

**ANALISIS KADAR PROTEIN TOTAL PADA DARAH TIKUS PUTIH
(*Rattus novergicus*) SETELAH DIBERI SARI KEDELAI (*Glycine max* L.)
DAN ZINK**

(Skripsi)

Oleh

**FANNIA KHAIRANI MZ
2157021003**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

**ANALISIS KADAR PROTEIN TOTAL PADA DARAH TIKUS PUTIH
(*Rattus novergicus*) SETELAH DIBERI SARI KEDELAI (*Glycine max* L.)
DAN ZINK**

**Oleh
Fannia Khairani Mz**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

**Pada
Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**PROGRAM STUDI S1 BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS KADAR PROTEIN TOTAL PADA DARAH TIKUS PUTIH (*Rattus novergicus*) SETELAH DIBERI SARI KEDELAI (*Glycine max* L.) DAN ZINK

Oleh

FANNIA KHAIRANI MZ

Kadar protein total dalam darah berperan penting dalam menunjang sistem pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi imun tubuh. Air Susu Ibu (ASI) dan protein hewani seperti susu sapi menjadi sumber protein bagi anak-anak. Namun, dalam beberapa kasus terdapat anak mengalami alergi terhadap laktosa yang terkandung dalam susu sapi, sehingga untuk mengatasi masalah tersebut sari kedelai dan zink dapat menjadi alternatif yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink terhadap kadar protein total pada tikus putih (*Rattus novergicus*). Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 kelompok kontrol yang hanya diberikan ASI, dan 3 kelompok perlakuan yaitu yang hanya diberi sari kedelai dengan dosis 0,6 mL/kgBB, kemudian yang diberikan sari kedelai dan zink dengan dosis 0,6 mL/kgBB dan 1,2 mL/kgBB. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan SPSS 25 dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji *post hoc* (Duncan). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink dengan dosis 0,6 dan 1,2 mL/kgbb dapat meningkatkan kadar protein total darah pada anak tikus, dengan dosis 1,2 mL/kgbb menunjukkan hasil paling optimal dalam peningkatan kadar protein total darah anak tikus.

Kata Kunci: Sari kedelai, Zink, Protein, Kadar protein total.

ABSTRACT

ANALYSIS OF TOTAL PROTEIN LEVELS IN WHITE RATS (*Rattus novergicus*) AFTER GIVEN WITH SOYBEAN EXTRACT (*Glycine max* L.) AND ZINC

By

FANNIA KHAIRANI MZ

Total protein levels in the blood play an important role in supporting the growth system, development, and immune function of the body. Breast milk (ASI) and animal protein such as cow's milk are sources of protein for children. However, in some cases there are children who are allergic to lactose contained in cow's milk, so to overcome this problem, soy extract and zinc can be the right alternative. This study aims to determine the effect of soy extract (*Glycine max* L.) and zinc given on total protein levels in white rats (*Rattus novergicus*). This study used a Completely Randomized Design (CRD) method with 1 control group that was only given breast milk, and 3 treatment groups, namely those given only soy extract at a dose of 0.6 mL/kgBW, then those given soy extract and zinc at a dose of 0.6 mL/kgBW and 1.2 mL/kgBW. The research data were analyzed statistically using SPSS 25 with Analysis of Variance (ANOVA) and post hoc test (Duncan). The results of this study indicate that administration of soy extract (*Glycine max* L.) and zinc at doses of 0.6 and 1.2 mL/kgbw can increase total blood protein levels in young rats, with a dose of 1.2 mL/kgbw showing the most optimal results in increasing total blood protein levels in young rats.

Keywords: Soy milk, Zinc, Protein, Total protein content.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Proposal Penelitian : Analisis Kadar Protein Total Pada Darah
Tikus Putih (*Rattus novvergicus*) Setelah Diberi
Sari Kedelai (*Glycine max L.*) dan Zink

Nama Mahasiswa : Fannia Khairani Mz

NPM : 2157021003

Program Studi : S1 Biologi

Jurusan : Biologi

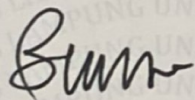
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

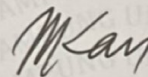
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

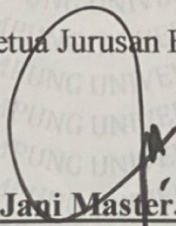


Prof. Dr. Hendri Busman, M.Biomed
NIP. 195901011987031001



Drs. M. Kanedi, M.Si
NIP. 196101121991031002

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA



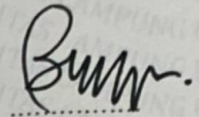
Dr. Jaji Master, S.Si., M.Si.
NIP. 196310141989022001

HALAMAN PENGESAHAN

1. Tim Penguji

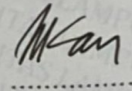
Ketua

: **Prof. Dr. Hendri Busman, M.Biomed**



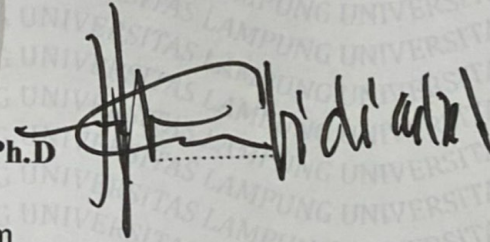
Sekretaris

: **Drs. M. Kanedi, M.Si**

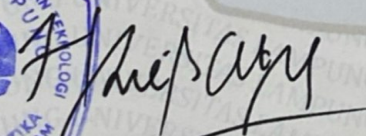


Penguji Utama

: **Prof. Endang Linirin Widiastuti, Ph.D**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Komprehensi: **30 Juni 2025**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fannia Khairani Mz
NPM : 2157021003
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

**"ANALISIS KADAR PROTEIN TOTAL PADA DARAH ANAK TIKUS
PUTIH(*Rattus novergicus*) SETELAH DIBERI SARI KEDELAI (*Glycine
max L.*) DAN ZINK"**

Apa yang tertulis dalam karya ilmiah baik data, gagasan, dan pembahasannya adalah benar karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini saya susun dengan mengikuti aturan dan etika akademik yang berlaku dan tidak berisikan hasil karya orang lain yang telah dipublikasikan sebelumnya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar atau terdapat kecurangan, maka saya siap mempertanggungjawabkannya

Bandar Lampung, 20 Juni 2025



Fannia
Fannia Khairani Mz
NPM. 2157021003

RIWAYAT HIDUP



Fannia Khairani Mz, lahir di Bandar Lampung, 1 Maret 2003. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ikhsan Muhazirin, S.Sos dan Ibu Meice Roslina, SE., MM. Penulis beralamat di Jl. Panglima Polim, Gg. Randu Ujung, No. 04, Segala Mider, Kecamatan Tanjung Karang Barat, Kota Bandar Lampung.

Penulis memulai pendidikan pertama di Sekolah Dasar (SD) Kartika Jaya II-5 Bandar Lampung pada tahun 2009 – 2014. Kemudian pendidikan dilanjutkan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Kartka Jaya II-2 Bandar Lampung pada tahun 2014 – 2018. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2018 – 2021. Penulis resmi diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (SMMPN Barat).

Selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah, Praktik Dasar Keterampilan Laboratorium (PKDL), Zoologi Invertebrata, dan Mikroteknik Biologi. Penulis melaksanakan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) dan Praktik Kerja Lapangan (PKL) pada bulan Agustus 2023 – Februari 2024 di Laboratorium Mikrobiologi Lingkungan, Satuan Kerja Kelompok Riset Bioremediasi Polutan, Badan Riset dan Inovasi

Nasional (BRIN) KST BJ Habibie Serpong dengan judul ” **Uji Germinasi Benih Padi pada Media Terkontaminasi Merkuri dengan Inokulasi Lima Bakteri Resisten di Laboratorium Mikrobiologi PRLTB Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) KST BJ Habibie Serpong**”. Kemudian penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Adirejo, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung pada bulan Juni – Agustus 2024.

Selain mengikuti kegiatan akademik, penulis juga aktif dalam kegiatan kemahasiswaan diantaranya menjadi bagian dari organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai anggota bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan pada tahun 2022 dan Bendahara Bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan HIMBIO pada tahun 2023.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah ﷻ yang telah memberikan rahmat, nikmat, hidayah, dan ridho-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan

Shalawat beriring salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad ﷺ yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir

Saya Persembahkan karya ini untuk:

Orang tua yang sangat saya cintai dan sayangi, Ayah Ikhsan Muhazirin, S.Sos dan Bunda Meice Roslina, SE., MM yang selalu memberikan kasih sayang dan cintanya, dukungan dengan sepenuh hati, motivasi yang tiada henti, pengorbanan waktu, tenaga, dan materi yang tak terganti, serta doa yang dipanjatkan tiada henti dalam mengiringi perjalanan hidup yang saya lalui.

