

**PENGARUH TABLET EKSTRAK KLOROFIL KATUK (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) TERHADAP KADAR SGOT**  
**Studi Eksperimental pada Tikus yang diberi Pakan Mengandung Aflatoksin B1**

**Skripsi**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh:

**Afiyah Nur Amaliyah**

**30102100006**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**  
**SEMARANG**

**2025**

## SKRIPSI

### **PENGARUH TABLET EKSTRAK KLOOROFIL KATUK (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) TERHADAP KADAR SGOT Studi Eksperimental pada Tikus yang Diberi Pakan Mengandung Aflatoksin B1**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh  
**Afiyah Nur Amaliyah**  
**30102100006**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal, 30 Januari 2025  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

#### **Susunan Tim Penguji**

Pembimbing I



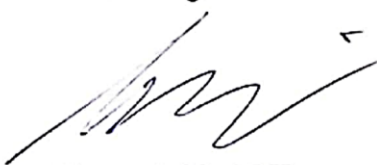
**Dr. Suparmi, S.Si., M.Si.**

Anggota Tim Penguji I



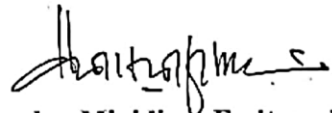
**Dr. dr. Hadi Sarosa, M.Kes.**

Pembimbing II



**Rinawati, SS., M.Hum**

Anggota Tim Penguji II



**Dr. dr. Minidian Fasitasari, M.Sc.,  
Sp.GK (K)**

Semarang, 30 Januari 2025



**Dr. dr. Setyo Trisnadi, SH., Sp.KF.**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Afiyah Nur Amaliyah

NIM : 30102100006

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“PENGARUH TABLET KLOROFIL KATUK (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.)**

**TERHADAP KADAR SGOT (Studi Eksperimental pada Tikus yang diberi**

**Pakan Mengandung Aflatoksin B1)”**

Adalah benar hasil karya saya dan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Semarang, 30 Januari 2025

Yang menyatakan,



Afiyah Nur Amaliyah

## PRAKATA

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

*Alhamdulillahirrabbi lalamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT atas semua anugerah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**PENGARUH TABLET EKSTRAK KLOROFIL KATUK (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) TERHADAP KADAR SGOT (Studi Eksperimental pada Tikus yang diberi Pakan Mengandung Aflatoksin B1)**”. Shalawat serta salam penulis haturkan pada junjungan Nabi Muhammad SAW yang senantiasa ikut membantu menegakkan sunnahnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung (FK UNISSULA) Semarang. Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian dengan sumber pendanaan dari Dana Penelitian Internal FK UNISSULA dan LPPM UNISSULA yang diketuai oleh Dr. Suparmi, S.Si., M.Si., ERT. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, S.H., Sp.KF selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Dr. Suparmi, S.Si., M.Si., ERT dan Rinawati SS, M.Hum selaku dosen pembimbing I dan II yang telah berbesar hati membimbing dengan sabar, memberikan dukungan, serta meluangkan waktunya hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga Allah SWT senantiasa selalu melimpahkan rahmat-Nya dan kesehatan atas segala ketulusan yang diberikan.

3. Dr. dr. Hadi Sarosa, M.Kes dan Dr. dr. Minidian Fasitasari, M.Sc., Sp.GK selaku dosen penguji I dan II yang telah berkenan memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ayahanda Jaenuri, Ibunda Muniroh, dan Kakak dr. Samsul Arifin serta keluarga yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan dengan penuh kasih sayang dalam proses pengerjaan skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu dan mendukung selama penelitian serta penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat berterimakasih atas kritik dan saran yang bersifat membangun. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan serta bermanfaat bagi pembaca.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Semarang, 30 Januari 2025

Afiyah Nur Amaliyah

## DAFTAR ISI

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                                      | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                 | ii   |
| SURAT PERNYATAAN.....                                   | iii  |
| PRAKATA.....                                            | iv   |
| DAFTAR ISI.....                                         | vi   |
| DAFTAR SINGKATAN .....                                  | ix   |
| DAFTAR TABEL .....                                      | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                     | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                    | xii  |
| INTISARI.....                                           | xiii |
| BAB I.....                                              | 1    |
| PENDAHULUAN .....                                       | 1    |
| 1.1. Latar Belakang.....                                | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                               | 3    |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                            | 3    |
| 1.3.1. Tujuan Umum.....                                 | 3    |
| 1.3.2. Tujuan Khusus.....                               | 3    |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....                           | 4    |
| 1.4.1. Manfaat Teoritis.....                            | 4    |
| 1.4.2. Manfaat Praktis.....                             | 5    |
| BAB II.....                                             | 6    |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                                  | 6    |
| 2.1 Serum Glutamat Oxaloacetic Transaminase (SGOT)..... | 6    |
| 2.1.1 Definisi SGOT .....                               | 6    |
| 2.1.2 Pemeriksaan Kadar SGOT.....                       | 7    |
| 2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kadar SGOT .....         | 8    |
| 2.2. Aflatoksin B1 .....                                | 10   |
| 2.3. Tablet Klorofil Daun Katuk.....                    | 12   |
| 2.3.1 Daun Katuk.....                                   | 12   |

