menjadi 8 ekor mencit putih jantan (*Mus musculus*) untuk setiap kelompok. Jadi jumlah seluruh hewan coba yang dibutuhkan sebanyak 32 ekor mencit.

Pemilihan sampel dan pengelompokannya dilakukan dengan metode *simple random sampling*, setiap 32 ekor sampel yang memenuhi kriteria akan diberi nomor, untuk kemudian diambil secara acak oleh peneliti dan dibagi menjadi 4 kelompok yang sama besar.

Dimana kelompok penelitian dibagi atas 4 kelompok, yaitu :

1. Kelompok Kontrol Negatif (K-) ; Mencit hanya diberikan pakan standar
2. Kelompok Kontrol positif (K+) : Mencit diberikan kuning telur puyuh selama 14 hari dilanjutkan dengan pakan standar selama 14 hari.
3. Kelompok Perlakuan 1 (P1) : Mencit diberikan kuning telur puyuh selama 14 hari dilanjutkan dengan pakan dan pemberian ekstrak tahu dengan dosis 0,8 mg/hari selama 14 hari.
4. Kelompok Perlakuan 2 (P2) : Mencit diberikan kuning telur puyuh selama 14 hari dilanjutkan dengan pakan dan pemberian ekstrak tahu dengan dosis 1,2 mg/hari selama 14 hari.

### **3.5 Teknik Pengumpulan Data**

#### **3.5.1 Jenis Data**

Data pada penelitian ini adalah data primer berupa pengaruh ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan yang diberi diet tinggi lemak.

### 3.5.2 Alat

1. Kandang Mencit
2. Tempat Makan Dan Minum Mencit
3. Spuit
4. Sonde Lambung
5. Neraca Elektronik
6. Handscoon
7. Masker
8. Blender
9. Botol Maserasi
10. Batang Pengaduk Kaca
11. Rotary Evaporator
12. Erlenmeyer
13. Corong Kaca
14. Baker Glass
15. Hotplate
16. Magnetic Stirrer

### 3.5.3 Bahan

1. Tahu
2. Mencit Putih (*Mus musculus*) Jantan
3. Pakan dan Minum Standar Mencit
4. Kuning Telur Puyuh
5. Etanol 96%
6. Aquadest

### 3.5.4 Prosedur Operasional

#### 3.5.4.1 Aklimatisasi Mencit

Mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang memenuhi kriteria di adaptasikan di laboratorium selama satu minggu hal ini bertujuan untuk memperoleh keseragaman sebelum melakukan penelitian dan untuk mengontrol hewan coba, selama masa adaptasi diberi makan dan minum (*ad libitum*).



### 3.5.4.2 Prosedur Perhitungan Dosis

#### 1) Prosedur Perhitungan Dosis Ekstrak Tahu

Dosis pada penelitin sebelumnya yang menggunakan ekstrak bahan dasar kedelai yang diberikan pada tikus adalah 3,15 mg/hari dan 5,58 mg/hari. Konversi berat badan dari tikus (200 gr) ke mencit (20 g) adalah 0,14.

- a. Dosis 1 :  $3,15 \text{ mg/hari} \times 0,14 = 0,441 \text{ mg/hari}$  dengan berat mencit 20 gr. Rata-rata berat badan yang digunakan pada perlakuan 1 yaitu 35 gr ( $35 : 20 \times 0,441 = 0,771 \text{ mg}$ ). Dosis yang digunakan pada kelompok perlakuan 1 adalah 0,8 mg/hari)
- b. Dosis 2 :  $5,58 \text{ mg/hari} \times 0,14 = 0,7812 \text{ mg}$  dengan berat mencit 20 gr. Rata-rata berat badan yang digunakan pada perlakuan 2 yaitu 31 gr ( $31 : 20 \times 0,7812 = 1,210 \text{ mg}$ ). Dosis yang digunakan pada kelompok perlakuan 2 adalah 1,2 mg/hari.

### 3.5.4.3 Pembuatan Ekstrak Tahu

Metode yang digunakan adalah maserasi dengan pelarut etanol 96% digunakan untuk mengekstrak tahu. Sebanyak 2500gr tahu dicuci terlebih dahulu, kemudian dipotong kecil-kecil dan dikeringkan selama 2 hari. Setelah dikeringkan tahu diblender hingga hancur menjadi serbuk. Serbuk tahu yang telah dihaluskan di maserasi dengan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:5 atau 100 gr serbuk tahu dengan 500mL etanol 96% sampai semua metabolit terekstraksi, sampel akan disimpan selama 1x24 jam dan dilakukan selama 3 hari lalu di filtrasi menggunakan kertas saring, setelah di saring akan dievaporasi menggunakan Rotary Vaccum Evaporator agar didapat ekstrak cair dan ditimbang untuk menghitung rendamannya. Dosis yang akan diberikan pada Mencit Putih Jantan adalah 0,8 mg/hari untuk kelompok perlakuan 1 dan 1,2 mg/hari untuk kelompok perlakuan 2.

#### **3.5.4.4 Perlakuan Terhadap Hewan Coba**

a) Prosedur Pemberian Kuning Telur

Kuning telur yang digunakan yaitu kuning telur puyuh dengan pemberian induksi sejumlah 73 mg kuning telur puyuh yang diberikan sesuai dengan kapasitas lambung mencit yaitu 0,5 mL, sehingga suspensi yang dibuat dengan mencampurkan 7.3 g kuning telur puyuh dengan aquadest sampai 50 mL. Volume pemberian pada mencit sebesar 0,5 mL/hari yang diberikan secara oral menggunakan sonde lambung selama 14 hari.<sup>28</sup>

b) Prosedur Pemberian Ekstrak Tahu

Mencit diberikan ekstrak tahu setiap hari secara oral menggunakan sonde lambung satu kali sehari selama 14 hari dengan dosis 0,8 mg/hari untuk kelompok perlakuan 1 dan dosis 1,2 mg/hari untuk kelompok perlakuan 2.

#### **3.5.4.5 Pemeriksaan Perubahan Berat Badan**

Penimbangan berat badan pada Mencit Putih Jantan (*Mus Musculus*) dilakukan sebanyak 2 kali, hari ke 14 setelah diberi kuning telur puyuh dan hari ke 28 setelah intervensi pemberian ekstrak tahu.

### **3.6 Analisis dan Pengelolaan Data**

#### **3.6.1 Analisis Data**

Analisa data menggunakan uji ANOVA dan T-Test. Persyaratan untuk menggunakan ANOVA yaitu bila data berdistribusi normal, yang diuji dengan uji Shapiro-wilk dan uji homogenitas dengan uji F-Levene, Jika data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen maka analisis uji perbedaan dilakukan dengan menggunakan uji Kruskal Wallis (uji perbedaan antara empat sampel independen secara keseluruhan).

Jika data berdistribusi normal dan homogen selanjutnya dilakukan uji perbedaan antara kelompok pre dan post test pada hasil penelitian yaitu uji T-Test, dan jika data tidak berdistribusi normal dan homogen dilakukan uji Wilcoxon Test.

Dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney (uji perbedaan antar masing-masing sampel). Seluruh analisis dilakukan dengan menggunakan program statistik SPSS Windows Release 25.0

### **3.6.2 Pengelolaan Data**

a. Editing

Teknik ini digunakan untuk memeriksa ketetapan dan kelengkapan data yang telah dikumpulkan, apabila data belum lengkap ataupun ada kesalahan

b. Coding

Data yang telah terkumpul dan dikoreksi ketepatan dan kelengkapannya kemudian diberi kode oleh peneliti secara manual sebelum diolah dengan program komputer.

c. Processing

Data yang telah dibersihkan kemudian dimasukkan ke dalam program komputer.

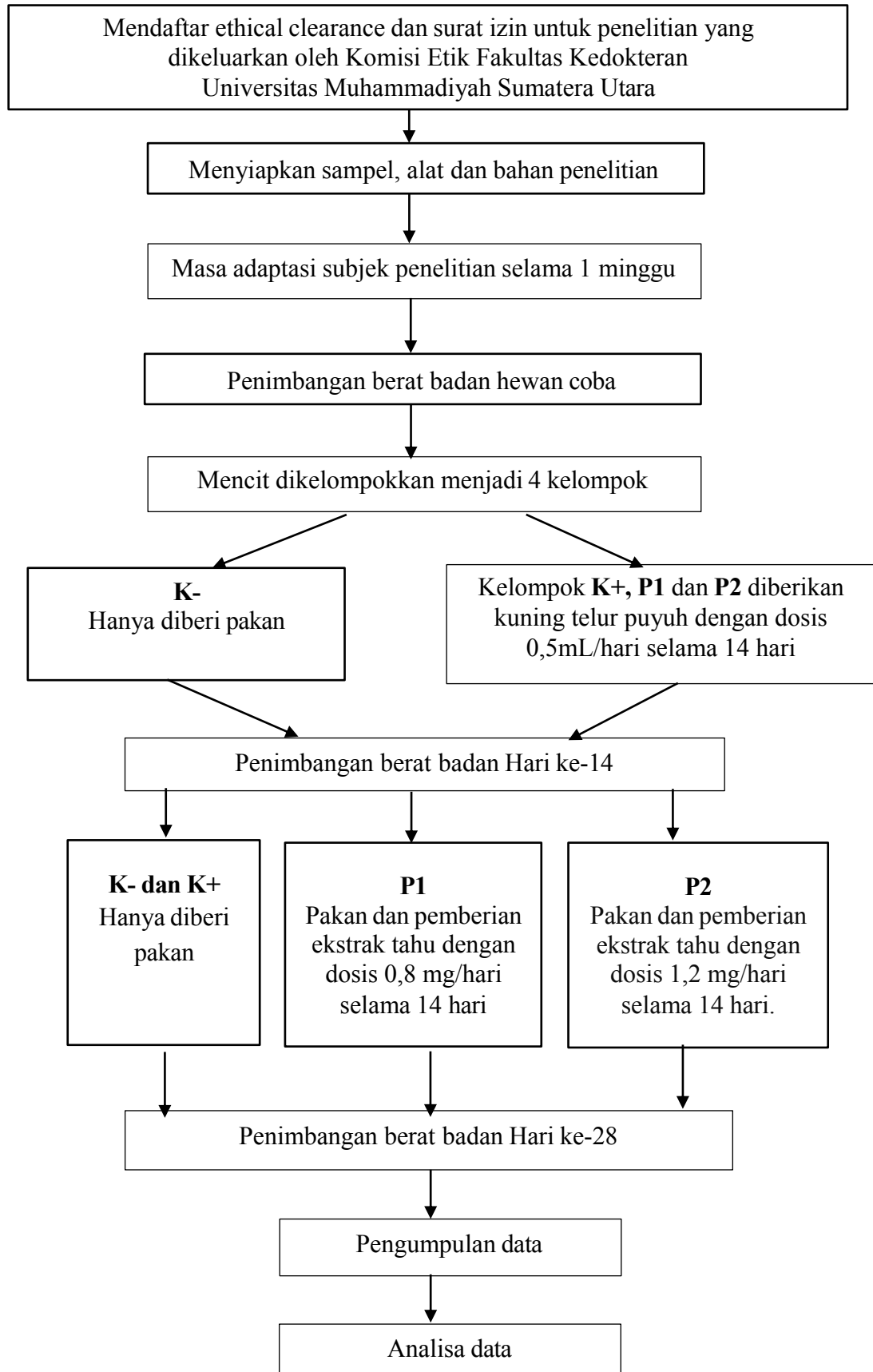
d. Cleaning

Cleaning pemeriksaan semua data yang telah dimasukkan ke dalam program komputer guna menghindari terjadinya kesalahan dalam memasukkan data.

e. Saving

Penyimpanan data untuk siap dianalisis.