Adik – adikku yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta kasih sayang setiap waktu.

Bapak dan Ibu dosen yang telah membimbing dan mengarahkan saya dengan sangat sabar.

Seluruh teman – teman seperjuanganku, sobat Congor Tulgreen, sobat Pesuruh 2023, sobat *Life After Break Up*, sobat kecilku, dan sobat Argumek yang telah kebersamai dan berjuang dari awal, saat ini, dan seterusnya dalam setiap perjalanan hidup saya.

Almamaterku yang menjadi kebanggaan saya dimanapun saya berada, Universitas Lampung.

Serta diri sendiri, Fannia Khairani Mz yang tetap kuat menjadi dirinya sendiri, berjuang, dan menyelesaikan apa yang telah dimulai.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(QS. Al-Baqarah : 286)

“Tuhanmu (Nabi Muhammad) tidak meninggalkan dan tidak (pula)
membencimu”
(QS. Adh – Dhuha : 3)

“Tuhanmu lebih mengetahui apa yang ada dalam dirimu”
(QS. Al – Isra’ : 25)

“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. ”
(Al-Insyirah 5-6)

“Masa depan adalah milik mereka yang percaya dengan impiannya dan jangan
biarkan impianmu dijajah oleh pendapat orang lain”

“Aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku
tidak ada artinya”

“It will pass, everything you've gone through it will pass”

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah ﷻ atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis diberikan kesehatan baik jasmani, maupun rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ” **”Analisis Kadar Protein Total Pada Darah Tikus Putih (*Rattus novergicus*) Setelah Diberi Sari Kedelai (*Glycine max* L.) Dan Zink”** yang menjadi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Sholawat beriring salam tak lupa penulis lantunkan kepada Baginda Nabi Muhammad ﷺ, semoga kita semua mendapatkan syafaatnya di akhirat kelak. Aamiinn ya rabbal alamin.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penulisan skripsi ini, namun penulis sangat bersyukur karena mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A, IPM., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung sekaligus selaku dosen Pembimbing Akademik.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

5. Bapak Prof. Dr. Hendri Busman, M. Biomed., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu, membimbing, memberikan arahan, dan saran kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu, membimbing, memberikan arahan, dan saran kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Prof. Dra. Endang Linirin Widiastuti, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan, saran, kritik, motivasi, dan arahan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan sampai mencapai gelar sarjana.
9. Cinta pertama dan panutanku, Ayahanda Ikhsan Muhazirin, S.Sos dan pintu surgaku Ibunda Meice Roslina, SE., MM. Terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan, yang tak kenal lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan memenuhi semua kebutuhan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai meraih gelar sarjana.
10. Kepada adik – adikku, M. Raihan Dzaky Mz, Rakha Dzaka Mz, dan Rafa Dzakwan Mz yang telah memberikan dukungan, perhatian, semangat, serta doa yang tiada hentinya kepada penulis
11. Rekan seperjuangan, Muhammad Al Hafidz dan Mohammad Hafid Hak terima kasih atas semua dukungan, bantuan, semangat, kebersamaan yang telah kalian berikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
12. Sobat *Life After Break Up*, Malika Riana Fatin Tampubolon, Ihya Khoiril Ummah Masri, dan Ruth Devina Yolanda Br.T terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, berkontribusi banyak dalam penulisan karya ini, baik tenaga maupun waktu kepada penulis, telah mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat untuk tidak pantang menyerah.

13. Sobat Congor Tullgreen, Aditia F, Khania PFY, dan Riska T atas arahan dan kebersamaan yang telah kalian berikan selama penulis menempuh pendidikan S1.
14. Teman-teman seperjuangan Reza K, Teddy T, dan Balya B, Nurul I, Yasmin F dan Fakhri G serta adik-adik, Zhona, Qanita, Ideola, dan Kader2023 yang sudah menemani masa sulit pada akhir pembuatan skripsi, menjadi tempat bercerita dan berkeluh kesah, teman yang sudah menjadi rumah singgah sementara.
15. Sobat Pesuruh 2023 atas kebersamaan yang telah kalian berikan selama penulis menempuh pendidikan S1, mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat untuk tidak pantang menyerah.
16. Sobat kecilku, Jhesica M, Syifana Z, Radina P, Septia D, dan Shafira H atas kebersamaan yang telah mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan menjadi rumah kedua yang selalu menerimaku.
17. Seluruh rekan 2021 Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung atas banyak pengalaman dan kebersamaan kepada penulis selama penulis menempuh pendidikan Strata Satu (S1).
18. Teman-teman KKN Desa Adirejo dan Gunung Mekar yang telah memberikan kenangan serta menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis.
19. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah ikut memberikan pengalaman baru, kebersamaan serta perjalanan hidup penulis selama menempuh pendidikan Strata Satu (S1) 2021 Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
20. Kepada jodoh penulis yang telah tertulis di lauh mahfudz, kamu adalah salah satu alasan penulis menyelesaikan skripsi ini. Meskipun untuk saat ini keberadaanmu tidak tahu dimana dan menggenggam tangan siapa, penulis yakin bahwa sesuatu yang ditakdirkan menjadi milik kita akan menuju kepada kita, bagaimanapun caranya. Skripsi ini menjadi saksi dan bukti nyata bahwa tidak ada laki-laki manapun yang menemani perjuangan penulis saat menyelesaikan tugas akhir ini. Kelak jika waktu

mempertemukan kita, semoga perjalanan ini menjadi bukti bahwa usaha, doa, dan harapan selalu berbuah manis pada waktunya. Semoga takdir baik selalu berpihak kepada kita.

21. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri yang telah berani untuk bermimpi, kekuatan untuk terus berjuang, ketangguhan untuk sabar dan tak pernah menyerah bahkan ketika hidup terasa begitu berat, untuk setiap keringat dalam setiap perjalanan, untuk setiap malam yang dihabiskan dengan keraguan dan air mata, untuk setiap langkah yang di ambil meski badan lelah, sampai akhirnya berada pada titik sekarang, semoga langkah ini menjadi awal dari perjalanan yang lebih baik kedepannya.

Bandar Lampung, 20 Juni 2025

Fannia Khairani Mz

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN.....	v
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Protein	6
2.2 Kedelai.....	8
2.3 Zink	12
2.4 Tikus Putih (<i>Rattus noverrgicus</i>)	13
III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.4 Rancangan Penelitian	17
3.5 Pembuatan Dosis Sari Kedelai	17
3.6 Alur Penelitian.....	18
3.6.1. Tahap Persiapan	18
3.6.2. Pembuatan Sari kedelai	19
3.6.3. Induksi Sari kedelai dan Zink.....	20
3.6.4. Pengambilan Sampel Darah, Persiapan Sampel Serum Darah, dan Pengujian Kadar Protein Total Darah Anak Tikus	20
3.6.5. Analisis Data.....	21
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	22

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Rata – rata Kadar Total Protein Plasma Tikus (<i>Rattus novergicus</i>)	23
4.2 Pengaruh Sari Kedelai dan Zink pada Kadar Total Protein Serum	23
 DAFTAR PUSTAKA	 29
 LAMPIRAN	 35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kelompok Perlakuan Susu Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) dan Zink.....	18
2. Tingkatan Kadar Protein Total Beserta Indikasinya.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur asam amino	6
2. Tanaman kacang kedelai	9
3. Kacang Kedelai	10
4. Anak tikus putih galur wistar usia 21 hari	13
5. Diagram alir penelitian.....	22

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Protein merupakan salah satu makronutrien utama yang dibutuhkan oleh tubuh. Dalam tubuh, protein berfungsi sebagai blok bangunan bagi sel dan jaringan. Jaringan otot, kulit, organ, dan sistem imun dalam tubuh dibangun dari protein. Selain itu, protein juga terlibat dalam proses biokimia yang penting, termasuk metabolisme dan produksi enzim serta hormon. Protein juga sangat penting dalam pembentukan antibodi dan sel sistem imun. Beberapa protein berfungsi sebagai pembawa atau transportasi nutrisi dalam aliran darah. Seperti contohnya hemoglobin yang mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, sementara protein lain yang mengangkut vitamin dan mineral lalu disebarkan ke seluruh tubuh.