|                   |                                                                  |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.2.            | Klasifikasi Tanaman Katuk .....                                  | 13 |
| 2.3.3.            | Kandungan Daun Katuk .....                                       | 13 |
| 2.3.4.            | Senyawa Aktif dalam Daun Katuk .....                             | 14 |
| 2.3.5.            | Tablet .....                                                     | 16 |
| 2.3.6.            | Klorofil .....                                                   | 18 |
| 2.3.6.1.          | Definisi Klorofil.....                                           | 18 |
| 2.3.6.2.          | Struktur Klorofil.....                                           | 19 |
| 2.3.6.3.          | Fungsi Klorofil.....                                             | 19 |
| 2.4.              | Silimarín.....                                                   | 20 |
| 2.5.              | Hubungan Tablet Ekstrak Klorofil Daun Katuk dengan Kadar SGOT .. | 21 |
| 2.6.              | Kerangka Teori .....                                             | 23 |
| 2.7.              | Kerangka Konsep.....                                             | 24 |
| 2.8.              | Hipotesis .....                                                  | 24 |
| BAB III           | .....                                                            | 25 |
| METODE PENELITIAN | .....                                                            | 25 |
| 3.1.              | Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian .....                  | 25 |
| 3.2.              | Variabel dan Definisi Operasional.....                           | 25 |
| 3.2.1.            | Variabel Penelitian.....                                         | 25 |
| 3.2.2.            | Definisi Operasional .....                                       | 25 |
| 3.3.              | Populasi dan Sampel.....                                         | 26 |
| 3.3.1             | Populasi.....                                                    | 26 |
| 3.3.2             | Sampel .....                                                     | 26 |
| 3.4.              | Subjek Uji .....                                                 | 27 |
| 3.4.1.            | Kriteria Inklusi.....                                            | 27 |
| 3.4.2.            | Kriteria Eksklusi .....                                          | 28 |
| 3.4.3.            | Kriteria <i>Drop Out</i> .....                                   | 28 |
| 3.5.              | Instrumen dan Bahan Penelitian .....                             | 28 |
| 3.5.1.            | Instrumen .....                                                  | 28 |
| 3.5.2.            | Bahan Penelitian .....                                           | 28 |
| 3.6.              | Cara Penelitian .....                                            | 28 |
| 3.6.2.            | Penyiapan Larutan Uji dari Tablet Ekstrak Klorofil Daun Katuk    |    |

|                                              |                                                     |    |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----|
| 3.6.2.                                       | Pembuatan Pakan yang Mengandung Aflatoksin B1 ..... | 29 |
| 3.6.3.                                       | Persiapan Hewan Coba .....                          | 30 |
| 3.6.4.                                       | Perlakuan Kelompok .....                            | 30 |
| 3.6.5.                                       | Pengukuran Kadar SGOT .....                         | 31 |
| 3.7.                                         | Alur Penelitian .....                               | 33 |
| 3.8.                                         | Tempat dan Waktu Penelitian.....                    | 34 |
| 3.8.1.                                       | Tempat Penelitian .....                             | 34 |
| 3.8.2.                                       | Waktu Penelitian.....                               | 34 |
| 3.9.                                         | Analisis Data.....                                  | 34 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN ..... |                                                     | 35 |
| 4.1.                                         | Hasil Penelitian.....                               | 35 |
| 4.2.                                         | Pembahasan .....                                    | 38 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....              |                                                     | 41 |
| 5.1                                          | Kesimpulan.....                                     | 41 |
| 5.2.                                         | Saran .....                                         | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                         |                                                     | 43 |
| LAMPIRAN.....                                |                                                     | 48 |