### 3.7 Alur Penelitian



**BAB 4**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Hasil Penelitian**

**4.1.1 Hasil Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Sebelum dan Sesudah Pemberian Kuning Telur dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu**

Berikut adalah hasil rata-rata penimbangan berat badan hewan penelitian sebelum dan sesudah pemberian kuning telur dan setelah pemberian ekstrak tahu yaitu:

Tabel 4.1 Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Sebelum Pemberian Kuning Telur

<b>K (-)</b>	<b>K (+)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
21,72	22,46	25,07	24,29
21,61	22,44	24,87	24,25
21,57	22,41	24,76	24,21
21,50	22,39	24,50	24,16
21,43	22,35	24,48	24,00
21,37	22,33	24,45	23,77
21,31	22,29	24,39	23,68
21,24	22,27	24,33	23,54
<b>21,46 ± 0,161</b>	<b>22,36 ± 0,069</b>	<b>24,60 ± 0,262</b>	<b>23,98 ± 0,288</b>

Berdasarkan hasil tabel 4.1 dimana didapatkan hasil nilai rata-rata BB hewan penelitian pada kelompok kontrol negatif adalah  $21,46 \pm 0,161$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $22,36 \pm 0,069$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $24,60 \pm 0,262$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $23,98 \pm 0,288$  gr.

Tabel 4.2 Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Setelah Pemberian Kuning Telur

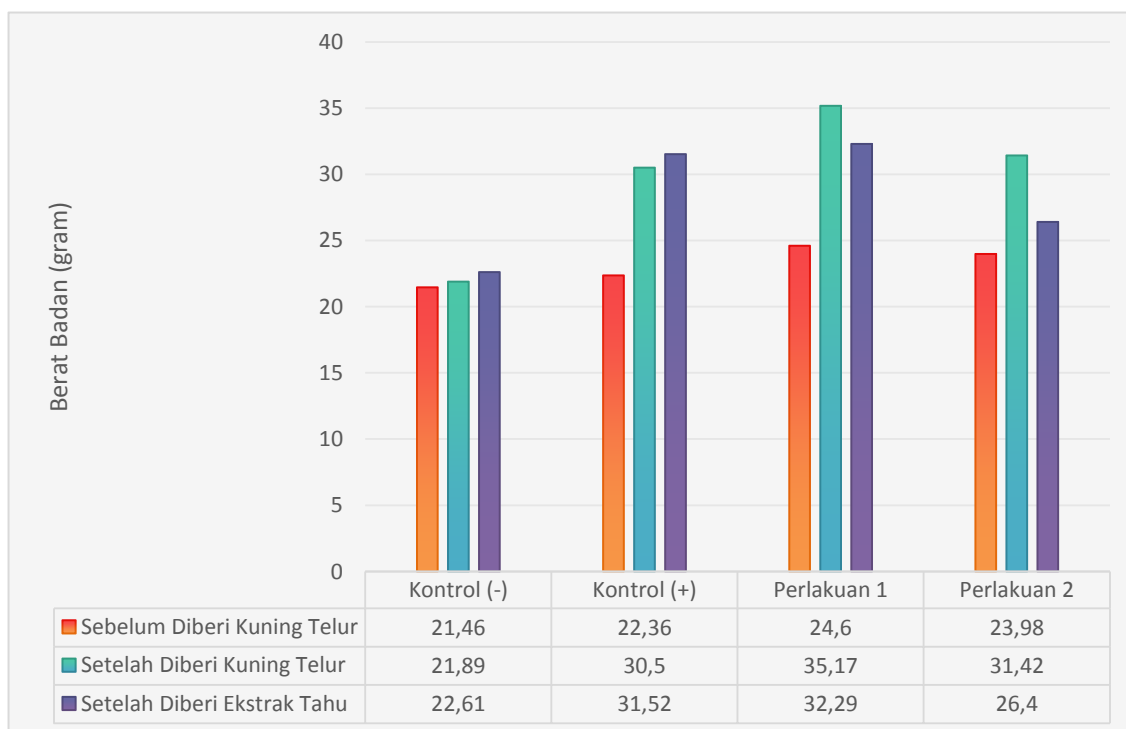
<b>K (-)</b>	<b>K (+)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
22,46	31,08	49,52	33,33
22,25	30,46	35,43	32,42
21,75	30,51	32,30	30,46
22,00	31,00	34,12	30,82
21,76	30,25	34,25	31,22
21,52	30,32	31,23	30,38
21,43	30,20	31,07	31,36
22,02	30,18	33,47	31,40
<b>21,89 ± 0,352</b>	<b>30,50 ± 0,353</b>	<b>35,17 ± 5,992</b>	<b>31,42 ± 1,009</b>

Berdasarkan hasil tabel 4.2 dimana didapatkan hasil nilai rata-rata BB hewan penelitian pada kelompok kontrol negatif adalah  $21,89 \pm 0,352$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $30,50 \pm 0,353$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $35,17 \pm 5,992$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $31,42 \pm 1,009$  gr.

Tabel 4.3 Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Setelah Pemberian Ekstrak Tahu

<b>K (-)</b>	<b>K (+)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
23,63	32,61	46,11	28,80
23,10	31,55	32,50	27,23
22,13	31,47	29,44	25,72
22,26	32,34	31,07	25,29
22,17	30,87	31,15	26,25
22,22	30,75	29,10	25,07
23,01	31,24	29,00	26,33
22,36	31,40	30,02	26,52
<b>22,61 ± 0,561</b>	<b>31,52 ± 0,651</b>	<b>32,29 ± 5,708</b>	<b>26,40 ± 1,003</b>

Berdasarkan hasil tabel 4.3 dimana didapatkan hasil nilai rata-rata BB hewan penelitian pada kelompok kontrol negatif adalah  $22,61 \pm 0,561$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $31,52 \pm 0,651$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $32,29 \pm 5,708$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $26,40 \pm 1,003$  gr.



Gambar 4.1 Hasil Berat Badan Hewan Penelitian Sebelum dan Sesudah Pemberian Kuning Telur dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu

Tabel 4.4 Selisih Berat Badan Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Kelompok	Pre Test	Post Test	Selisih Berat Badan	%
Kontrol (-)	21,89	22,61	0,72	3,2%
Kontrol (+)	30,5	31,52	1,02	2,2%
Perlakuan 1	35,17	32,29	-2,88	-8,5%
Perlakuan 2	31,42	26,4	-5,02	-17,3%

Berdasarkan hasil tabel diatas bahwa selisih berat badan pada kelompok kontrol negatif adalah 0,72 gr (3,2%), kelompok kontrol positif yang hanya diberi kuning telur 1,02 gr (2,2%), kelompok perlakuan 1 yang diberi ekstrak tahu 0,8 mg/hari selisih berat badan -2,88 gr (-8,5%) dan kelompok perlakuan 2 yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr (-17,3%).

#### 4.1.2 Hasil Uji Analisa Data

Data penelitian yang telah diperoleh dilakukan analisa data, berupa uji normalitas dimana didapatkan nilai p value 0,200 ( $p > 0,05$ ) yang berarti data penelitian ini berdistribusi normal. Karena data penelitian berdistribusi normal dilakukan uji paired T-Test, untuk membandingkan berat badan hewan penelitian pada kelompok *pre test* (sebelum pemberian ekstrak tahu) dan *post test* (sesudah pemberian ekstrak tahu) yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5 Uji Paired T-Test Pada Berat Badan Kelompok Hewan Penelitian Sebelum Pemberian Ekstrak Tahu dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu

Kelompok	Pre Test	Post Test	Selisih Berat Badan	P
Kontrol (-)	21,89	22,61	0,72	0,314
Kontrol (+)	30,5	31,52	1,02	0,241
Perlakuan 1	35,17	32,29	-2,88	0,000
Perlakuan 2	31,42	26,4	- 5,02	0,000

Dengan Hasil uji paired T-Test pada kontrol negatif  $p=0,314$  kontrol positif 0,241, perlakuan 1  $p=0,000$  dan perlakuan 2  $p=0,000$ , dimana pada kelompok perlakuan satu dan dua nilai  $p < 0,05$  sehingga pemberian ekstrak tahu dapat menurunkan berat badan pada hewan penelitian ini.

Tabel 4.6 Uji *Independent Sampel T Test* Antar Kelompok

	<i>P Value Levene's Test for Equality of Variances</i>	<i>Sig. (2-tailed) T Test Equality of Means</i>
Hasil BB Pre Test - Post Test	0,154	0,045

Berdasarkan hasil di atas diketahui nilai *p value Levene's Test for Equality of Variances* adalah sebesar  $0,154 > 0,05$  maka dapat diartikan bahwa varians data antara kelompok Pre Test dengan Post Test adalah homogen. Sehingga penafsiran tabel output *Independent Samples Test* melihat pada nilai yang terdapat pada *equal variances assumed*.

Berdasarkan tabel output "*Independent Samples Test*" pada bagian



"*Equal variances assumed*" diketahui nilai Sig. (2-tailed) sebesar  $0,045 < 0,05$ , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji *independent sample t test* dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada hewan penelitian.

#### 4.2 Pembahasan

Saat ini, metode utama penurunan berat badan adalah defisit kalori, pengobatan dan sebagainya, di antaranya yang paling sehat dan aman adalah kombinasi perencanaan diet dan olahraga. Dalam beberapa tahun terakhir, efek menguntungkan dari produk kedelai terhadap berat badan, yang efek biologisnya dalam mencegah gangguan metabolik seperti hiperlipidemia, penyakit kardiovaskular dan diabetes melitus tipe 2. Produk kedelai penelitian sebelumnya dimana olahan dari kedelai yang terutama terdiri dari protein kedelai, isoflavon kedelai dan serat kedelai, seperti contohnya susu kedelai, shake kedelai, tahu, dan tempe.<sup>29,30</sup>

Sesuai dengan hasil penelitian ini penurunan berat badan hewan penelitian terjadi penurunan setelah diberi ekstrak tahu, dengan selisih berat badan pada kelompok kontrol negatif yang hanya diberikan pakan adalah 0,72 gr, pada kelompok kontrol positif yang hanya diberi kuning telur adalah 1,02 gr, pada kelompok perlakuan 1 yang diberi ekstrak tahu 0,8 mg/hari selisih berat badan - 2,88 gr dan kelompok perlakuan 2 yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah - 5,02 gr.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Iritani N, et al., 2020 melihat penurunan berat badan tikus *Sprague-Dawley* jantan obesitas yang diberi isolat dan hidrolisat protein kedelai vs protein kasein dilakukan selama 1 minggu, dimana dosis masing-masing 0,63 dan 1,39 g/100 g diet, didapatkan hasil penurunan lemak tubuh dan glukosa plasma pada tikus. Penurunan berat badan masing-masing adalah  $317 \pm 24,7$  dan  $217 \pm 12,2$  gr. Tikus obesitas menunjukkan intoleransi glukosa dan hipersekresi insulin. Sesuai dengan penelitian Nagasawa A, et al., 2021 dimana penelitian tersebut mengatakan pada penelitiannya efek diet

kalori terbatas yang mengandung isolat protein kedelai (SPI) pada komposisi lemak tubuh, dimana hasilnya berat badan dan berat jaringan adiposa mesenterika, epididimis, dan lemak coklat lebih rendah pada tikus yang menjalani diet SPI. Kadar kolesterol plasma, trigliserida, FFA, dan glukosa juga menurun karena diet SPI.<sup>31,32</sup>