Di dalam tubuh, terdapat kadar protein total normal manusia yaitu antara 6-8.3g/dL. Total protein terdiri dari 60% albumin dan 40% globulin yang terdapat di dalam darah. Peran protein juga menyusun hingga 50% berat kering sel yang memiliki peranan penting dalam struktur dan fungsi organisme. Protein juga berfungsi dalam meningkatkan regenerasi dan memelihara sel dan jaringan tubuh, selain itu juga berperan dalam regulasi metabolik atau hormon, kekebalan tubuh atau antibodi, dan sebagai sumber energi pengganti jika karbohidrat dan lemak tidak memenuhi kebutuhan energi dalam tubuh (Munabari dan Syahputra, 2022).

Kadar protein total dalam darah dapat mencerminkan status gizi bagi seseorang karena protein merupakan komponen yang penting dalam pertumbuhan serta perkembangan tubuh dimana protein terlibat dalam

pembentukan jaringan otot, organ, dan mendukung fungsi imun. Berdasarkan hal tersebut, kadar protein total di dalam tubuh sebaiknya dalam keadaan normal. Menurut Kee (2007), kadar protein total yang tinggi dapat menunjukkan kondisi dimana tubuh terindikasi dehidrasi, infeksi kronis, atau penyakit tertentu seperti myeloma multipel dan sindrom distres pernapasan. Kemudian jika kadar protein total dalam darah rendah, pertumbuhan anak dapat terhambat dan dapat menyebabkan stunting.

Stunting merupakan suatu kondisi dimana tubuh gagal tumbuh akibat kekurangan gizi kronis. Menurut *United Nations International Children's Emergency Fund* (UNICEF), *World Health Organization* (WHO), dan Bank Dunia pada tahun 2021 sekitar 22% anak dibawah usia 5 tahun di seluruh dunia mengalami stunting yang berarti sekitar 149 juta anak yang mengalami masalah pertumbuhan akibat terjadinya kekurangan nutrisi dan gizi buruk. Di Indonesia, berdasarkan data dari Survei Status Gizi Anak (SSGA) yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2021, memiliki prevalensi stunting yang cukup tinggi yaitu mencapai sekitar 24,4%.

Makanan yang mengandung protein tinggi sangat diperlukan oleh tubuh untuk membantu menyeimbangkan kadar protein total. Namun, dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan protein hewani, meningkat pula harga produknya yaitu susu sapi. Selain itu, beberapa anak juga mengalami alergi terhadap laktosa sehingga dianjurkan untuk mengonsumsi produk pangan lainnya yang memiliki kandungan gizi yang hampir sama atau setara dengan susu sapi. Salah satu contoh makanan yang dapat dikonsumsi adalah kacang-kacangan, salah satunya yaitu kacang kedelai. Dalam penelitian Hajirostmaloo (2009) mengatakan bahwa susu kedelai mengandung 4,67 g lemak, 0,52 g asam lemak, 3,18 g serat, 0,00 g laktosa, dan 6,73 g protein sedangkan susu sapi mengandung 8,15 g lemak, 5,07 g asam lemak, 0,00 g serat, 4,27 g laktosa, dan 8,02 protein. Hal ini dapat diartikan bahwa susu sapi dan susu kedelai memiliki kandungan protein

yang sama, namun susu kedelai mengandung 3,18 g serat yang berguna bagi pencernaan dan tidak dimiliki oleh susu sapi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa susu kedelai memiliki kandungan yang setara dengan susu sapi.

Sari kedelai (susu kedelai) merupakan pilihan yang tepat untuk mengonsumsi produk olahan dari kacang kedelai bagi anak-anak. Selain karena mudah didapat, harganya yang terjangkau, serta kandungannya juga baik untuk memenuhi kebutuhan protein dalam tubuh. Kedelai mengandung sekitar 36-40% protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumber nabati lainnya. Protein dalam kedelai terdiri dari berbagai asam amino yang penting buat tubuh, khususnya glisin dan arginin yang berperan penting dalam sintesis protein dan penyimpanan nitrogen sehingga dapat meningkatkan kadar total protein di dalam tubuh (Nurbaya dan Supartiningsih, 2020).

Berdasarkan data USDA (2018), kandungan dalam susu kedelai tiap 100 g bahan yaitu protein sekitar 3,27 g, lemak total sekitar 1,75 g, karbohidrat sekitar 6,28 g, serat total sekitar 0,6 g, gula sekitar 3,99 g, kandungan mineral seperti kalsium, besi, magnesium, fosfor, potasium, sodium dan seng, kandungan vitamin seperti vitamin C, thiamin, riboflavin, niasin, vitamin B6, folat, vitamin B12, vitamin A, vitamin E, vitamin D, dan vitamin K. Kandungan protein susu kedelai dapat dijadikan substitusi protein yang biasanya diperoleh dari susu sapi. Kedelai merupakan sumber protein yang dibutuhkan oleh tubuh karena memiliki hampir semua asam amino esensial. Kandungan asam amino metionin dan sistein dalam susu kedelai lebih sedikit jumlahnya bila dibandingkan dengan susu sapi, akan tetapi susu kedelai memiliki kandungan asam amino listin yang lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan nilai gizi dari nasi dan makanan sereal lainnya (Jaya dan Hadikusuma, 2009).

Selain asupan protein yang cukup, kadar zink yang cukup juga sangat penting untuk kesehatan tubuh termasuk dalam memproses dan

mensintetis protein serta memproduksi sel-sel darah. Apabila tubuh kekurangan zink, maka proses sintesis protein tubuh dapat terganggu dan akan menyebabkan protein dalam darah lebih rendah. Kadar zink dalam tubuh juga dapat membantu menjaga sistem imun untuk berfungsi optimal, ketika tubuh kekurangan zink maka sistem tubuh akan kesulitan untuk berfungsi secara optimal (Hussain dkk, 2022). Berdasarkan pemaparan di atas, maka dilakukanlah penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian susu kedelai (*Glycine max* L.) dan zink terhadap kadar protein total pada tikus putih (*Rattus novergicus*).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemberian sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink terhadap kadar protein total pada tikus putih (*Rattus novergicus*);
2. Mengetahui konsentrasi dosis yang efektif dari induksi sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink yang dapat menormalkan kadar protein total pada darah tikus putih (*Rattus novergicus*).

1.3 Kerangka Pikiran

Protein adalah salah satu makronutrien esensial yang berperan penting dalam tubuh sebagai blok bangunan sel dan jaringan, mulai dari otot, kulit, hingga organ dan sistem imun. Kadar protein total normal berkisar antara 6-8.3 g/dL, protein terdiri dari albumin dan globulin yang mendukung fungsi struktural dan metabolik dalam tubuh. Kadar protein juga mencerminkan status gizi, terutama pada anak-anak. Mengingat tingginya kebutuhan akan protein hewani dan juga tantangan seperti alergi laktosa, kacang kedelai muncul sebagai alternatif sumber protein nabati yang ekonomis dan bergizi, salah satunya dalam bentuk sari kedelai.

Sari kedelai tidak hanya kaya akan protein, tetapi juga mengandung asam amino yaitu lisin dan leusin yang penting untuk sintesis protein dalam

tubuh. Selain itu, kadar zink yang mencukupi berkontribusi pada kesehatan umum dan kemampuan tubuh dalam memproses protein.

Untuk mengatasi kekurangan asupan protein, diperlukan sumber makanan yang kaya protein dan mudah diakses. Susu kedelai merupakan salah satu alternatif pengganti susu sapi yang memiliki kandungan protein tinggi serta bebas laktosa, sehingga aman dikonsumsi oleh anak-anak yang alergi terhadap produk hewani. Kedelai mengandung berbagai asam amino esensial seperti glisin dan arginin yang mendukung sintesis protein dalam tubuh. Selain protein, zat gizi mikro seperti zink juga berperan penting dalam proses metabolisme protein dan regenerasi sel. Kekurangan zink dapat mengganggu proses sintesis protein, menurunkan kadar protein darah, serta melemahkan sistem imun.