## DAFTAR SINGKATAN

|                               |                                                                                                       |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AFB1                          | : Aflatoksin B1                                                                                       |
| ALP                           | : <i>alkaline phosphatase</i>                                                                         |
| ALT                           | : <i>alanine transaminase</i>                                                                         |
| AST                           | : <i>aspartate aminotransferase</i>                                                                   |
| COX-2                         | : <i>cyclooxygenase-2</i>                                                                             |
| CO <sub>2</sub>               | : karbon dioksida                                                                                     |
| DAMPs                         | : <i>Damage Associated Molecular Pattern</i>                                                          |
| DNA                           | : <i>Deoxyribo Nucleic Acid</i>                                                                       |
| Fe                            | : ferum                                                                                               |
| GGT                           | : <i>gamma glutamyl transferase</i>                                                                   |
| H <sub>2</sub> O              | : air                                                                                                 |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | : hidrogen peroksida                                                                                  |
| IFCC                          | : <i>Internasional Federation of Clinical Chemistry</i>                                               |
| IL                            | : <i>interleukin</i>                                                                                  |
| MDH                           | : <i>Malat Dehidrogenase</i>                                                                          |
| NADH                          | : <i>Nikotinamida Adenine Dinukleotida</i>                                                            |
| Na-CMC                        | : <i>Sodium Carboxymethyl Cellulose</i>                                                               |
| NLRP3                         | : <i>Nucleotide-binding and oligomerization domain-like receptor family pyrin domain-containing 3</i> |
| O <sub>2</sub>                | : oksigen                                                                                             |
| RNA                           | : <i>Ribo Nucleic Acid</i>                                                                            |
| ROS                           | : <i>Reactive Oxygen Species</i>                                                                      |
| SGOT                          | : Serum Glutamat Oxaloacetic Transaminase                                                             |
| STAT3                         | : Sinyal Transduser dan Aktivator Transkripsi 3                                                       |
| TEKDK                         | : Tablet Ekstrak Klorofil Daun Katuk                                                                  |
| TNF                           | : <i>Tumor Necrosis Factor</i>                                                                        |

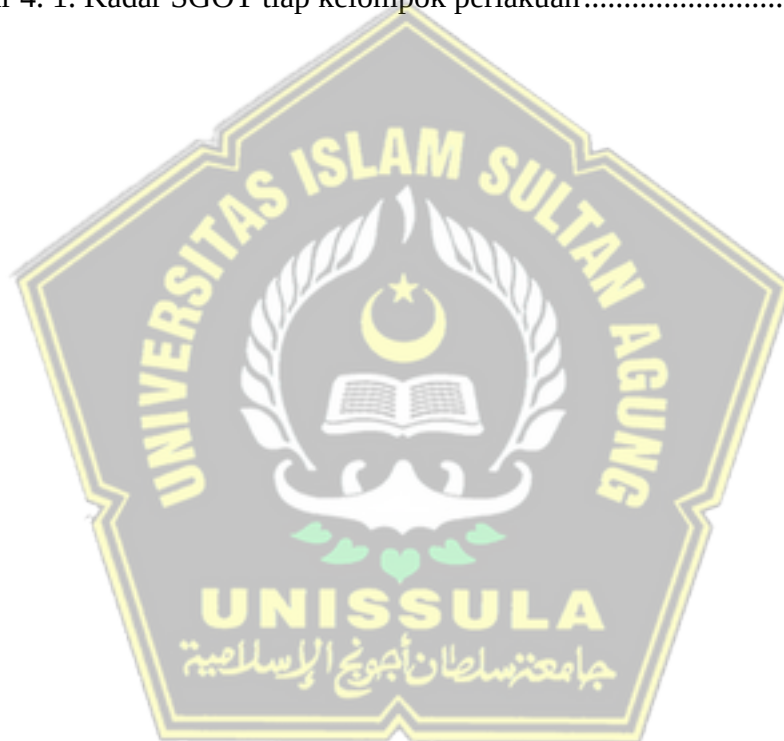
**DAFTAR TABEL**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1. Nilai Rujukan SGOT.....              | 7  |
| Tabel 4. 1. Hasil Analisis Data Kadar SGOT ..... | 37 |
| Tabel 4. 2. Hasil Uji <i>Mann Whitney</i> .....  | 38 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 2. 1. Tanaman Katuk ( <i>Sauropus androgynus</i> (L.) Merr.)..... | 13  |
| Gambar 2. 2 Kerangka Teori Penelitian.....                               | 23  |
| Gambar 2.3. Kerangka Konsep Penelitian .....                             | 24. |
| Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....                                         | 33  |
| Gambar 4. 1. Kadar SGOT tiap kelompok perlakuan.....                     | 36  |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Hasil Penelitian.....                       | 48 |
| Lampiran 2. Hasil Analisis Statistik .....              | 50 |
| Lampiran 3. <i>Ethical Clearance</i> .....              | 57 |
| Lampiran 4. Surat Izin Penelitian Terapan PAU UGM ..... | 58 |
| Lampiran 5. Surat Keterangan Selesai Penelitian .....   | 59 |
| Lampiran 6. Surat Keterangan Bebas Peminjaman.....      | 60 |
| Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....                 | 61 |
| Lampiran 8. Surat Undangan Ujian Hasil Skripsi.....     | 62 |
| Lampiran 9. Lembar Hasil Turnitin .....                 | 64 |