Penelitian Park S, et al 2021 meneliti perbandingan pemberian kedelai kukus dan kedelai koji, Koji kedelai adalah kedelai yang ditambahkan *Bacillus amyloliquefaciens* CJ 14-6. Dimana menilai penurunan berat badan pada kedelai yang dikukus sebanyak  $6,9 \pm 0,44$  gr dan kedelai koji sebanyak  $12,4 \pm 0,61$ , dengan nilai  $p=0,001$ . Penelitian tersebut juga mengukur kandungan asam amino pada kedelai tersebut, dimana terdapat treonin, asam glutamat, glisin, valin, isoleusin, leusin, tirosin, fenilalanin, histidin, dan triptofan, dimana total rata-rata (mg%) asam amino pada kedelai kukus sebanyak  $15,42 \pm 0,41$  dan kedelai koji  $65,8 \pm 2,21$ .<sup>33</sup>

Penelitian Mu Y, et al., 2019 dengan menggunakan studi meta analisis yang mencakup 22 uji coba ini menunjukkan bahwa produk kedelai mengurangi berat badan hingga 0,34 kg, BMI hingga 0,23 kg/m<sup>2</sup> dan massa lemak hingga 0,32 kg pada orang yang kelebihan berat badan atau obesitas. Analisis subkelompok menunjukkan bahwa produk kedelai secara signifikan mengurangi berat badan, BMI, persentase massa tubuh, massa lemak dan lingkar pinggang pada orang Asia yang kelebihan berat badan atau obesitas, dan produk kedelai juga dapat mengurangi berat badan, BMI dan lingkar pinggang wanita yang kelebihan berat badan atau obesitas yang belum mengalami menopause.<sup>34</sup>

Penelitian Jeong EW et al., 2023 memberikan konsumsi kedelai hitam dan kuning dalam mencegah obesitas akibat diet tinggi lemak pada tikus C57CL/6, berat badan awal pada tikus dengan diet tinggi lemak  $20,63 \pm 0,78$ , berat badan awal dengan diet tinggi lemak dicampur dengan bubuk kedelai kuning  $20,55 \pm 0,79$ , dan dengan kedelai hitam  $20,63 \pm 0,81$ , Penimbangan berat badan akhir pada tikus dengan diet tinggi lemak  $39,6 \pm 1,10$ , berat badan akhir dengan diet tinggi lemak dicampur dengan bubuk kedelai kuning  $27,7 \pm 0,45$ , dan dengan kedelai hitam  $24,9 \pm 0,81$ .<sup>35</sup>

Obesitas terjadi kelainan metabolisme kompleks akibat ketidakseimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi yang menyebabkan penumpukan lemak di berbagai jaringan adiposa. Berbagai modifikasi diet yang dirancang untuk mengendalikan kelebihan berat badan. Konsumsi makanan dengan kandungan protein tinggi diketahui dapat menurunkan berat badan. Makanan tinggi protein tersebut dapat diperoleh dari kedelai. Protein yang tergantung yaitu globulin 7S (konglisinin) dan globulin 11S (glisinin), yang meliputi sekitar 80% dari total protein. Protein kedelai dianggap sebagai protein lengkap karena mengandung sebagian besar asam amino esensial yang ditemukan dalam protein hewani.<sup>36</sup>

Kedelai memiliki efek biologisnya dalam pencegahan gangguan metabolisme, seperti hiperlipidemia, penyakit kardiovaskular, dan diabetes tipe 2. Efek menguntungkan ini karena kandungan seperti lemak tak jenuh, serat, kandungan protein dan isoflavon yang tinggi. Efek penurunan berat badan dari produk kedelai dapat dijelaskan dari tiga aspek: protein kedelai, isoflavon kedelai, dan serat kedelai. Protein dapat mengurangi berat badan dengan meningkatkan rasa kenyang dan mengatur jalur sinyal mTOR. Protein kedelai alami dapat mengikat isoflavon kedelai dengan kuat dan melindungi isoflavon dari degradasi setelah perlakuan panas. Isoflavon kedelai dapat mengurangi akumulasi lemak dengan menghambat produksi lemak dan meningkatkan oksidasi *fatty acid* (FA). Beberapa penelitian melaporkan bahwa isoflavon memainkan peran penting dalam metabolisme lipid dengan mengatur gen yang diatur PPAR dan faktor *sterol regulatory element binding protein* (SREBP) yang terikat erat dengan metabolisme glukosa dan asam lemak. Selain itu, isoflavon dapat memengaruhi stearoil koenzim A desaturase 1, merupakan enzim kunci dalam obesitas.<sup>37,38</sup>

Semakin banyak penelitian yang menunjukkan bahwa mengonsumsi makanan berserat tinggi atau biji-bijian utuh dapat secara efektif mengendalikan berat badan dengan menunda penyerapan karbohidrat. Pada penelitian ini menggunakan ekstrak tahu, dimana proses ekstraksi tersebut untuk memperoleh isoflavon dalam kedelai. Konsentrasi isoflavon tertinggi, 0,1-2 mg total isoflavon/g protein kedelai yang diperoleh dari olahan tahu dan susu kedelai, pada

olahan tempe menyediakan sekitar 0,3 mg/g yang dapat menurunkan berat badan. Satu satuan penukar dari kacang-kacangan (20 gram), tahu (110 gram) dan tempe (50 gram) mengandung 5 gram protein.<sup>39</sup>

Dalam penelitian sebelumnya, protein kedelai dilaporkan mempengaruhi obesitas dengan menurunkan berat badan, kadar glukosa puasa, dan akumulasi lemak hati pada hewan penelitian. Polisakarida kedelai dan genistein mencegah penambahan berat badan yang disebabkan oleh lemak tinggi, dislipidemia, stres oksidatif, dan peradangan pada tikus. Penghambatan enzim lipogenik hati dan sintesis FA, oksidasi FA otot, peningkatan konsentrasi plasma adiponektin, dan peningkatan ekskresi trigliserida feses adalah beberapa mekanisme yang diajukan untuk efek anti-obesitas protein kedelai. Isoflavon pada kedelai memiliki efek metabolik yang luas, isoflavon memiliki mekanisme penghambatan lipogenesis dan peningkatan  $\beta$ -oksidasi FA, yang menyebabkan pengurangan depot lemak tubuh, telah ditemukan sebagai mekanisme aksi isoflavon terhadap obesitas.<sup>40,41</sup>

Isoflavon dapat menghambat adipogenesis dan lipogenesis, dimana isoflavon dapat berinteraksi dengan faktor transkripsi dan molekul pemberi sinyal untuk menghambat proses yang menciptakan sel lemak. Selanjutnya obesitas dikaitkan erat dengan metabolisme asam lemak visceral, isoflavon kedelai meningkatkan metabolisme asam lemak visceral pada tikus jantan obesitas yang diinduksi oleh diet tinggi lemak, sehingga terjadi penurunan berat badan dan luas sel lemak visceral, serta penekanan sintesis lemak visceral dan percepatan hidrolisis lemak.<sup>42</sup>

Selain hal tersebut diatas, SREBP adalah faktor kunci transkripsi untuk lipogenesis, juga terlibat dalam sintesis lemak, dan bersama dengan hidrolase, *adipose triglyceride lipase* (ATGL), dan *hormone-sensitive lipase* (HSL) mempertahankan homeostasis asam lemak. AMP-activated protein kinase (AMPK) adalah pengatur utama metabolisme lipid, memainkan peran penting dalam pengaturan homeostasis energi seluler, dan berfungsi sebagai target terapi potensial untuk obesitas. Sebagai kompleks heterotrimerik, AMPK terdiri dari subunit alfa katalitik, serta subunit beta dan gamma pengatur. Subunit AMPK- $\alpha$ 1, yang memainkan peran utama dalam jaringan adiposa dan adiposit, terlibat dalam

mengatur homeostasis energi jaringan dan sel, Pada isoflavon kedelai dapat meningkatkan aktivitas AMPK dan mengurangi obesitas. Dengan menggunakan isoflavon kedelai, lemak visceral dan akumulasi lipid pada tikus yang obesitas akan berkurang karena berkurangnya sintesis lemak visceral dan percepatan hidrolisis. Setelah suplementasi isoflavon kedelai, fosforilasi AMPK dalam lemak visceral meningkat, sementara SREBP-1 terhambat, yang menunjukkan bahwa isoflavon kedelai meningkatkan aktivitas AMPK dan menghambat sintesis lemak.<sup>43</sup>

Teori tersebut sesuai dengan penelitian Tan J, et al., 2019 dimana Isoflavon kedelai mengurangi berat badan dan konsentrasi serum trigliserida (TG), kolesterol total (TC), dan lipoprotein densitas rendah (LDL). Penelitian tersebut tikus yang diberi diet basal dan diet tinggi lemak selama sembilan minggu, lalu diamati dengan melihat jaringan adiposa dengan pewarnaan hematoksilin dan eosin. Sebagai area utama untuk penyimpanan energi, jaringan adiposa viseral selalu terakumulasi secara berlebihan pada hewan yang mengalami obesitas didapatkan area rata-rata dari satu liposit viseral pada tikus jantan dengan *Diet-Induced Obesity* (DIO) secara signifikan lebih besar daripada yang ada pada kelompok kontrol setelah diberi makan makanan berlemak tinggi. Setelah pengobatan isoflavon kedelai, area rata-rata dari satu liposit viseral berkurang secara signifikan di semua depot lemak yang diselidiki dibandingkan dengan tikus dengan DIO. Kelompok tikus obesitas menunjukkan peningkatan akumulasi lipid dalam lemak viseral, dan akumulasi lipid pada tikus dengan DIO berkurang secara signifikan setelah pemberian isoflavon kedelai.<sup>44</sup>

Penelitian ini sesuai dengan penelitian Iritani N, et al., 2020, Park S, et al 2021, Mu Y, et al., 2019 dimana ekstrak tahu dapat mengurangi berat badan pada hewan penelitian. Dimana hasil penurunan berat badan sebelum dan sesudah perlakuan kelompok yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr, dengan Hasil uji paired T-Test adalah 0,003 ( $P < 0,05$ ) sehingga terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada hewan penelitian ini.

Kelemahan penelitian ini adalah hewan penelitian mengalami luka-luka akibat birahi saat penelitian berlangsung.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil sebelum perlakuan dimana didapatkan hasil nilai rata-rata dan standar deviasi BB hewan penelitian ini pada kelompok kontrol negatif adalah  $21,46 \pm 0,161$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $22,36 \pm 0,069$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $24,60 \pm 0,262$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $23,98 \pm 0,288$  gr.
2. Hasil setelah diberi kuning telur dengan nilai rata-rata dan standar deviasi BB hewan penelitian kelompok kontrol negatif adalah  $21,89 \pm 0,352$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $30,50 \pm 0,353$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $35,17 \pm 5,992$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $31,42 \pm 1,009$  gr.
3. Hasil setelah diberi perlakuan ekstrak tahu didapatkan hasil nilai rata-rata dan standar deviasi BB hewan penelitian kelompok kontrol negatif adalah  $22,61 \pm 0,561$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $31,52 \pm 0,651$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $32,29 \pm 5,708$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $26,40 \pm 1,003$  gr.
4. Selisih berat badan pada kelompok kontrol negatif adalah 0,72 gr (3,2%), kelompok kontrol positif yang hanya diberi kuning telur 1,02 gr (2,2%), kelompok perlakuan 1 yang diberi ekstrak tahu 0,8 mg/hari selisih berat badan -2,88 gr (-8,5%) dan kelompok perlakuan 2 yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr (-17,3%).
5. Hasil uji paired T-Test pada kontrol negatif  $p=0,314$  kontrol positif 0,241, perlakuan 1  $p=0,000$  dan perlakuan 2  $p=0,000$ , pada kelompok perlakuan satu dan dua nilai  $p < 0,05$  sehingga pemberian ekstrak tahu dapat menurunkan berat badan pada hewan penelitian ini.
6. Hasil uji *Independent Sampel T Test* Antar Kelompok nilai *p value Levene's Test for Equality of Variances* adalah sebesar  $0,154 > 0,05$  maka dapat diartikan bahwa varians data antara kelompok Pre Test dengan Post Test adalah homogen. Sehingga penafsiran tabel output *Independent Samples Test* melihat pada nilai yang terdapat pada *equal variances assumed*.

7. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dosis efektif dalam memberikan pengaruh menurunkan berat badan dengan dosis 1,2 mg/hari.

## **5.2 Saran Penelitian**

1. Peneliti selanjutnya dapat mengukur kadar profil lipid terhadap hewan penelitian sebelum dan sesudah pemberian ekstrak tahu
2. Peneliti selanjutnya dapat menilai kadar isoflavon pada ekstrak tahu
3. Meneliti lebih lanjut mengenai efek samping atau efek toksik pada ekstrak tahu yang kemungkinan muncul akibat pemberian diet tinggi lemak maupun ekstrak tahu pada hewan penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

1. Oyedolapo A. Anyanwu. The Socio-Ecological Context of the Nutrition Transition in Indonesia: A Qualitative Investigation of Perspectives from Multi-Disciplinary Stakeholders. *Nutrients*. 2023;15(1): 25.
2. World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation. World Health Organ Tech Rep Ser (2022) 894:i–xii, 1-253
3. Kusuma D., Kusumawardani N., Ahsan A., Sebayang S.K., Amir V., Ng N. On the verge of a chronic disease epidemic: Comprehensive policies and actions are needed in Indonesia. *Int. Health*. 2019;11:422–424.
4. Tiffany M, Willey P. Vice C. Obesity and Cardiovascular Disease A Scientific Statement From the American Heart Association (AHA). *AHA Scientific Statement*. 2021; 143(21):984-1010
5. Hall KD., Ayuketah A., Brychta R., Cai H., Cassimatis T., Chen K.Y., Chung S.T., Costa E., Courville A., Darcey V. Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake And Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial Of Ad Libitum Food Intake. *Cell Metab*. 2019;30:67–77.
6. Setyawan FE. Study About the Effects of Soy (Glicine max) Intake Giving to Reduce Total Cholesterol level. 2017;1(4):33-42
7. Eze NM. Okwume UG. Eseadi C. Udenta EA. Acceptability And Consumption Of Tofu As a Meat Alternative Among Secondary School Boarders In Enugu State, Nigeria. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Nov; 97(45): e13155.
8. Utari Dm. Riyadi H. Purwastyastuti. Potency of Amino Acid in Tofu for Improving Lipid Profile and Diabetes Mellitus. *Universitas Indonesia*. 2020;3(1):1-10
9. Nagasawa A, Fukui K Funahashi T, Maeda N, Shmomura I, Kihara S, Waki M, Takamatsu K, Matsuzawa Y. Effect of soy protein diet on plasma adipose and adiponectin gene expression. *Res Metab Horm*. 2022; 34 :635–639
10. Skov AR, Toubro S, Ronn B, Holm L, Astrup A. Randomized Trial On Protein



- Vs. Carbohydrate In An Ad Libitum Fat Reduction Diet For The Treatment Of Obesity. *Int J Obes Relat Metab Disorders*. 2020; 23 :528–536
11. World Health Organization. Obesity and Overweight. 2024
  12. GBD 2019 Risk Factor Collaborators. “Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990–2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019”. *Lancet*. 2020;396:1223–1249.
  13. Kemenkes RI. Laporan Nasional Riskesdas 2018. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kemenkes RI
  14. Schwartz MW. Seeley R. Zeltser LM. Drewnowski A. Ravussin E. Leanne MR. Obesity Pathogenesis: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev*. 2017;1; 38(4): 267–296
  15. Cahyaningrum A. Leptin Sebagai Indikator Obesitas. *Jurnal Kesehatan Prima*. 2018;9(1);1364-1371
  16. Malenica M. Meseldzie N. Oxidative Stress and Obesity. *Arh. farm*. 2022; 72: 166 – 183
  17. Czech MP. Insulin Action And Resistance In Obesity And Type 2 Diabetes. *Nat. Med*. 2017;23(7):804–814
  18. Ruan H, Dong LQ. Adiponectin Signaling And Function In Insulin Target Tissues. *J. Mol. Cell Biol*. 2016;8(2):101–109
  19. Guan X, Zhong X, Lu Y, Du X, Kia R, Li . Changes of Soybean Protein during Tofu Processing. *Foods*. 2021; 10(7): 1594.
  20. Pal M. Ayele Y. Tofu: A Popular Food with High Nutritional and Health Benefits. 2019
  21. Chan YH, Lau KK, Yiu KH, et al. Reduction Of C-Reactive Protein With Isoflavone Supplement Reverses Endothelial Dysfunction In Patients With Ischaemic Stroke. *Eur Heart J* 2018;29:2800–7.
  22. Die MD, Bone KM, Williams SG, et al. Soy And Soy Isoflavones In Prostate Cancer: a Systematic Review And Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *BJU Int* 2019;113:E119–130
  23. Kweon S, Shu X, Xiang Y, et al. Intake Of Specific Nonfermented Soy Foods May Be Inversely Associated With Risk Of Distal Gastric Cancer In a


- Chinese Population. *J Nutr* 2023;143:1736–42.
24. Fawwaz M, Natalisnawati A, Baits. Determination of Isoflavon Aglicone in Extract of Soymilk and Tofu. *Industria Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*; 2017;6(3):152-158
  25. Meilinah H, Dikdik K, Muchtan S, Nugraha S, Setiawan. Perbandingan Kandungan Makronutrisi Dan Isoflavon Dari Kedelai *Detam 1* Dan Wilis Serta Potensinya Dalam Menurunkan Berat Badan. *Bionatura*. 2020;12(1):5-13
  26. Prete AD, Ladevaia, Loguercio C. The Role Of Gut Hormones In Controlling The Food Intake. What Is Their Role In Emerging Diseases?. 2018;5(2):110-116
  27. Mafruchati M, Makuwia J. Analysis Of Mice (*Mus Musculus L.*) And Hamster Embryo Development Using Culture And Vitrification Medium: Systematic Review. *Open Vet J*. 2023 Feb; 13(2): 143–149.
  28. Haryoto H., Frista A. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol, fraksi polar, semipolar, dan non polar dari daun mangrove kacang ( *Rhizophora apiculata* ) dengan metode DPPH dan FRAP. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2019;2(2): 131-138.
  29. Conti C.R. Obesity And Weight Loss. *Eur. Cardiol*. 2018;13:93–94. doi: 10.15420/ecr.2018.13.2.EO1.
  30. Herpertz S., Kessler H., Jongen S. Psychosomatic And Psychosocial Questions Regarding Bariatric Surgery: What Do We Know, Or What Do We Think We Know? *Z. Psychosom. Med. Psychother*. 2017;63:344–369. doi: 10.13109/zptm.2017.63.4.344
  31. Iritani N, Sugimoto T, Fukuda H, Komiya M, Ikeda H. Dietary Soybean Protein Increases Insulin Receptor Gene Expression In Male Wistar Fatty Rats When Dietary Polyunsaturated Fatty Acid Level Is Low. *J Nutr*. 2020;127:1077–1083
  32. Nagasawa A, Fukui K, Funahashi T, Maeda N, Shmamura I, Kihara S, Waki M, Takamatsu K, Matsuzawa Y. Effects Of Soy Protein Diet On The Expression Of Adipose Genes And Plasma Adiponectin. *Horm Metab Res*.

- 2002;34:635–639. doi: 10.1055/s-2002-38254.
33. Park S, Lee JJ, Shin HW, Jung S, Jung HH. Effect of Soybean and Soybean Koji on Obesity and Dyslipidemia in Rats Fed a High-Fat Diet: A Comparative Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jun 4;18(11):6032. doi: 10.3390/ijerph18116032
  34. Mu Y, Kou T, Wei B, Lu X, Liu J, Tian H, Zhang W, et al. Soy Products Ameliorate Obesity-Related Anthropometric Indicators in Overweight or Obese Asian and Non-Menopausal Women: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. 2019 Nov 15;11(11):2790. doi: 10.3390/nu11112790
  35. Jeong EW, Dhugana SK, Yang YS, Baek Y, Seo JH, et al. Black and Yellow Soybean Consumption Prevents High-Fat Diet-Induced Obesity by Regulating Lipid Metabolism in C57BL/6 Mice. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2023 Apr 18;2023:6139667. doi: 10.1155/2023/6139667
  36. Bhathena SJ, Velasquez MT. Role of Dietary Soy Protein in Obesity. *Int J Med Sci*. 2007 Feb 26;4(2):72–82. doi: 10.7150/ijms.4.72
  37. Rietjens I, Lousse J, Beekmann K. The Potential Health Effects Of Dietary Phytoestrogens. *Br. J. Pharmacol*. 2019;174:1263–1280. doi: 10.1111/bph.13622.
  38. Mullen E, Brown RM, Osborne TF, Shay NF.. Soy Isoflavones Affect Sterol Regulatory Element Binding Proteins (SREBPs) and SREBP-Regulated Genes In HepG2 cells. *J. Nutr*. 2023;134:2942–2947. doi: 10.1093/jn/134.11.2942
  39. Liu S, Willett WC, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. Relation Between Changes In Intakes Of Dietary Fiber And Grain Products And Changes In Weight And Development Of Obesity Among Middle-Aged Women. *Am. J. Clin. Nutr*. 2023;78:920–927. doi: 10.1093/ajcn/78.5.920
  40. Lu Y, Zhao A, Wu Y, Zhao Y, Yang X. Soybean Soluble Polysaccharides Enhance Bioavailability Of Genistein And Its Prevention Against Obesity And Metabolic Syndrome Of Mice With Chronic High Fat Consumption. *Food Funct*. 2019;10:4153–4165. doi: 10.1039/C8FO02379D.