Dengan mempertimbangkan nilai gizi kedelai dan peran penting zink, kombinasi keduanya diharapkan dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kadar protein total tubuh, khususnya pada anak-anak yang berisiko mengalami stunting. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi pengaruh sari kedelai dan zink terhadap kadar protein total dalam darah tikus putih serta memberikan wawasan lebih dan solusi yang dapat membantu mencegah terjadinya penyakit.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

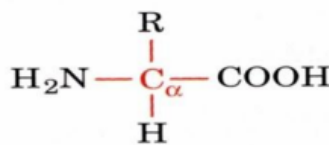
1. Pemberian sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink dapat meningkatkan kadar protein total pada anak tikus putih (*Rattus novergicus*);
2. Pemberian sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink dengan dosis yang efektif dapat meningkatkan kadar protein total pada anak tikus putih (*Rattus novergicus*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Protein

2.1.1 Pengertian Protein

Protein berasal dari bahasa Yunani "*proteios*," yang berarti pertama atau penting. Istilah ini mencerminkan peran krusial protein dalam organisme, di mana hampir semua fungsi dinamis makhluk hidup sangat bergantung pada kandungan, struktur, dan fungsi protein yang ada. Protein adalah makromolekul biologis yang paling melimpah, terdapat di semua sel dan di berbagai bagian sel. Terdapat berbagai jenis protein, mulai dari peptida yang relatif kecil hingga polimer besar dengan berat molekul mencapai jutaan, yang dapat ditemukan dalam satu sel. Lebih dari 50% massa kering sebagian besar sel hewan terdiri dari protein. Protein berperan penting dalam hampir semua aktivitas yang dilakukan oleh makhluk hidup (Asriati dkk., 2023).



Gambar 1. Struktur asam amino

Asam amino, yang juga dikenal sebagai asam α -amino, memiliki gugus amino ($-\text{NH}_2$) dan gugus asam karboksilat ($-\text{COOH}$) yang terikat pada atom karbon alfa. Atom karbon alfa adalah atom karbon yang paling dekat dengan gugus karboksil. Selain gugus amino dan gugus asam karboksilat, terdapat juga gugus R yang sering disebut

rantai samping, serta atom hidrogen. Atom karbon alfa merupakan atom kiral (asimetri), yang berarti ia terikat pada empat atom atau gugus yang berbeda satu sama lain. Oleh karena itu, asam amino merupakan senyawa optik aktif. Semua asam amino alami yang terdapat dalam protein diketahui memiliki konfigurasi yang sama, yaitu konfigurasi L (sejalan dengan konfigurasi L pada gliseraldehida) (Jasman dan Lawa, 2017).

Berat molekul protein sangat besar, dapat mencapai ratusan kilo Dalton (kDa) atau ratusan ribu Dalton (Da). Sebagai contoh, berat molekul papain (salah satu enzim protease) adalah 20,7 kDa (± 20.700 Da), heksokinase 104.000 Da, dan arginin dekarboksilase 820.000 Da. Karena ukuran molekul protein yang sangat besar, strukturnya pun kompleks. Struktur protein dibagi menjadi empat tingkatan, yaitu struktur primer, sekunder, tersier, dan kuartener (Jasman dan Lawa, 2017).

2.1.2 Fungsi Protein

Fungsi protein yang paling umum meliputi pengikatan, katalisis, transportasi, kontraksi, nutrisi, dan sebagai bahan pembangun. Terkadang, satu jenis protein dapat memiliki lebih dari satu fungsi. Misalnya, suatu protein yang mengikat bagian tertentu dari molekul asam nukleat dapat mengatur ekspresi informasi genetik yang terkandung dalam bagian molekul di sekitarnya. Sebagai alat transportasi, hemoglobin berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh lainnya. Mioglobin dan hemoglobin adalah dua jenis protein yang ditemukan pada makhluk hidup bersel banyak. Hemoglobin terdapat dalam eritrosit di dalam darah dan berfungsi mengikat oksigen untuk disalurkan ke seluruh jaringan tubuh, sedangkan mioglobin berfungsi untuk menyimpan oksigen di dalam otot (Jasman dan Lawa, 2017).

2.1.3 Pemeriksaan Total Protein

Total protein adalah jumlah keseluruhan protein yang terdapat dalam serum atau plasma, yang terdiri dari albumin (60%) dan globulin. Albumin dan globulin disintesis di hati; albumin merupakan protein utama dengan struktur sederhana yang diproduksi dalam jumlah besar dalam plasma, sedangkan globulin adalah protein yang lebih sederhana dan terdapat dalam jumlah lebih sedikit di plasma dan sel (Hermawan dan Roestijono, 2021).

Menurut Hermawan dan Roestijono (2021), perubahan kadar total protein berkaitan dengan tingkat albumin dan globulin. Penurunan kadar albumin dalam plasma (hypoalbuminemia) dapat menyebabkan edema akibat keluarnya cairan dari ruang vaskular ke ruang interstitial. Peningkatan kadar albumin (hiperalbuminemia) dapat menunjukkan adanya dehidrasi. Di sisi lain, peningkatan kadar globulin dapat mengindikasikan infeksi kronis, penyakit hati, atau sindrom karsinoid, sementara kadar globulin yang rendah dapat disebabkan oleh nefrosis, anemia hemolitik akut, atau disfungsi hati.

2.2 Kedelai

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Kedelai

Kedelai dikenal dengan berbagai nama, antara lain: *sojaboon* (bahasa Belanda), *soja*, *soja bohne* (bahasa Jerman), *soybean* (bahasa Inggris), *kede*le (bahasa Indonesia sehari-hari dan bahasa Jawa), kacang ramang, kacang bulu, kacang gimbol, retak mejong, kacang jepun, dekenana, demekun, dele, ka dele, kadang jepun, lebui bawak, lawui, sarupapa tiak, dole, kadule, puwe mon, kacang kuning (di Sumatera bagian utara), dan ga delei. Beragam nama ini menunjukkan bahwa kedelai telah lama dikenal di Indonesia. Kedelai adalah tanaman pangan berbentuk semak yang tumbuh tegak. Kedelai liar (*Glycine ururiensis*) adalah nenek moyang dari kedelai yang kita kenal saat ini

(*Glycine max* (L.) Merril) dan telah berkembang menjadi tanaman kosmopolitan (Andayanie, 2016).



Gambar 2. Tanaman kacang kedelai

Tanaman kedelai umumnya tumbuh di daerah beriklim tropis dan subtropis. Suhu ideal untuk pertumbuhan kedelai berkisar antara 21-34 °C, dengan suhu optimum antara 23-27 °C. Kelembapan udara yang dianjurkan adalah sekitar 65%. Panen kedelai sebaiknya dilakukan pada musim kering, karena hal ini berpengaruh pada waktu pengisian, pemasakan biji, dan pengeringan hasil panen. Kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm per bulan. Varietas kedelai berbiji kecil sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian antara 0,5-300 m di atas permukaan laut (dpl) (Afrida, 2014).

Menurut Lagiman dkk. (2022), kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: Glycine
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merr

Sistem perakaran tanaman kedelai memiliki ciri khas, yaitu adanya simbiosis antara akar kedelai dan bakteri *Rhizobium japonicum*, yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar ini sangat penting dalam proses fiksasi nitrogen. Kedelai memiliki batang yang tidak berkayu, berbentuk perdu, berbulu, dan bulat, berwarna hijau, dengan panjang bervariasi antara 30-100 cm. Tanaman kedelai dapat membentuk 3-6 cabang. Daun kedelai memiliki bulu yang berwarna cerah dan jumlah yang bervariasi. Setiap daun dilengkapi dengan sepasang stipula yang terletak di dasar daun dan menempel pada batang. Selain itu, daun trifoliolate juga terbentuk pada batang utama dan cabang lateral, dan terletak secara selang-seling (Lagiman dkk., 2022).

2.2.2 Sari Kedelai

Kedelai adalah salah satu tanaman penting yang telah dibudidayakan di Indonesia sejak lama. Termasuk dalam keluarga kacang-kacangan, kedelai berasal dari Asia Timur. Tanaman ini terkenal karena bijinya yang kaya akan protein nabati, lemak, serat, dan berbagai nutrisi lainnya (Laila dkk., 2024). Sebagai bagian dari kategori tanaman palawija, kedelai merupakan sumber protein nabati yang signifikan karena mengandung semua asam amino esensial (Maris dkk., 2021). Kedelai juga merupakan jenis kacang-kacangan yang tinggi kandungan protein nabatinya, serta merupakan sumber lemak, vitamin, dan mineral. Kandungan protein kedelai hampir setara dengan protein dalam susu skim kering (Yulianto dkk., 2022).