## INTISARI

Aflatoksin B1 (AFB1) merupakan hasil metabolisme sekunder dari jamur *Aspergillus sp.* yang bersifat hepatotoksik. Efek hepatotoksik AFB1 berpengaruh terhadap fungsi hati sehingga menyebabkan kenaikan kadar *serum glutamat oxaloacetic transaminase* (SGOT). Daun katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) memiliki klorofil sebagai antioksidan yang bersifat hepatoprotektif. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian tablet ekstrak klorofil daun katuk (TEKDK) terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental menggunakan *post test only control group design*, dengan 48 ekor tikus putih jantan *Sprague Dawley*, dibagi menjadi 8 kelompok yaitu: kelompok normal (N), kelompok yang diberi pakan AFB1 (K), kelompok perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 masing-masing diberi pakan AFB1 dan TEKDK dosis 0,016; 0,16; 1,6; 16; 160 mg/200 g BB. Kelompok yang diberi pakan AFB1 dan silimarin dosis 46,9 mg/200 g BB (P6). Pengambilan sampel darah dilakukan setelah 28 hari perlakuan. Kadar SGOT dianalisis dari serum darah menggunakan spektrofotometer.

Rerata kadar SGOT pada kelompok N  $39,08 \pm 2,688$ ; K  $77,193 \pm 2,106$ ; P1  $71,045 \pm 2,688$ ; P2  $55,911 \pm 7,965$ ; P3 sebesar  $52,19 \pm 2,31$ ; P4  $44,18 \pm 3,056$ ; P5  $40,216 \pm 1,881$  dan P6  $42,32 \pm 1,634$  U/L. Hasil uji Uji *Kruskal Wallis* menunjukkan  $p=0,001$  sehingga minimal ada dua kelompok perlakuan yang memiliki rerata kadar SGOT berbeda secara signifikan. Hasil uji *Mann Whitney* menunjukkan bahwa pemberian TEKDK pada P1, P2, P3, P4, P5 ada perbedaan signifikan antar kelompok ( $p<0,05$ ) terhadap kadar SGOT pada kelompok yang hanya diberi pakan mengandung AFB1 (K).

Kesimpulan penelitian ini adalah pemberian TEKDK berpengaruh terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1.

**Kata Kunci:** Aflatoksin B1, Tablet Ekstrak Klorofil Daun katuk, SGOT

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Aflatoksin B1 (AFB1) merupakan hasil metabolisme sekunder dari jamur *Aspergillus sp.* Toksin ini mengkontaminasi makanan yang sering dikonsumsi oleh manusia seperti beras, daging, susu, kacang – kacangan, gandum. Kontaminasi AFB1 dapat mengakibatkan timbulnya stress oksidatif yang berlebihan yang merusak *deoxyribo nucleic acid* (DNA), protein, dan lipid yang akan berdampak terhadap inflamasi dan apoptosis sel (Ma *et al.*, 2021). Inflamasi serta apoptosis dapat menyebabkan hepatokarsinogenik serta hepatotoksisitas pada manusia dan hewan (Jamin *et al.*, 2015). Hepatotoksisitas karena kontaminasi AFB1 menyebabkan kerusakan hepatosit dan apabila terpapar terus-menerus dapat menyebabkan sirosis hepatic dan karsinoma hepatic (Zhou *et al.*, 2019). Efek hepatotoksik akibat kontaminasi AFB1 pada makanan dapat dideteksi pada darah melalui pemeriksaan enzim golongan transaminase.

*Serum Glutamat Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) merupakan enzim yang diproduksi oleh hepatosit. Enzim ini akan mendeteksi fungsi hati, dimana apabila terdapat kerusakan pada hepatosit akan menyebabkan peningkatan kadar SGOT (Doviana *et al.*, 2021). Kadar SGOT memiliki keunggulan dibandingkan pemeriksaan fungsi hati lain. Hal ini disebabkan karena SGOT merupakan indikator paling sensitif dari kerusakan hepatoseluler awal (Chinnappan *et al.*, 2023).