41. Akhlaghi M, Zare M, Nouripour. Effect of Soy and Soy Isoflavones on Obesity-Related Anthropometric Measures: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Clinical Trials. *Advances in Nutrition*. 2017;8(5):705-717
42. Shen Z, Liang XC. Involvement Of Adiponectin-Sirt1-Ampk Signaling In The Protective Action Of Rosiglitazone Against Alcoholic Fatty Liver In Mice. *Am. J. Physiol*. 2010;298:364–374
43. Islam MA, Bekele R, Berg JHJV,, Kuswanti Y, Thapa O, Soltani S, Leeuwen F. Murk A.J. Deconjugation Of Soy Isoflavone Glucuronides Needed For Estrogenic Activity. *Toxicol. Vitr*. 2015;29:706–715. doi: 10.1016/j.tiv.2015.01.013
44. Tan J, Huang C, Luo Q, Liy W, Dongjing C. et al. Soy Isoflavones Ameliorate Fatty Acid Metabolism of Visceral Adipose Tissue by Increasing the AMPK Activity in Male Rats with Diet-Induced Obesity (DIO). *Molecules*. 2019 Aug 1;24(15):2809. doi: 10.3390/molecules24152809.
45. Rahman S, Septina L, Nasution NH. Effect of Avocado Pulp Extract on HbA1c and Fasting Blood Glucose in Diabetes Mellitus Patients. *KEMAS*. 2024;20(1):75-79
46. Rahman S, Devi S. The Relationship of Duration Undergoing Hemodialysis Therapy and the Quality of Life of Patients with Chronic Kidney Disease at the Rasyida Kidney Hospital. *ARC Journal of Public Health and Community Medicine*. 2020;5(1):15-21
47. Rahman S. Ramadan Fasting and its Health Benefits: What's New?. *Maced J Med Sci*. 2022;10(E):1329-1342
48. Rahman S, Pradido R. The anxiety symptoms among chronic kidney disease patients who undergo hemodialysis therapy. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*. 2020;9(4)-281-285
49. Rahman S, Santika K. Causative Factors of Chronic Kidney Disease in Patiens with Hemodialysis Therapy. *KEMAS*. 2022;18(1):114-121

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1. ETHICAL CLEARANCE



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Berprestasi

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 : 1303/KEPK/FKUMSU/2024

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :  
*The Research protocol proposed by*

**Peneliti Utama** : Zakia Himmiliyani  
*Principal in investigator*

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

**Dengan Judul**  
*Title*

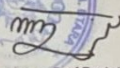
**"PENGARUH KONSUMSI EKSTRAK TAHU TERHADAP PENURUNAN BERAT BADAN PADA MENCIT PUTIH JANTAN (*Mus musculus*) YANG DIBERI DIET TINGGI LEMAK"**

**"THE EFFECT OF CONSUMPTION OF TOFU EXTRACT ON WEIGHT REDUCTION IN MALE WHITE MICE (*Mus musculus*) FEED WITH 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 Assesment 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 26 September 2024 sampai dengan tanggal 26 September 2025  
*The declaration of ethics applies during the periode September 26, 2024 until Septembert 26, 2025*



Medan, 26 September 2024  
Ketua  
Assoc. Prof. Dr. dr. Nurfadly, MKT

Dipindai dengan CamScanner

## LAMPIRAN 2. SURAT IZIN PENELITIAN



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022  
 Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488  
<https://fk.umsu.ac.id> | [fk@umsu.ac.id](mailto:fk@umsu.ac.id) | [umsumedan](#) | [umsumedan](#) | [umsumedan](#) | [umsumedan](#)

Unggul | Cerdas | Terpercaya  
Bila mengopi surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

Nomor : 1445/II.3.AU/UMSU-08/F/2024  
 Lampiran : -  
 Perihal : **Peminjaman Tempat Penelitian**

Medan, 22 Rabi'ul Awal 1446 H  
 26 September 2024 M

Kepada Yth.

1. Kepala Bagian Lab Terpadu (Hewan Coba)
2. Kepala Bagian Lab Biokimia

Fakultas Kedokteran UMSU  
 di-  
 Tempat


*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Sehubungan dengan surat permohonan peminjaman tempat untuk melakukan penelitian pada Laboratorium di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yaitu:

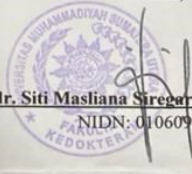
Nama : **Zakia Himmiliyani**  
 NPM : **2008260187**  
 Judul Penelitian : **Pengaruh Konsumsi Ekstrak Tahu Terhadap Penurunan Berat Badan Pada Mencit Putih Jantan (Mus Musculus) Yang Diberi Diet Tinggi Lemak**

maka kami memberikan izin kepada yang bersangkutan, untuk melakukan penelitian di Lab Terpadu (Hewan Coba) dan Lab Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Selama proses pemakaian laboratorium, jika terdapat pemakaian alat yang rusak maka akan menjadi tanggungjawab peneliti dan pemakaian Bahan Habis Pakai (BHP) ditanggung oleh peneliti. Peneliti wajib mengikuti peraturan yang berlaku di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian kami ucapkan terima kasih.  
*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*




Dekan,





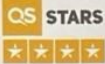
**dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL(K)**  
 NIDN: 0106098201

Tembusan Yth.:

1. Ad hoc KTI Mahasiswa FK UMSU
2. Peringgal






Dipindai dengan CamScanner



**LAMPIRAN 4. DOKUMENTASI PENELITIAN**

## 1. Pembuatan Ekstrak Tahu

Penghalusan		
Maserasi		
Penyaringan		
Ekstraksi		



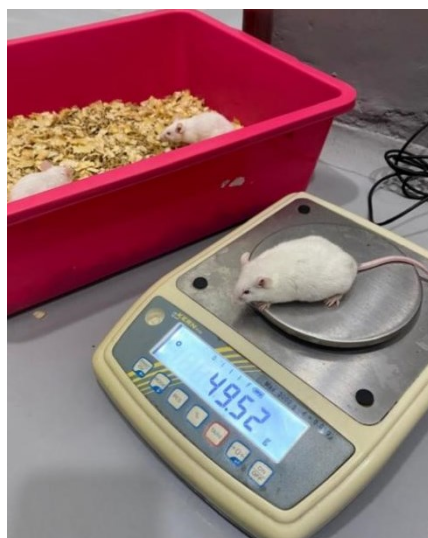
## 2. Penimbangan Awal Berat Badan Mencit



## 3. Pemberian Kuning Telur



## 4. Penimbangan Berat Badan Mencit Setelah Pemberian Kuning Telur



### 5. Pemberian Ekstrak Tahu



### 6. Penimbangan Berat Badan Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Tahu



## LAMPIRAN 5. DATA HASIL SPSS

### 1. Rata-Rata

		Kontrol Negatif BB Awal	Kontrol Positif BB Awal	Perlakuan 1 BB Awal	Perlakuan 2 BB Awal
N	Valid	8	8	8	8
	Missing	0	0	0	0
Mean		21.4687	22.3675	24.6063	23.9875
Median		21.4650	22.3700	24.4900	24.0800
Std. Deviation		.16173	.06902	.26268	.28833
Minimum		21.24	22.27	24.33	23.54
Maximum		21.72	22.46	25.07	24.29

#### Statistics

		Kontrol Negatif	Kontrol Positif, BB Setelah Pemberian Kuning Telur	Perlakuan 1, BB Setelah Pemberian Kuning Telur	Perlakuan 2, BB Setelah Pemberian Kuning Telur
N	Valid	8	8	8	8
	Missing	0	0	0	0
Mean		21.8988	30.5000	35.1738	31.4238
Std. Deviation		.35211	.35363	5.99285	1.00393
Minimum		21.43	30.18	31.07	30.38
Maximum		22.46	31.08	49.52	33.33

#### Statistics

		Kontrol Negatif	Kontrol Positif	Perlakuan 1, BB Setelah pemberian Ekstrak Tahu	Perlakuan 2, BB Setelah pemberian Ekstrak Tahu
N	Valid	8	8	8	8
	Missing	0	0	0	0
Mean		22.6100	31.5288	32.2988	26.4013
Median		22.3100	31.4350	30.5450	26.2900
Std. Deviation		.56082	.65154	5.70838	1.19248
Minimum		22.13	30.75	29.00	25.07
Maximum		23.63	32.61	46.11	28.80

### 2. Uji Normalitas

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual	
N		8	
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	.0000000	
	Std. Deviation	7.29482481	
Most Extreme Differences	Absolute	.201	
	Positive	.190	
	Negative	-.201	
Test Statistic		.201	
Asymp. Sig. (2-tailed) <sup>c</sup>		.200 <sup>d</sup>	
Monte Carlo Sig. (2-tailed) <sup>e</sup>	Sig.	.446	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.433
		Upper Bound	.458

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

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

e. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 2000000.

### 3. Uji Homogenitas

#### Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Penelitian	Based on Mean	4.405	1	14	.154
	Based on Median	2.503	1	14	.136
	Based on Median and with adjusted df	2.503	1	7.032	.157
	Based on trimmed mean	3.283	1	14	.092

### 4. Uji Paired T Test

#### A. Kontrol Negatif

##### Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Kontrol Negatif – Kontrol Negatif	-.71125	.46698	.16510	-1.10165	-.32085	-4.308	7	.314

#### B. Kontrol Positif

##### Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Kontrol Positif, BB Setelah Pemberian Kuning Telur – Kontrol Positif	-1.02875	.36231	.12810	-1.33165	-.72585	-8.031	7	.241

#### C. Perlakuan 1

##### Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Perlakuan 1, BB Setelah Pemberian Kuning Telur – Perlakuan 1, BB Setelah pemberian Ekstrak Tahu	2.87500	.52159	.18441	2.43894	3.31106	15.590	7	.000

#### D. Perlakuan 2

##### Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Perlakuan 2, BB Setelah Pemberian Kuning Telur – Perlakuan 2, BB Setelah pemberian Ekstrak Tahu	5.02250	.31932	.11290	4.75554	5.28946	44.488	7	.000

## 5. Uji T Tidak Berpasangan

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Hasil Penelitian	Equal variances assumed	4.405	.154	-2.202	14	.045	-4.67375	2.12248	-9.22601	-.12149
	Equal variances not assumed			-2.202	7.049	.063	-4.67375	2.12248	-9.68558	.33808

**LAMPIRAN 7. ARTIKEL PUBLIKASI****PENGARUH KONSUMSI EKSTRAK TAHU TERHADAP  
PENURUNAN BERAT BADAN PADA MENCIT PUTIH JANTAN  
(*Mus musculus*) YANG DIBERI DIET TINGGI LEMAK****Zakia Himmiliyani<sup>1</sup>, Shahrul Rahman<sup>2</sup>**Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara<sup>1,2</sup>*\*Corresponding Author:* [zakiahimmiliyani8@gmail.com](mailto:zakiahimmiliyani8@gmail.com)**ABSTRAK**

**Pendahuluan:** Obesitas merupakan kelainan metabolisme kompleks yang diperkirakan disebabkan oleh ketidakseimbangan asupan energi dan pengeluaran energi yang menyebabkan penumpukan lemak berlebih di berbagai jaringan dan organ adiposa. Perkembangan obesitas dikaitkan dengan hiperinsulinemia, resistensi insulin, dan kelainan metabolisme lipid. Mengonsumsi makanan dengan kandungan protein tinggi diketahui dapat menekan nafsu makan, salah satunya tahu. Tahu terdapat protein isoflovin yang memiliki efek penurunan berat badan.

**Tujuan:** Untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak

**Metode:** Penelitian ini menggunakan metode Eksperimen dengan desain penelitian berupa *Randomized Pre dan Posttest with Control Group Design*, menggunakan mencit putih jantan (*Mus musculus*), dengan banyak sampel 32 ekor mencit. Peningkatan berat badan dengan pemberian kuning telur, lalu pemberian Ekstrak Tahu digunakan dosis 0,8 dan 1,2 mg/hari selama 14 hari.

**Hasil:** Selisih berat badan pada kelompok kontrol negatif adalah 0,72 gr, kelompok kontrol positif yang hanya diberi kuning telur 1,02 gr, kelompok perlakuan 1 yang diberi ekstrak tahu 0,8 mg/hari selisih berat badan -2,88 gr dan kelompok perlakuan 2 yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr. Hasil uji paired T-Test adalah 0,003, dan *Mann Whitney* antar kelompok dimana uji ini adalah uji beda antar kelompok didapatkan hasil P Value 0,022 (P<0,05).

**Kesimpulan:** Terdapat penurunan berat badan sebelum dan sesudah pemberian ekstrak tahu, sehingga ekstrak tahu dapat menurunkan berat badan pada hewan penelitian.