Gambar 3. Kacang Kedelai

Untuk memenuhi kebutuhan protein, alternatif yang baik adalah makanan berbasis kedelai. Salah satu produk olahan kedelai adalah susu kedelai. Protein dalam susu kedelai memiliki komposisi asam amino yang hampir serupa dengan susu sapi, sehingga susu kedelai dapat menjadi pengganti yang sesuai bagi orang yang alergi terhadap protein hewani. Namun, susu kedelai memiliki kelemahan yaitu daya tahannya yang pendek, yang dapat mengubah nilai gizi dan cita rasanya. Susu kedelai yang sudah rusak ditandai dengan perubahan bau, warna, rasa, atau dengan mengentalnya cairan serta pemisahan antara air dan endapan sari kedelai (Mawarni dkk., 2018).

Susu kedelai adalah salah satu produk olahan yang terbuat dari kedelai. Dalam beberapa tahun terakhir, susu kedelai semakin populer sebagai alternatif pengganti susu sapi. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein yang cukup tinggi dalam susu kedelai serta harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan sumber protein lainnya. Seperti produk olahan kedelai lainnya, proses pengolahan kedelai menjadi susu kedelai juga menciptakan nilai tambah dan meningkatkan kegunaan produk tersebut (Yulianto dkk., 2022).

Menurut Damayanti dan Murtini (2018), kadar protein pada kacang kedelai cukup tinggi, yaitu 30,44%, jika dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya. Tampilan kacang kedelai dapat dilihat pada Gambar 1. Kedelai kuning adalah varietas yang paling umum digunakan untuk pengolahan susu kedelai. Satu cangkir susu kedelai yang tidak difortifikasi mengandung hampir 7 gram protein, 4 gram karbohidrat, 4,5 gram lemak, dan tidak mengandung kolesterol.

Kandungan protein kedelai sekitar dua kali lipat dari kandungan protein daging, yaitu sekitar 40%, sementara kandungan protein daging hanya sekitar 18%. Tingginya kandungan protein ini sangat bermanfaat untuk masa pertumbuhan, terutama dalam mendukung

perkembangan sel otak dan pembentukan tulang. Selain itu, susu kedelai juga dapat membantu mencegah penyakit stroke karena mengandung lesitin, yang dapat mengurangi timbunan kolesterol dalam darah dan jaringan tubuh lainnya, sehingga membantu mengurangi risiko tekanan darah tinggi. Susu kedelai juga aman dikonsumsi oleh ibu hamil dan menyusui (Maris dkk., 2021).

2.3 Zink

Mineral memiliki peran penting dalam menjaga fungsi tubuh, baik pada tingkat sel, jaringan, organ, maupun secara keseluruhan. Mineral juga berkontribusi dalam berbagai tahap metabolisme, terutama sebagai kofaktor dalam aktivitas enzim. Berdasarkan jumlah yang dibutuhkan oleh tubuh, mineral dibagi menjadi dua kelompok: mineral makro, yang mencakup Na, Cl, K, Ca, P, Mg, dan S, serta mineral mikro, yang terdiri dari Fe, Zn, I, Se, Mn, F, dan Cu (Bakhtra dkk., 2015).

Zink adalah salah satu dari delapan unsur mikro esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang tepat untuk pertumbuhan yang normal, hasil yang optimal, dan kualitas gizi yang baik (Sadeghzadeh, 2013). Zink berperan dalam berbagai proses fisiologis dan metabolisme tanaman, termasuk aktivasi enzim, sintesis protein, metabolisme karbohidrat, lipid, auksin, asam nukleat, ekspresi gen, dan perkembangan organ reproduksi (Sunar dkk., 2021).

Zink (Zn) juga merupakan zat gizi mikro esensial yang penting untuk fungsi sistem imun. Dalam keadaan kekurangan zink, sel-sel imun dalam tubuh cenderung mengalami penurunan dalam mempertahankan fungsi kekebalan (Sneij dkk., 2016). Status zink dalam tubuh dapat dievaluasi dengan mengukur kadar zink dalam plasma, yang dipengaruhi oleh asupan zink dari makanan dan suplementasi. Kadar normal zink dalam plasma berkisar antara 0,66-1,10 $\mu\text{g/mL}$. Asupan zink yang tidak mencukupi dapat berdampak negatif, menyebabkan atrofi pada timus, lymphopenia, dan

akhirnya mengakibatkan kegagalan dalam melawan infeksi yang disebabkan oleh mikroba atau virus (Maulia dan Farapti, 2019).

2.4 Tikus Putih (*Rattus noverrgicus*)

2.4.1 Klasifikasi Tikus Putih (*Rattus noverrgicus*)

Mamalia adalah hewan yang bersifat isothermal, sering disebut sebagai hewan berdarah panas, karena kemampuan mereka untuk beradaptasi dengan lingkungan. Mamalia memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan. Namun, jumlah mamalia relatif sedikit, sekitar 3% dari total spesies hewan. Ciri khas mamalia adalah kemampuan betina untuk menyusui anaknya (Aisyah dkk., 2023). Tubuh tikus ditutupi oleh bulu, yang merupakan salah satu ciri khas mamalia (Zebua, 2019). Tikus memiliki telinga pendek dan ekor panjang, dengan batasan yang jelas antara kepala, leher, tubuh, ekor, dan anggota badan.



Gambar 4. Anak tikus putih galur wistar usia 21 hari

Tikus putih (*Rattus norvegicus*) sering digunakan sebagai hewan percobaan dalam berbagai penelitian. Tampilan tikus putih dapat dilihat pada Gambar 4. Penggunaan hewan percobaan dalam penelitian kesehatan umumnya dilakukan untuk menguji kelayakan atau keamanan suatu obat serta untuk penelitian terkait penyakit. Tikus putih yang tersertifikasi diharapkan dapat mempermudah para peneliti dalam memperoleh hewan percobaan yang memenuhi kriteria yang dibutuhkan (Frianto, 2015).

Menurut Tandi dkk. (2017) klasifikasi dari *Rattus novergicus* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Sub Filum	: Vertebrata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Rodentia
Famili	: Murinae
Genus	: <i>Rattus</i>
Spesies	: <i>Rattus novergicus</i>

2.4.2 Morfologi dan Anatomi Tikus Putih (*Rattus novergicus*)

Terdapat tiga galur tikus putih yang khusus digunakan sebagai hewan percobaan, yaitu Wistar, Long Evans, dan Sprague Dawley. Penentuan umur reproduktif pada tikus dilakukan dengan mempelajari fase-fase kehidupan dan perilakunya. Beberapa fase tersebut meliputi: rentang hidup antara 2,0–3,5 tahun, penyapihan yang dimulai pada usia 3 minggu, fase kematangan seksual atau pubertas yang mulai terjadi pada usia 6 minggu, fase pradewasa pada usia 63–70 hari, fase kematangan sosial pada usia 5–6 bulan, dan fase penuaan pada usia 15–24 bulan (Frianto, 2015). Menurut Adeyemi dkk. (2015), kadar normal total protein pada tikus yaitu 6,0-8,2 g/dL.

Karakteristik morfologi tikus putih antara lain meliputi hidung yang tumpul, berat 150-600 gram, dan tubuh yang besar dengan panjang 18-25 cm. Kepala dan batang tubuhnya relatif kecil, sedangkan ekor dan telinganya tidak lebih besar dari 20–23 mm (Masala dkk., 2020). Ketiga varietas tikus ini memiliki karakteristik tertentu. Strain Sprague Dawley adalah albino putih dengan kepala kecil dan ekor yang lebih panjang dari tubuh, sedangkan Wistar dicirikan oleh kepala yang besar dan ekor yang lebih pendek serta tulang rusuk yang lebih kecil dibandingkan tikus

putih. Long Evans memiliki warna hitam di kepala dan bagian depan tubuh (Aisyah dkk., 2023).

R. norvegicus termasuk dalam kelompok mamalia kecil karena beratnya kurang dari 5 kg. Mamalia ini memiliki metabolisme yang tinggi, serta aktif dan bergerak lincah. Keuntungan menjadi mamalia kecil adalah kemudahan untuk melindungi diri dan bersembunyi dari pemangsa. *R. norvegicus* memiliki berat antara 140-500 g, dengan rata-rata 400 g. Pejantan umumnya lebih besar daripada betina. Tikus ini memiliki moncong tumpul, telinga dan mata yang kecil, serta kotoran berbentuk kapsul dengan ukuran sekitar 2 cm. Usia hidupnya berkisar antara 5-12 bulan, bahkan dapat mencapai hingga 3 tahun, dan menjadi dewasa pada usia 2-3 bulan, dengan jumlah anak per kelahiran berkisar 8-12 ekor (Dewi, 2010).

R. norvegicus memiliki tekstur rambut yang kasar dan agak panjang, serta bentuk tubuh yang silindris dan melebar ke belakang. Bagian perutnya berwarna coklat kelabu (pucat), ekor bagian atas berwarna coklat hitam, dan ekor bagian bawah berwarna coklat kelabu (pucat). Tikus ini banyak ditemukan di saluran air, got, dan daerah pemukiman kota. Panjang ekor berkisar antara 160-210 mm, panjang total 310-460 mm, lebar daun telinga 18-24 mm (berambut), panjang telapak kaki belakang 40-47 mm, dan lebar gigi pengerat 3,5 mm. *R. norvegicus* jarang hidup lebih dari 3 tahun (Dewi, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November - Desember 2024, bertempat di Laboratorium Zoologi, Rumah Pemeliharaan Hewan Uji Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, dan Balai Veteriner Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik untuk menimbang bahan yang akan digunakan, *beaker glass* untuk tempat atau wadah dari sari kedelai dan zink, gelas ukur untuk mengukur volume larutan, *autoclave* sebagai alat sterilisasi, refraktometer untuk menghitung kadar protein total, *soya splitter* untuk membuat sari kedelai, sentrifuse, *thermometer* untuk mengukur suhu sari kedelai, tabung *tube* sebagai wadah pengumpulan darah, kertas saring, gunting, batang pengaduk, suntikan, sonde, alat tulis, nampan, dan kotak kandang anak tikus.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hewan percobaan berupa 4 ekor induk tikus putih dan 20 ekor anak tikus putih usia 21 hari, sari kedelai dan zink yang digunakan untuk menginduksi anak tikus putih, pakan dan air minum anak tikus, serta sekam padi sebagai alas pada kandang anak tikus.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Variabel bebas: Sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink dengan dosis 0,6 mL/kgBB dan 1,2 mL/kgBB.
- b. Variabel terikat: Kadar protein total darah anak tikus putih yang diinduksi dengan sari kedelai dan zink.
- c. Variabel kontrol: Jenis hewan uji coba yaitu jumlah anak tikus yang digunakan, umur anak tikus, berat badan anak tikus, dan makanan standar anak tikus.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pendekatan *post test only-control group*.

Pengelompokkan sampel dan penentuan jumlah ulangan menggunakan rumus Federer (1963), yaitu $(t-1)(n-1) \geq 15$. Dimana t merupakan jumlah perlakuan dan n merupakan banyaknya jumlah ulangan.

Jumlah sampel yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan 4,75 ekor hewan uji tiap kelompok. Pada penelitian ini akan menggunakan 5 ekor hewan uji pada masing-masing kelompok. Hal ini dilakukan untuk memudahkan penulis dalam perhitungan analisis data. Sehingga jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 20 ekor anak tikus.

3.5 Pembuatan Dosis Sari Kedelai

Berdasarkan penelitian oleh Utomo (2012), induksi nutrisi kedelai yang dapat meningkatkan hemoglobin pada tikus adalah dengan dosis 0,6 mL ; 1,2 mL ; dan 1,4 mL. Kemudian pada penelitian ini digunakan dosis 0,6 mL dan 1,2 mL untuk melihat adakah pengaruh dalam kadar protein total pada anak tikus putih yang diberikan sari kedelai.

Tabel 1. Kelompok Perlakuan Susu Kedelai (*Glycine max* (L.) dan Zink

No	Perlakuan (P)	Uraian	Keterangan
1	K	Anak tikus hanya diberi ASI induk tikus dan pakan tikus standar	Kontrol
2	P1	Anak tikus diberi ASI induk tikus dan diberi sari kedelai dengan dosis 0,6 mL/kgBB	Perlakuan
3	P2	Anak tikus diberi sari kedelai dan zink dengan dosis 0,6 mL/kgBB	Perlakuan
4	P3	Anak tikus diberi sari kedelai dan zink dengan dosis 1,2 mg/kgBB	Perlakuan

Keterangan:

- K = Anak tikus hanya diberi ASI induk tikus dan pakan tikus standar
- P1 = Anak tikus diberi sari kedelai 0,6 mL/kgBB sari kedelai
- P2 = Anak tikus diberi sari kedelai 1,5 mL dan zink 1,5 mL (dengan asumsi masing – masing anak tikus mendapatkan 0,6 mL/kgBB)
- P3 = Anak tikus diberi sari kedelai 3 mL, dan zink 3 mL, (dengan asumsi masing – masing anak tikus mendapatkan 1,2 mL/kgBB)

3.6 Alur Penelitian

3.6.1 Tahap Persiapan

a. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan disterilkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran dan zat renik lainnya.

Kedelai yang didapat kemudian dibawa ke Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung untuk diambil sarinya.

b. Aklimatisasi Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan yaitu induk tikus putih sebanyak 4 ekor dan anak tikus berusia 3 minggu dengan berat badan 30 g sebanyak 20 ekor. Anak tikus terlebih dahulu diaklimatisasi selama tujuh hari dalam kandang plastik yang diberi sekam sebagai alas dan ditutup dengan ram kawat agar anak tikus tidak keluar dan tetap mendapatkan sirkulasi udara yang baik. Aklimatisasi dilakukan sebagai pemeliharaan hewan uji yang bertujuan agar hewan uji dapat beradaptasi dengan lingkungan baru dan menghindari terjadinya stress pada hewan uji.

Berdasarkan acuan (Arts dkk, 2014) hewan yang stres dalam eksperimen dianggap memiliki efek yang cukup besar dan tidak diinginkan pada hasil penelitian, dan hasil yang diperoleh pada hewan yang stres diketahui berbeda secara signifikan dari yang diperoleh pada hewan yang tidak stres. Selama perlakuan anak tikus diberikan makan sebagai sumber pakan dan air minum agar tidak dehidrasi.

3.6.2 Pembuatan Sari kedelai

Sari kedelai yang digunakan adalah sari kedelai yang dihasilkan dari proses basah. Kedelai lokal (*Glycine max* L.) disortir sebanyak 50 g lalu dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel di kedelai, kemudian direndam dengan air hangat yang bersuhu 50°C selama 1 jam, lalu dipisahkan kulit ari dari kedelai tersebut, selanjutnya dicuci kembali hingga bersih dan dikering-anginkan. Setelah kering, kedelai dimasak dengan 3 g gula, 0,1 g garam, dan 200 ml air lalu dimasukkan kedalam soya splitter dan mendapatkan 200 ml sari kedelai.

3.6.3 Pemberian Sari kedelai dan Zink

Sebanyak 20 ekor anak tikus diberikan sari kedelai dan zink dengan dosis yang telah ditentukan secara oral menggunakan sonde berukuran 10 cm selama 14 hari yang berdasarkan pada lama waktu pengaruh kadar tersebut pada anak tikus.

Berdasarkan acuan (Codex alimentarius, 2020), kebutuhan zink pada anak yang berusia 7 bulan yaitu 3 g kemudian dikonversi dengan anak tikus umur 20 hari dengan berat rata – rata 30 g sehingga mendapatkan hasil 0,6 mL. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Utomo (2012), pemberian nutrisi kedelai yang dapat meningkatkan 48 hemoglobin pada tikus adalah 0,6 mg; 1,2 mg; dan 1,8 mg. Pada penelitian ini, berat badan anak tikus adalah 30 gr sehingga pemberian sari kedelai dan zink untuk setiap ekor adalah 0,6 ml dan 1,2 ml.