**Kata kunci:** Tahu, berat badan, obesitas, protein, isoflovin.

## ABSTRACT

**Introduction:** Obesity is a complex metabolic disorder thought to be caused by an imbalance in energy intake and energy expenditure that causes excess fat accumulation in various adipose tissues and organs. The development of obesity is associated with hyperinsulinemia, insulin resistance, and lipid metabolism disorders. Consuming foods with high protein content is known to suppress appetite, one of which is tofu. Tofu contains isoflavin protein which has a weight loss effect. **Purpose:** To determine the effect of giving tofu extract on weight loss in male white mice (*Mus musculus*) given a high-fat diet. **Method:** This study used an Experimental method with a research design in the form of Randomized Pre and Posttest with Control Group Design, using male white mice (*Mus musculus*), with a sample size of 32 mice. Increased body weight by giving egg yolk, then giving Tofu Extract used doses of 0.8 and 1.2 mg / day for 14 days. **Results:** The weight difference in the negative control group was 0.72 grams, the positive control group which was only given egg yolk 1.02 grams, treatment group 1 which was given tofu extract 0.8 mg/day the weight difference was -2.88 grams and treatment group 2 which was given tofu extract 1.2 mg/day was -5.02 grams. The results of the paired T-Test were 0.003, and Mann Whitney between groups where this test is a test of differences between groups obtained a P Value of 0.022 ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** There was a decrease in body weight before and after giving tofu extract, so that tofu extract can reduce body weight in research animals. **Keywords:** Tofu, body weight, obesity, protein, isoflovin

## PENDAHULUAN

World Health Organization (WHO) memperkirakan lebih dari 650 juta orang dewasa atau sekitar 13% populasi dunia mengalami obesitas. Di Indonesia, prevalensi obesitas meningkat dari 10,5% pada tahun 2007 menjadi 21,8% pada tahun 2020. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan risiko kematian dini tetapi juga berkontribusi terhadap berbagai penyakit metabolik seperti diabetes, hipertensi, dan dislipidemia.<sup>1,2,3</sup>

Peningkatan obesitas dalam beberapa dekade terakhir disebabkan oleh perubahan pola makan dan gaya hidup yang semakin tidak sehat. Konsumsi makanan cepat saji, makanan tinggi energi, serta kurangnya aktivitas fisik menjadi faktor utama yang menyebabkan ketidakseimbangan asupan dan pengeluaran energi. Hal ini mengakibatkan penumpukan lemak berlebih dalam tubuh, yang meningkatkan risiko gangguan metabolisme seperti resistensi insulin dan kelainan lipid.<sup>1</sup>

Perkembangan obesitas dikaitkan dengan hiperinsulinemia,

resistensi insulin, dan kelainan metabolisme lipid. Resistensi insulin dianggap sebagai kelainan mendasar yang paling umum pada obesitas pada manusia dan dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Khususnya, perubahan pola makan dan aktivitas fisik. Kelainan lipid yang berhubungan dengan obesitas meliputi peningkatan produksi lipid secara keseluruhan dengan peningkatan konsentrasi asam lemak, triasilgliserol, dan lipoprotein densitas rendah (LDL), serta lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL).<sup>4</sup> Strategi preventif atau terapeutik untuk mengendalikan obesitas harus menargetkan perubahan kelainan-kelainan tersebut. Berbagai modifikasi pola makan yang dirancang untuk mengendalikan kelebihan berat badan dan dislipidemia berfokus pada manipulasi jumlah dan sifat asupan energi dan lemak makanan. Dalam beberapa tahun terakhir, peningkatan perhatian telah beralih ke peran asupan protein dalam pengelolaan obesitas.<sup>5</sup>

Mengonsumsi makanan dengan kandungan protein tinggi diketahui



dapat menekan nafsu makan dan asupan makanan pada manusia. Diantara ketiga makronutrien (karbohidrat, lemak, dan protein), protein mempunyai efek paling menekan asupan makanan. Selain itu, protein makanan telah terbukti menyebabkan efek kenyang dan termogenik yang lebih tinggi serta penurunan berat badan yang lebih besar dibandingkan karbohidrat. Salah satu jenis protein adalah protein nabati yaitu dari kedelai yang banyak dikonsumsi seperti tahu.<sup>6</sup>

Tahu merupakan sumber protein nabati yang kaya akan isoflavon, zat yang memiliki efek menurunkan kadar kolesterol dengan meningkatkan ekskresi asam empedu dan menginduksi penggunaan kolesterol dalam tubuh. Selain itu, protein dalam tahu mengandung arginin yang diketahui dapat menekan kadar kolesterol dan meningkatkan rasa kenyang melalui mekanisme peningkatan hormon usus peptida YY (PYY), yang berperan dalam penghambatan nafsu makan.<sup>7,8,9</sup>

Penelitian Nagasawa dkk. meneliti efek dari kalori diet yang

mengandung isolat protein kedelai (SPI) pada tahu terhadap komposisi lemak tubuh, glukosa plasma, kadar lipid dan adiponektin serta ekspresi gen yang terlibat dalam metabolisme gula dan asam lemak pada tikus jantan yang mengalami obesitas. Berat badan dan berat jaringan adiposa lemak mesenterika, epididimis, dan lemak coklat lebih rendah pada tikus yang diberi diet SPI. Kadar kolesterol plasma, trigliserida, FFA, dan glukosa juga menurun dengan diet SPI. Kandungan lemak tubuh dan kadar glukosa plasma pada tikus yang diberi diet SPI masih lebih rendah dibandingkan tikus yang diberi diet protein kasein isokalori.<sup>9</sup>

Dalam uji coba secara acak pada subjek kelebihan berat badan dan obesitas, konsumsi protein tinggi (25% dari total energi) dalam diet ad libitum rendah lemak selama 6 bulan menghasilkan penurunan berat badan dan kehilangan lemak tubuh yang lebih besar, dibandingkan dengan konsumsi tinggi karbohidrat (12% dari total energi).<sup>10</sup>

Penelitian sebelumnya bertujuan untuk mempelajari ekstrak tempe

kedelai terhadap penurunan berat badan pada tikus putih yang diberi diet tinggi lemak, tetapi belum ada penelitian yang meneliti mengenai ekstrak tahu, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian untuk melihat pengaruh konsumsi ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain *Randomized Pre dan Posttest with Control Group Design* untuk menilai pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberikan diet tinggi lemak. Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pengelolaan Hewan Laboratorium Bagian Farmakologi dan Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada periode Juni 2024 hingga Januari 2025. Sampel yang digunakan adalah mencit putih jantan berusia 2–3 bulan dalam kondisi sehat. Jumlah sampel dihitung

menggunakan rumus Federer, dengan jumlah minimal 6 ekor per kelompok. Untuk mengantisipasi drop out sebesar 20%, serta penyesuaian dengan kebutuhan penelitian, jumlah sampel yang digunakan menjadi 8 ekor mencit per kelompok, sehingga total 32 ekor mencit dibutuhkan dalam penelitian ini.

Pemilihan sampel dilakukan dengan metode simple random sampling, di mana 32 ekor mencit yang memenuhi kriteria diberi nomor dan dipilih secara acak untuk dibagi menjadi 4 kelompok dengan jumlah yang sama besar. Masing-masing kelompok akan menerima perlakuan yang berbeda sesuai dengan rancangan penelitian untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak tahu dalam menurunkan berat badan mencit yang mengonsumsi diet tinggi lemak.

## **HASIL**

Berikut adalah hasil rata-rata penimbangan berat badan hewan penelitian sebelum dan sesudah pemberian kuning telur dan setelah pemberian ekstrak tahu yaitu:

**Tabel 1.** Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Sebelum Pemberian Kuning Telur

K (-)	K (+)	P1	P2
21,72	22,46	25,07	24,29
21,61	22,44	24,87	24,25
21,57	22,41	24,76	24,21
21,50	22,39	24,50	24,16
21,43	22,35	24,48	24,00
21,37	22,33	24,45	23,77
21,31	22,29	24,39	23,68
21,24	22,27	24,33	23,54
<b>21,46 ± 0,16</b>	<b>22,36 ± 0,07</b>	<b>24,60 ± 0,26</b>	<b>23,98 ± 0,29</b>

Berdasarkan hasil tabel 4.1 dimana didapatkan hasil nilai rata-rata BB hewan penelitian pada kelompok kontrol negatif adalah  $21,46 \pm 0,161$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $22,36 \pm 0,069$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $24,60 \pm 0,262$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $23,98 \pm 0,288$  gr.

**Tabel 2.** Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Setelah Pemberian Kuning Telur

K (-)	K (+)	P1	P2
22,46	31,08	49,52	33,33
22,25	30,46	35,43	32,42
21,75	30,51	32,30	30,46
22,00	31,00	34,12	30,82
21,76	30,25	34,25	31,22
21,52	30,32	31,23	30,38
21,43	30,20	31,07	31,36
22,02	30,18	33,47	31,40
<b>21,89 ± 0,35</b>	<b>30,50 ± 0,35</b>	<b>35,17 ± 5,99</b>	<b>31,42 ± 1,01</b>

Berdasarkan hasil tabel 4.2 dimana didapatkan hasil nilai rata-rata BB hewan penelitian pada kelompok kontrol negatif adalah  $21,89 \pm 0,352$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $30,50 \pm 0,353$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $35,17 \pm 5,992$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $31,42 \pm 1,009$  gr.

**Tabel 3.** Hasil Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Penimbangan Berat Badan Hewan Penelitian Setelah Pemberian Ekstrak Tahu

K (-)	K (+)	P1	P2
23,63	32,61	46,11	28,80
23,10	31,55	32,50	27,23
22,13	31,47	29,44	25,72
22,26	32,34	31,07	25,29
22,17	30,87	31,15	26,25
22,22	30,75	29,10	25,07
23,01	31,24	29,00	26,33
22,36	31,40	30,02	26,52
<b>22,61 ± 0,56</b>	<b>31,52 ± 0,65</b>	<b>32,29 ± 5,71</b>	<b>26,40 ± 1,00</b>

Berdasarkan hasil tabel 4.3 dimana didapatkan hasil nilai rata-rata BB hewan penelitian pada kelompok kontrol negatif adalah  $22,61 \pm 0,561$  gr, kelompok kontrol positif adalah  $31,52 \pm 0,651$  gr, kelompok perlakuan 1 adalah  $32,29 \pm 5,708$  gr dan kelompok perlakuan 2 adalah  $26,40 \pm 1,003$  gr.

**Tabel 4.** Tabel Selisih Berat Badan Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Kelompok	PreTest	PostTest	Selisih BB	%
Kontrol (-)	21,89	22,61	0,72	3,2%
Kontrol (+)	30,5	31,52	1,02	2,2%
Perlakuan 1	35,17	32,29	-2,88	-8,5%
Perlakuan 2	31,42	26,4	- 5,02	-17,3%

Berdasarkan hasil tabel diatas bahwa selisih berat badan pada kelompok kontrol negatif adalah 0,72 gr (3,2%), kelompok kontrol positif yang hanya diberi kuning telur 1,02 gr (2,2%), kelompok perlakuan 1 yang diberi ekstrak tahu 0,8 mg/hari selisih berat badan -2,88 gr (-8,5%) dan kelompok perlakuan 2 yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr (-17,3%).

**Tabel 5.** Uji Paired T-Test Pada Berat Badan Kelompok Hewan Penelitian Sebelum Pemberian Ekstrak Tahu dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu

Kelompok	Pre Test	Post Test	Selisih Berat Badan	P
Kontrol (-)	21,89	22,61	0,72	0,314
Kontrol (+)	30,5	31,52	1,02	0,241
Perlakuan 1	35,17	32,29	-2,88	0,000
Perlakuan 2	31,42	26,4	- 5,02	0,000

Dengan Hasil uji paired T-Test pada kontrol negatif  $p=0,314$  kontrol positif 0,241, perlakuan 1  $p=0,000$  dan perlakuan 2  $p=0,000$ , dimana pada kelompok perlakuan satu dan dua nilai  $p < 0,05$  sehingga pemberian ekstrak tahu dapat menurunkan berat badan pada hewan penelitian ini.