3.6.4 Pengambilan Sampel Darah, Persiapan Sampel Serum Darah, dan Pengujian Kadar Protein Total Darah Anak Tikus

a. Pengambilan Sampel Darah Anak Tikus

Anak tikus dikeluarkan dari kandang dan ditempatkan terpisah dengan anak tikus lainnya. Selanjutnya ditunggu beberapa saat untuk mengurangi penderitaan pada tikus akibat aktivitas seperti pemindahan, penanganan, dan gangguan antar kelompok. Hal ini sesuai dengan salah satu prinsip etika penggunaan hewan coba yaitu *refinement* yang artinya tikus harus terbebas dari ketakutan, stres, rasa sakit, dan bahaya. Kemudian tikus segera diambil darahnya melalui jantung sebanyak 2 -3 ml. Setelah itu darah tersebut dimasukkan ke dalam tabung vacutainer yang didalamnya terdapat antikoagulan berupa EDTA.

b. Persiapan Sampel Serum Darah Anak Tikus

Sampel disusun pada bagian *chamber sentrifuge* dan dipastikan agar peletakkan sampel seimbang. Lalu, sampel darah disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah itu, bagian atas sampel darah yang berisi serum dipipet sebanyak 100 μ l dan dimasukkan ke dalam tube. Jika sudah, tube yang telah berisi serum darah tikus diberi label. Sampel kemudian dimasukkan kulkas untuk persiapan pengujian kadar protein total.

c. Pengujian Kadar Protein Total Anak Tikus

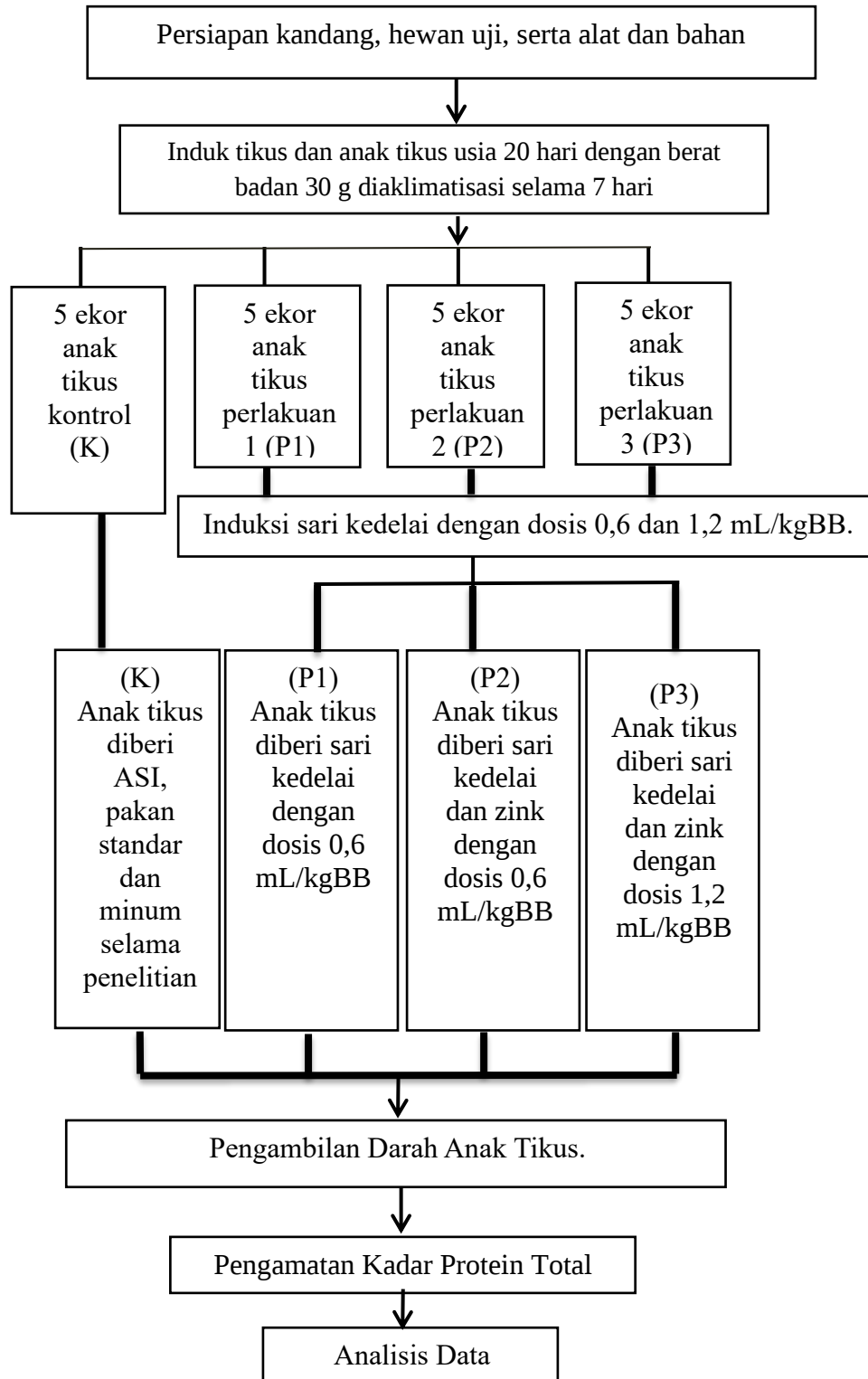
Sampel yang berisi serum darah tikus putih diambil sebanyak 50 μ l menggunakan pipet dan diletakkan pada permukaan kaca alat refraktometer kemudian ditutup menggunakan penutup alat. Selanjutnya, ditunggu selama 30 detik dan dilakukan pembacaan hasil nilai protein total pada serum dengan mengamati skala protein pada garis yang membatasi wilayah gelap dan terang (Loe, 2014). Dilakukan hal yang sama untuk serum lainnya. Dicatat kadar protein total dan dianalisis.

3.6.5 Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan software SPSS 25. Data yang didapat diuji menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan didapat perlakuan yang diberikan signifikan, dinyatakan signifikan karena $p < 0,05$. Setelah itu dilanjutkan dengan uji *post hoc* (duncan).

3.7 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemberian sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink dengan dosis 0,6 dan 1,2 mL/kgBB dapat meningkatkan kadar protein total darah pada anak tikus
2. Sari kedelai (*Glycine max* L.) dan zink dengan dosis 1,2mL/kgBB merupakan dosis yang paling baik untuk meningkatkan kadar protein total darah anak tikus.

5.2 Saran

Adapun saran penulis mengenai penelitian ini adalah;

1. Melakukan uji lebih lanjut terhadap durasi pemberian sari kedelai dan zink untuk mengetahui efek jangka panjang terhadap kadar protein total darah.
2. Dilakukan uji histologi untuk melihat gambaran organ setelah pemberian susu kedelai dan zink.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, O.T., Osilesi, O., Adebawo, O., Onajobi, F., Oyedemi S. 2015. Variations in The Levels of Total Protein, Urea and Ureate in Weaned Male Albino Rats Fed on Processed Atlantic Horse Mackerel. *Journal of Nat Sci Res.* 5(6) : 29-39.
- Afiyata, N., Sarosa, H., & Sumarawati, T. (2011). Pengaruh Tempe terhadap Kemampuan Fagositosis Makrofag. *Sains Medika*,. Vol. 3, (1) : 54 - 62.
- Aisyah, S., Gumelar, A. S., Maulana, M. S., dan Amallia, R. H. T. 2023. Identifikasi Karakteristik Hewan Vertebrata Mamalia Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Berdasarkan Morfologi dan Anatominya. *In Prosiding Seminar Nasional Biologi.* 3(1): 484-493.
- Andayanie, W. R. 2016. *Pengembangan Produksi Kedelai Sebagai Upaya Kemandirian Pangan di Indonesia*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Arts, J. W. M., Kramer, K. Arndt, S.S., Ohl, F. 2014. Sex Differences in Physiological Acclimatization after Transfer in Wistar Rats. *Journal of Animals.* 4(1) : 639-711.
- Asriati, H., Rahayu, R., Irnawati, Nasruddin, N. I., dan Syarifin, A. N. 2023. *Biokimia Dasar*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Bakhtra, D. D. A., Zulharmita, Z., dan Pramudita, V. 2017. Penetapan Kadar Zink Pada Sediaan Farmasi dengan Metode Kompleksometri dan Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Farmasi Higea.* 7(2): 181-189.
- Coni, P., Pichiri, G., Lachowicz, J. I., Ravarino, A., Ledda, F., Fanni, D., and Faa, G. 2021. Zinc as a Drug for Wilson's disease, non-alcoholic liver disease and COVID-19-related liver injury. *Molecules.* 26(21), 6614.
- Damayanti, S. S., dan Murtini, E. S. 2018. Inovasi Susu Almond dengan Substitusi Sari Kecambah Kedelai Sebagai Sumber Protein Nabati. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 6(3): 70–77.
- Dewi, D. I. 2010. Tikus (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara.* 6(2): 56748.

- Diagnostic System. 2023. *Total Protein FS* ; [diakses tanggal 23 Oktober 2024] melalui URL : www.diasys-diagnostics.com
- Dewi, D. K., Setyaningrum, Z., Gz, S., & Gizi, M. (2022). Pengaruh Substitusi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Terhadap Kadar Air, Abu, Protein, Lemak, Karbohidrat, Total Energi, dan Serat Kasar Bubur Bayi Instan (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Frianto, F. 2015. Evaluasi Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Perkawinan Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) secara Kualitatif. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran Untan*. 3(1) : 1-4.
- Hajirostamloo, B. 2009. Comparison of Nutritional and Chemical Parameters of Soymilk and Cowmilk. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*. 3(9) : 455 – 457.
- Hermawan, I. P., dan Restijono, E. H. M. 2021. Nilai Total Protein Pada Kucing Liar (*Stray cats*) dan Kucing Peliharaan (*Domestic pet cats*) di Surabaya. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*. 6(2): 71-75.
- Hussain, A. 2022. Mechanistic Impact of Zinc Deficiency in Human Development. *Journal of Frontiers in Nutrition*. 9(1): 1-11.
- Jasman., dan Lawa, Y. 2017. *Biokimia 1*. Kupang: CV Bunga Timor.
- Jaya, F., dan Hadikusuma. 2009. Pengaruh Substitusi Susu Sapi dengan Susu Kedelai Serta Besarnya Konsentrasi Penambahan Ekstrak Nenas Terhadap Kualitas Fisik Kimia Keju Cottage. *Jurnal Ilmu Teknologi dan Hasil Ternak*. 4(1): 46-54.
- Kee, J. 2007. *Pedoman Pemeriksaan Laboratorium dan Diagnostik*. 6 ed. Jakarta : EGC.
- Kudelka, W., Kowalska, M., and Popis, M. 2021. Quality of soybean products in terms of essential amino acids composition. *Molecules*. 26(16): 5071.
- Laily, W. N., Wati, D. A., Ayu, R. N. S., dan Pratiwi, A. R. 2022. Hubungan Tingkat Konsumsi Bahan Makanan Sumber Isoflavon dan Serat dengan Nilai HbA1c Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di RSUD dr. H. Bob Bazar Lampung Selatan. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*. 9(2).
- Landi, N., Ragucci, S., and Di Maro, A. 2021. Amino acid composition of milk from cow, sheep and goat raised in Ailano and Valle Agricola, two localities of 'Alto Casertano' (Campania Region). *Foods*. 10(10): 2431.

- Lagiman., Suryawati, A., dan Widayanto, B. 2022. *Budidaya Tanaman Kedelai Di Lahan Pasir Pantai*. Yogyakarta: Penerbit LPPM UPN Veteran.
- Laila, K. N., Mashitoh, S., dan Puspytasari, H. H. 2024. Pengolahan Kedelai Menjadi Susu Kedelai Herbal Sebagai Upaya Peningkatan Ekonomi Keluarga di Desa Kedungbetik. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(2): 1389-1395.
- Lestari, M., S., M., Erwin, P., A., Dwi, N., Amalia., N., S. 2017. Pengaruh Pemberian Suplementasi Zink Terhadap Kadar Albumin Serum dan Hemoglobin pada Lansia. *Med Hosp*. vol 4 (2): 84–91.
- Loe, F. R. 2014. Pengaruh Pemberian Dosis Vaksinasi Antraks Yang Berbeda Terhadap Total Protein Plasma dan Titer Antibodi Pada Ternak Kambing. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Maris, I., dan Radiansyah, M. R. 2021. Kajian Pemanfaatan Susu Nabati Sebagai Pengganti Susu Hewani. *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*. 1(2): 103-116.
- Masala, J., Wahyuni, I., Rimbing, S. C., dan Lopian, H. F. N. 2020. Karakteristik Morfologi Tikus Hutan Ekor Putih (*Maxomys hellwandii*) di Tangkoko Batu Angus Bitung. *ZOOTECH*. 40(1): 207-213.
- Maulia, P. H. 2019. Status Zinc dan Peran Suplementasi Zinc Terhadap Sistem Imun pada Pasien HIV/AIDS. *Media Gizi Indonesia*. 14(2): 115-122.
- Mawarni, R. D., Anggraini, Y., dan Jumari, A. 2018. Pembuatan Susu Kedelai yang Tahan Lama Tanpa Bahan Pengawet. *Prosiding SNTK Eco-SMART*. 1(1): 112-128.
- McKenzie, K. J., & Krumholz, H. M. 2018. High Total Protein Levels: Clinical Implications. *Journal of Clinical Pathology*.
- Munabari, F., dan Syahputra, A. 2022. Pengaruh Penggunaan Spesimen Serum dan Plasma EDTA Terhadap Kadar Total Protein. *Jurnal Pranata Biomedika*. 1(2): 134-140.
- Nomseo, H. D., Oematan, G., & Abdullah, M. S. (2022). Konsumsi Dan Kecernaan Protein, Urea Darah, Total Protein Plasma Sapi Bali Yang Mengonsumsi Campuran Pakan Konsentrat Tepung Silase Semak Bungah Putih (*Chromolaena Odorata*) Yang Disuplementasi Asam Amino Metionin dan Minyak Nabati. *Jurnal Planet Peternakan*, 1(2), 153-60.
- Nurbaya, S., dan Supartiningsih. 2020. Penentuan Kadar Protein Pada Susu Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) dengan Menggunakan Metode Kjeldahl. *Jurnal Farmanesia*. 7(2): 109-113.

- Rehman, S. U., Ali, R., Zhang, H., Zafar, M. H., and Wang, M. 2023. Research progress in the role and mechanism of Leucine in regulating animal growth and development. *Frontiers in Physiology*. 14: 1252089.
- Sadeghzadeh, B. 2013. A Review of Zinc Nutrition and Plant Breeding. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 13 (1) : 905-927.
- Singh, M., Rao, D. M., Pande, S., Battu, S., Mahalakshmi, K., Dutt, K. R., & Ramesh, M. 2011. Medicinal uses of L-lysine: past and future. *Int. J. Res. Pharm. Sci.* 2(4): 637-642.
- Sneij, A., Campa, A., Martinez, S. S., Stewart, T., dan Baum, M. 2016. Lower Plasma Zinc Levels in Hyperglycemic People Living with HIV in the MASH Cohort. *Journal of AIDS & Clinical Research*. 2 (1) : 542–551.
- Sunar, S., Gustina, T. R., dan Nikmah, N. 2021. Respon Pertumbuhan, Produksi dan Kandungan Seng (Zn) Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Teknik Pemberian dan Dosis Pupuk Zink Sulfat. *AGRISIA : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 14(1) : 1-13.
- Tandi, J., Wulandari, A., dan Asrifa, A. 2017. Efek Ekstrak Etanol Daun Gendola Merah (*Basella alba* L.) Terhadap Kadar Kreatinin, Ureum dan d\Deskripsi Histologis Tubulus Ginjal Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Diabetes yang Diinduksi Streptozotocin. *Jurnal Farmasi Galenika*. 3(2): 93-102.
- U. S. D. A. 2018. Nutrient Data of Soybean. *USDA National Nutrient Database for Standard Reference* ; [diakses tanggal 3 Oktober 2024] melalui URL : <https://fdc.nal.usda.gov>
- Utomo, G.F. 2012. Pengaruh Pemberian Nutrisi Kedelai (*Glycine max* L. Merr) Terhadap Peningkatan Kadar Hemoglobin Tikus Strain Wistar Anemia (Induksi Pakan Nasi Aking) ; [diakses tanggal 5 Oktober 2024] melalui URL : eprints.umm.ac.id.
- Wulandari, S. 2023. *Teknologi Budidaya Kedelai Pada Lahan Marginal*. Solok: Penerbit Insan Cendekia Mandiri.
- Yuliyanto, D., Widiatmi, S., dan Mawardi, N. K. 2023. Analisis Nilai Tambah Pengolahan Kedelai Menjadi Susu Kedelai pada Industri Rumah Tangga Sari Kedelai “Bu Ade” di Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman DIY. *Jurnal Ilmiah Agritas*. 7(1): 13-24.
- Zebua, E. 2019. Uji Sktivitas Gel Ekstrak Etanol Kulit Buah dari Tumbuhan Petai (*Parkia speciosa* H.) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat pada Tikus. Skripsi. Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Institut Kesehatan Helvetia, Medan.

Lestari, M., S., M., Erwin, P., A., Dwi, N., Amalia., N., S. 2017. Pengaruh Pemberian Suplementasi Zink Terhadap Kadar Albumin Serum dan Hemoglobin pada Lansia. *Med Hosp.* vol 4 (2): 84–91.

Afiyata, N., Sarosa, H., & Sumarawati, T. (2011). *Pengaruh Tempe terhadap Kemampuan Fagositosis Makrofag* (Vol. 54, Issue 1).