**Tabel 6.** Uji Paired T-Test Pada Berat Badan Kelompok Hewan Penelitian Sebelum Pemberian Ekstrak Tahu dan Setelah Pemberian Ekstrak Tahu

	<i>P Value Levene's Test for Equality of Variances</i>	<i>Sig. (2-tailed) T Test Equality of Means</i>
BB Pre Test – Post Test	0,154	0,045

Berdasarkan hasil di atas diketahui nilai *p value Levene's Test for Equality of Variances* adalah sebesar  $0,154 > 0,05$  maka dapat diartikan bahwa varians data antara kelompok Pre Test dengan Post Test adalah homogen. Sehingga penafsiran tabel output *Independent Samples Test* melihat pada nilai yang terdapat pada equal variances assumed.

Berdasarkan tabel output "Independent Samples Test" pada bagian "Equal variances assumed" diketahui nilai Sig. (2-tailed) sebesar  $0,045 < 0,05$ , maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji independent sample t test dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Dengan demikian dapat

disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada hewan penelitian

## PEMBAHASAN

Saat ini, metode utama penurunan berat badan adalah defisit kalori, pengobatan dan sebagainya, di antaranya yang paling sehat dan aman adalah kombinasi perencanaan diet dan olahraga. Dalam beberapa tahun terakhir, efek menguntungkan dari produk kedelai terhadap berat badan, yang efek biologisnya dalam mencegah gangguan metabolik seperti hiperlipidemia, penyakit kardiovaskular dan diabetes melitus tipe 2. Produk kedelai penelitian sebelumnya dimana olahan dari kedelai yang terutama terdiri dari protein kedelai, isoflavon kedelai dan serat kedelai, seperti contohnya susu kedelai, shake kedelai, tahu, dan tempe.<sup>29,30</sup>

Sesuai dengan hasil penelitian ini penurunan berat badan hewan penelitian terjadi penurunan setelah diberi ekstrak tahu, dengan selisih berat badan pada kelompok kontrol negatif yang hanya diberikan pakan adalah 0,72 gr, pada kelompok

kontrol positif yang hanya diberi kuning telur adalah 1,02 gr, pada kelompok perlakuan 1 yang diberi ekstrak tahu 0,8 mg/hari selisih berat badan - 2,88 gr dan kelompok perlakuan 2 yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Iritani N, et al., 2020 melihat penurunan berat badan tikus *Sprague-Dawley* jantan obesitas yang diberi isolat dan hidrolisat protein kedelai vs protein kasein dilakukan selama 1 minggu, dimana dosis masing-masing 0,63 dan 1,39 g/100 g diet, didapatkan hasil penurunan lemak tubuh dan glukosa plasma pada tikus. Penurunan berat badan masing-masing adalah  $317 \pm 24,7$  dan  $217 \pm 12,2$  gr. Tikus obesitas menunjukkan intoleransi glukosa dan hipersekresi insulin. Sesuai dengan penelitian Nagasawa A, et al., 2021 dimana penelitian tersebut mengatakan pada penelitiannya efek diet kalori terbatas yang mengandung isolat protein kedelai (SPI) pada komposisi lemak tubuh, dimana hasilnya berat badan dan berat jaringan adiposa mesenterika, epididimis, dan lemak

coklat lebih rendah pada tikus yang menjalani diet SPI. Kadar kolesterol plasma, trigliserida, FFA, dan glukosa juga menurun karena diet SPI.<sup>31,32</sup>

Penelitian Park S, et al 2021 meneliti perbandingan pemberian kedelai kukus dan kedelai koji, Koji kedelai adalah kedelai yang ditambahkan *Bacillus amyloliquefaciens* CJ 14-6. Dimana menilai penurunan berat badan pada kedelai yang dikukus sebanyak  $6,9 \pm 0,44$  gr dan kedelai koji sebanyak  $12,4 \pm 0,61$ , dengan nilai  $p=0,001$ . Penelitian tersebut juga mengukur kandungan asam amino pada kedelai tersebut, dimana terdapat treonin, asam glutamat, glisin, valin, isoleusin, leusin, tirosin, fenilalanin, histidin, dan triptofan, dimana total rata-rata (mg%) asam amino pada kedelai kukus sebanyak  $15,42 \pm 0,41$  dan kedelai koji  $65,8 \pm 2,21$ .<sup>33</sup>

Obesitas terjadi kelainan metabolisme kompleks akibat ketidakseimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi yang menyebabkan penumpukan lemak di berbagai jaringan adiposa. Berbagai modifikasi diet yang dirancang untuk

mengendalikan kelebihan berat badan. Konsumsi makanan dengan kandungan protein tinggi diketahui dapat menurunkan berat badan. Makanan tinggi protein tersebut dapat diperoleh dari kedelai. Protein yang tergantung yaitu globulin 7S (konglisinin) dan globulin 11S (glisinin), yang meliputi sekitar 80% dari total protein. Protein kedelai dianggap sebagai protein lengkap karena mengandung sebagian besar asam amino esensial yang ditemukan dalam protein hewani.<sup>36</sup>

Kedelai memiliki efek biologisnya dalam pencegahan gangguan metabolisme, seperti hiperlipidemia, penyakit kardiovaskular, dan diabetes tipe 2. Efek menguntungkan ini karena kandungan seperti lemak tak jenuh, serat, kandungan protein dan isoflavon yang tinggi. Efek penurunan berat badan dari produk kedelai dapat dijelaskan dari tiga aspek: protein kedelai, isoflavon kedelai, dan serat kedelai. Protein dapat mengurangi berat badan dengan meningkatkan rasa kenyang dan mengatur jalur sinyal mTOR. Protein kedelai alami dapat mengikat

isoflavon kedelai dengan kuat dan melindungi isoflavon dari degradasi setelah perlakuan panas. Isoflavon kedelai dapat mengurangi akumulasi lemak dengan menghambat produksi lemak dan meningkatkan oksidasi *fatty acid* (FA). Beberapa penelitian melaporkan bahwa isoflavon memainkan peran penting dalam metabolisme lipid dengan mengatur gen yang diatur PPAR dan faktor *sterol regulatory element binding protein* (SREBP) yang terikat erat dengan metabolisme glukosa dan asam lemak. Selain itu, isoflavon dapat memengaruhi stearoil koenzim A desaturase 1, merupakan enzim kunci dalam obesitas.<sup>37,38</sup>

Dalam penelitian sebelumnya, protein kedelai dilaporkan mempengaruhi obesitas dengan menurunkan berat badan, kadar glukosa puasa, dan akumulasi lemak hati pada hewan penelitian. Polisakarida kedelai dan genistein mencegah penambahan berat badan yang disebabkan oleh lemak tinggi, dislipidemia, stres oksidatif, dan peradangan pada tikus. Penghambatan enzim lipogenik hati dan sintesis FA, oksidasi FA otot,

peningkatan konsentrasi plasma adiponektin, dan peningkatan ekskresi trigliserida feses adalah beberapa mekanisme yang diajukan untuk efek anti-obesitas protein kedelai. Isoflavon pada kedelai memiliki efek metabolik yang luas, isoflavon memiliki mekanisme penghambatan lipogenesis dan peningkatan  $\beta$ -oksidasi FA, yang menyebabkan pengurangan depot lemak tubuh, telah ditemukan sebagai mekanisme aksi isoflavon terhadap obesitas.<sup>40,41</sup>

Isoflavon dapat menghambat adipogenesis dan lipogenesis, dimana isoflavon dapat berinteraksi dengan faktor transkripsi dan molekul pemberi sinyal untuk menghambat proses yang menciptakan sel lemak. Selanjutnya obesitas dikaitkan erat dengan metabolisme asam lemak visceral, isoflavon kedelai meningkatkan metabolisme asam lemak visceral pada tikus jantan obesitas yang diinduksi oleh diet tinggi lemak, sehingga terjadi penurunan berat badan dan luas sel lemak visceral, serta penekanan sintesis lemak

viseral dan percepatan hidrolisis lemak.<sup>42</sup>

Selain hal tersebut diatas, SREBP adalah faktor kunci transkripsi untuk lipogenesis, juga terlibat dalam sintesis lemak, dan bersama dengan hidrolase, *adipose triglyceride lipase* (ATGL), dan *hormone-sensitive lipase* (HSL) mempertahankan homeostasis asam lemak. AMP-activated protein kinase (AMPK) adalah pengatur utama metabolisme lipid, memainkan peran penting dalam pengaturan homeostasis energi seluler, dan berfungsi sebagai target terapi potensial untuk obesitas. Sebagai kompleks heterotrimerik, AMPK terdiri dari subunit alfa katalitik, serta subunit beta dan gamma pengatur. Subunit AMPK- $\alpha$ 1, yang memainkan peran utama dalam jaringan adiposa dan adiposit, terlibat dalam mengatur homeostasis energi jaringan dan sel, Pada isoflavon kedelai dapat meningkatkan aktivitas AMPK dan mengurangi obesitas. Dengan menggunakan isoflavon kedelai, lemak visceral dan akumulasi lipid pada tikus yang obesitas akan berkurang karena



berkurangnya sintesis lemak visceral dan percepatan hidrolisis. Setelah suplementasi isoflavon kedelai, fosforilasi AMPK dalam lemak visceral meningkat, sementara SREBP-1 terhambat, yang menunjukkan bahwa isoflavon kedelai meningkatkan aktivitas AMPK dan menghambat sintesis lemak.<sup>43</sup>

Teori tersebut sesuai dengan penelitian Tan J, et al., 2019 dimana Isoflavon kedelai mengurangi berat badan dan konsentrasi serum trigliserida (TG), kolesterol total (TC), dan lipoprotein densitas rendah (LDL). Penelitian tersebut tikus yang diberi diet basal dan diet tinggi lemak selama sembilan minggu, lalu diamati dengan melihat jaringan adiposa dengan pewarnaan hematoxilin dan eosin. Sebagai area utama untuk penyimpanan energi, jaringan adiposa visceral selalu terakumulasi secara berlebihan pada hewan yang mengalami obesitas didapatkan area rata-rata dari satu liposit visceral pada tikus jantan dengan *Diet-Induced Obesity* (DIO) secara signifikan lebih besar daripada yang ada pada kelompok kontrol setelah diberi

makan makanan berlemak tinggi. Setelah pengobatan isoflavon kedelai, area rata-rata dari satu liposit visceral berkurang secara signifikan di semua depot lemak yang diselidiki dibandingkan dengan tikus dengan DIO. Kelompok tikus obesitas menunjukkan peningkatan akumulasi lipid dalam lemak visceral, dan akumulasi lipid pada tikus dengan DIO berkurang secara signifikan setelah pemberian isoflavon kedelai.<sup>44</sup>

Penelitian ini sesuai dengan penelitian Iritani N, et al., 2020, Park S, et al 2021, Mu Y, et al., 2019 dimana ekstrak tahu dapat mengurangi berat badan pada hewan penelitian. Dimana hasil penurunan berat badan sebelum dan sesudah perlakuan kelompok yang diberi ekstrak tahu 1,2 mg/hari adalah -5,02 gr, dengan Hasil uji paired T-Test adalah 0,003 ( $P < 0,05$ ) sehingga terdapat pengaruh pemberian ekstrak tahu terhadap penurunan berat badan pada hewan penelitian ini.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemberian

ekstrak tahu dapat menurunkan berat badan pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) yang diberi diet tinggi lemak. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penurunan berat badan pada kelompok yang diberi ekstrak tahu signifikan dibandingkan kelompok lainnya. Selain itu, dosis ekstrak tahu yang lebih tinggi terbukti lebih efektif dalam menurunkan berat badan.

#### **SARAN**

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengukur kadar profil lipid pada hewan penelitian sebelum dan sesudah pemberian ekstrak tahu guna memahami pengaruhnya terhadap metabolisme lemak. Selain itu, analisis kadar isoflavon dalam ekstrak tahu perlu dilakukan untuk mengetahui komponen aktif yang berperan dalam penurunan berat badan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Oyedolapo A. Anyanwu. The Socio-Ecological Context of the Nutrition Transition in Indonesia: A Qualitative Investigation of Perspectives from Multi-Disciplinary Stakeholders. *Nutrients*. 2023;15(1): 25.
2. World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation. World Health Organ Tech Rep Ser (2022) 894:i–xii, 1-253
3. Kusuma D., Kusumawardani N., Ahsan A., Sebayang S.K., Amir V., Ng N. On the verge of a chronic disease epidemic: Comprehensive policies and actions are needed in Indonesia. *Int. Health*. 2019;11:422–424.
4. Tiffany M, Willey P. Vice C. Obesity and Cardiovascular Disease A Scientific Statement From the American Heart Association (AHA). *AHA Scientific Statement*. 2021; 143(21):984-1010
5. Hall KD., Ayuketah A., Brychta R., Cai H., Cassimatis T., Chen K.Y., Chung S.T., Costa E., Courville A., Darcey V. Ultra-Processed Diets

- Cause Excess Calorie Intake And Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial Of Ad Libitum Food Intake. *Cell Metab.* 2019;30:67–77.
6. Setyawan FE. Study About the Effects of Soy (*Glicine max*) Intake Giving to Reduce Total Cholesterol level. 2017;1(4):33-42
  7. Eze NM, Okwume UG, Eseadi C, Udentia EA. Acceptability And Consumption Of Tofu As a Meat Alternative Among Secondary School Boarders In Enugu State, Nigeria. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Nov; 97(45): e13155.
  8. Utari Dm, Riyadi H, Purwastyastuti. Potency of Amino Acid in Tofu for Improving Lipid Profile and Diabetes Mellitus. *Universitas Indonesia*. 2020;3(1):1-10
  9. Nagasawa A, Fukui K, Funahashi T, Maeda N, Shmomura I, Kihara S, Waki M, Takamatsu K, Matsuzawa Y. Effect of soy protein diet on plasma adipose and adiponectin gene expression. *Res Metab Horm.* 2022; 34 :635–639
  10. Skov AR, Toubro S, Ronn B, Holm L, Astrup A. Randomized Trial On Protein Vs. Carbohydrate In An Ad Libitum Fat Reduction Diet For The Treatment Of Obesity. *Int J Obes Relat Metab Disorders.* 2020; 23 :528–536
  11. World Health Organization. Obesity and Overweight. 2024
  12. GBD 2019 Risk Factor Collaborators. “Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990–2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019”. *Lancet.* 2020;396:1223–1249.
  13. Kemenkes RI. Laporan Nasional Riskesdas 2018. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan

- Kesehatan Kemenkes RI
14. Schwartz MW, Seeley R, Zeltser LM, Drewnowski A, Ravussin E, Leanne MR. Obesity Pathogenesis: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev.* 2017;1; 38(4): 267–296
  15. Cahyaningrum A. Leptin Sebagai Indikator Obesitas. *Jurnal Kesehatan Prima.* 2018;9(1);1364-1371
  16. Malenica M, Meseldzie N. Oxidative Stress and Obesity. *Arh. farm.* 2022; 72: 166 – 183
  17. Czech MP. Insulin Action And Resistance In Obesity And Type 2 Diabetes. *Nat. Med.* 2017;23(7):804–814
  18. Ruan H, Dong LQ. Adiponectin Signaling And Function In Insulin Target Tissues. *J. Mol. Cell Biol.* 2016;8(2):101–109
  19. Guan X, Zhong X, Lu Y, Du X, Kia R, Li . Changes of Soybean Protein during Tofu Processing. *Foods.* 2021; 10(7): 1594.
  20. Pal M, Ayele Y. Tofu: A Popular Food with High Nutritional and Health Benefits. 2019
  21. Chan YH, Lau KK, Yiu KH, et al. Reduction Of C-Reactive Protein With Isoflavone Supplement Reverses Endothelial Dysfunction In Patients With Ischaemic Stroke. *Eur Heart J* 2018;29:2800–7.
  22. Die MD, Bone KM, Williams SG, et al. Soy And Soy Isoflavones In Prostate Cancer: a Systematic Review And Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *BJU Int* 2019;113:E119–130
  23. Kweon S, Shu X, Xiang Y, et al. Intake Of Specific Nonfermented Soy Foods May Be Inversely Associated With Risk Of Distal Gastric Cancer In a Chinese Population. *J Nutr* 2023;143:1736–42.
  24. Fawwaz M, Natalisnawati A, Baits. Determination of Isoflavon Aglicone in

- Extract of Soymilk and Tofu. *Industria Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*; 2017;6(3):152-158
25. Meilinah H, Dikdik K, Muchtan S, Nugraha S, Setiawan. Perbandingan Kandungan Makronutrisi Dan Isoflavon Dari Kedelai *Detam 1* Dan Wilis Serta Potensinya Dalam Menurunkan Berat Badan. *Bionatura*. 2020;12(1):5-13
  26. Prete AD, Ladevaia, Loguercio C. The Role Of Gut Hormones In Controlling The Food Intake. What Is Their Role In Emerging Diseases?. 2018;5(2):110- 116
  27. Mafruchati M, Makuwia J. Analysis Of Mice (Mus Musculus L.) And Hamster Embryo Development Using Culture And Vitrification Medium: Systematic Review. *Open Vet J*. 2023 Feb; 13(2): 143–149.
  28. Haryoto H., Frista A. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol, fraksi polar, semipolar, dan non polar dari daun mangrove kacang (Rhizopora apiculata) dengan metode DPPH dan FRAP. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2019;2(2): 131- 138.
  29. Conti C.R. Obesity And Weight Loss. *Eur. Cardiol*. 2018;13:93–94. doi: 10.15420/ecr.2018.13.2.EO1 .
  30. Herpertz S., Kessler H., Jongen S. Psychosomatic And Psychosocial Questions Regarding Bariatric Surgery: What Do We Know, Or What Do We Think We Know? *Z. Psychosom. Med. Psychother*. 2017;63:344–369. doi: 10.13109/zptm.2017.63.4.344
  31. Iritani N, Sugimoto T, Fukuda H, Komiya M, Ikeda H. Dietary Soybean Protein Increases Insulin Receptor Gene Expression In Male

- Wistar Fatty Rats When Dietary Polyunsaturated Fatty Acid Level Is Low. *J Nutr.* 2020;127:1077–1083
32. Nagasawa A, Fukui K, Funahashi T, Maeda N, Shmomura I, Kihara S, Waki M, Takamatsu K, Matsuzawa Y. Effects Of Soy Protein Diet On The Expression Of Adipose Genes And Plasma Adiponectin. *Horm Metab Res.* 2002;34:635– 639. doi: 10.1055/s-2002-38254.
  33. Park S, Lee JJ, Shin HW, Jung S, Jung HH. Effect of Soybean and Soybean Koji on Obesity and Dyslipidemia in Rats Fed a High-Fat Diet: A Comparative Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jun 4;18(11):6032. doi: 10.3390/ijerph18116032
  34. Mu Y, Kou T, Wei B, Lu X, Liu J, Tian H, Zhang W, et al. Soy Products Ameliorate Obesity-Related Anthropometric Indicators in Overweight or Obese Asian and Non-Menopausal Women: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients.* 2019 Nov 15;11(11):2790. doi: 10.3390/nu11112790
  35. Jeong EW, Dhugana SK, Yang YS, Baek Y, Seo JH, et al. Black and Yellow Soybean Consumption Prevents High-Fat Diet-Induced Obesity by Regulating Lipid Metabolism in C57BL/6 Mice. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2023 Apr 18;2023:6139667. doi: 10.1155/2023/6139667
  36. Bhathena SJ, Velasquez MT. Role of Dietary Soy Protein in Obesity. *Int J Med Sci.* 2007 Feb 26;4(2):72–82. doi: 10.7150/ijms.4.72
  37. Rietjens I, Lousse J, Beekmann K. The Potential Health Effects Of Dietary Phytoestrogens. *Br. J. Pharmacol.* 2019;174:1263–1280. doi:

- 10.1111/bph.13622.
38. Mullen E, Brown RM, Osborne TF, Shay NF.. Soy Isoflavones Affect Sterol Regulatory Element Binding Proteins (SREBPs) and SREBP-Regulated Genes In HepG2 cells. *J. Nutr.* 2023;134:2942–2947. doi: 10.1093/jn/134.11.2942
  39. Liu S, Willett WC, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. Relation Between Changes In Intakes Of Dietary Fiber And Grain Products And Changes In Weight And Development Of Obesity Among Middle-Aged Women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2023;78:920–927. doi: 10.1093/ajcn/78.5.920
  40. Lu Y, Zhao A, Wu Y, Zhao Y, Yang X. Soybean Soluble Polysaccharides Enhance Bioavailability Of Genistein And Its Prevention Against Obesity And Metabolic Syndrome Of Mice With Chronic High Fat Consumption. *Food Funct.* 2019;10:4153–4165. doi: 10.1039/C8FO02379D.
  41. Akhlaghi M, Zare M, Nouripour. Effect of Soy and Soy Isoflavones on Obesity-Related Anthropometric Measures: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Clinical Trials. *Advances in Nutrition.* 2017;8(5):705-717
  42. Shen Z, Liang XC. Involvement Of Adiponectin-Sirt1-Ampk Signaling In The Protective Action Of Rosiglitazone Against Alcoholic Fatty Liver In Mice. *Am.mJ. Physiol.* 2010;298:364–374
  43. Islam MA, Bekele R, Berg JHJV,, Kuswanti Y, Thapa O, Soltani S, Leeuwen F. Murk A.J. Deconjugation Of Soy Isoflavone Glucuronides Needed For Estrogenic Activity. *Toxicol. Vitr.* 2015;29:706–715. doi:

- 10.1016/j.tiv.2015.01.013
44. Tan J, Huang C, Luo Q, Liy W, Dongjing C. et al. Soy Isoflavones Ameliorate Fatty Acid Metabolism of Visceral Adipose Tissue by Increasing the AMPK Activity in Male Rats with Diet-Induced Obesity (DIO). *Molecules*. 2019 Aug 1;24(15):2809. doi: 10.3390/molecules24152809.
45. Rahman S, Septina L, Nasution NH. Effect of Avocado Pulp Extract on HbA1c and Fasting Blood Glucose in Diabetes Mellitus Patients. *KEMAS*. 2024;20(1):75-79
46. Rahman S, Devi S. The Relationship of Duration Undergoing Hemodialysis Therapy and the Quality of Life of Patients with Chronic Kidney Disease at the Rasyida Kidney Hospital. *ARC Journal of Public Health and Community Medicine*. 2020;5(1):15-21
47. Rahman S. Ramadan Fasting and its Health Benefits: What's New?. *Maced J Med Sci*. 2022;10(E):1329-1342
48. Rahman S, Pradido R. The anxiety symptoms among chronic kidney disease patients who undergo hemodialysis therapy. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*. 2020;9(4)-281-285
49. Rahman S, Santika K. Causative Factors of Chronic Kidney Disease in Patients with Hemodialysis Therapy. *KEMAS*. 2022;18(1):114-121