Klorofil daun katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) telah diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menurunkan malondialdehid, meningkatkan kadar hemoglobin dan ferritin pada tikus yang diinduksi natrium nitrit sehingga dapat digunakan sebagai antianemia (Suparmi *et al.*, 2016). Klorofil memiliki efek antioksidan yang kuat. Hal ini berpotensi untuk melindungi sel-sel tubuh dari efek radikal bebas yang (Subramoniam *et al.*, 2012). Aflatoksin B1 menyebabkan peningkatan *reactive oxygen spesies* (ROS) dalam hepar sehingga merusak DNA dan memicu apoptosis pada hepatosit, dan penurunan kadar antioksidan hingga terjadi stres oksidatif. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mencegah kerusakan hepar akibat kontaminasi AFB1 salah satunya dengan daun katuk sebagai antioksidan. Antioksidan yang terkandung dalam daun katuk dapat menetralkan *singlet oxygen*, *superoxide*, *hydrogen peroxide*, dan *hydroxyl* hingga menjadi bentuk yang inaktif (Kotha *et al.*, 2022).

Penelitian oleh Ani *et al.* (2021) menunjukkan bahwa mengonsumsi daun katuk sebagai tanaman obat dapat membantu mengatur metabolisme tubuh dan mencegah gangguan metabolisme. Christina *et al.* (2021) melakukan penelitian yang mengungkapkan bahwa senyawa dalam daun katuk dapat mempertahankan fungsi hati dengan mengurangi peradangan dan meningkatkan regenerasi sel hati. Penelitian Suparmi *et al.* (2016) menunjukkan bahwa klorofil pada daun katuk, pada dosis 0,016 mg/ml, memiliki sifat antioksidan yang dapat mengurangi stres oksidatif. Sebaliknya,



masih sedikit penelitian yang dilakukan mengenai dampak klorofil daun katuk terhadap kadar SGOT dengan adanya kontaminasi AFB1.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian tablet ekstrak klorofil daun katuk (TEKDK) terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1. Induksi AFB1 diberikan melalui pakan karena di masyarakat kontaminasi AFB1 sebagian besar melalui makanan yang dikonsumsi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan daun katuk sebagai alternatif pencegahan hepatotoksitas akibat paparan AFB1.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Apakah TEKDK berpengaruh terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

### **1.3.1. Tujuan Umum**

Mengetahui apakah TEKDK berpengaruh terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1.

### **1.3.2. Tujuan Khusus**

1.3.2.1. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan standar.

1.3.2.2. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1.



- 1.3.2.3. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 0,016 mg/200 g BB.
- 1.3.2.4. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 0,16 mg/200 g BB.
- 1.3.2.5. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 1,6 mg/200 g BB.
- 1.3.2.6. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 16 mg/200 g BB.
- 1.3.2.7. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 160 mg/200 g BB.
- 1.3.2.8. Mengetahui rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan dosis silimarin 46,9 mg/200 g BB.
- 1.3.2.9. Mengetahui perbedaan rerata kadar SGOT tikus dari tiap kelompok perlakuan.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1. Manfaat Teoritis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menjadi bahan perkembangan penelitian selanjutnya mengenai

pengaruh TEKDK terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1.

#### **1.4.2. Manfaat Praktis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan daun katuk sebagai alternatif pencegahan hepatotoksisitas akibat paparan AFB1.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Serum Glutamat Oxaloacetic Transaminase (SGOT)

##### 2.1.1 Definisi SGOT

Serum Glutamat Oxaloacetic Transaminase (SGOT) adalah enzim mitokondria yang mengkatalisis pemindahan gugus amino dari asam aspartat ke asam  $\alpha$ -oksaloasetat, membentuk asam glutamat dan oksaloasetat. Komponen SGOT (oksaloasetat dan L-glutamat) diproduksi sebagai hasil transfer gugus amino dari L-aspartat ke  $\alpha$ -ketoglutarat. L-glutamat diproduksi ketika oksaloasetat direaksikan dengan malat dehidrogenase (MDH) dan nikotinamida adenin dinukleotida (NADH) (Santosa, 2023).

Enzim SGOT ditemukan dalam sitoplasma dengan kadar hingga 20% dan dalam mitokondria dengan kadar hingga 80%. Serum ini dapat dijumpai di hati sehingga dapat digunakan untuk menilai fungsi hati (Fairuza, 2022). Kadar SGOT yang tinggi menunjukkan kerusakan sel hati. Jika terjadi kerusakan hati akut, kadar SGOT akan meningkat dengan cepat. Kadar SGOT akan meningkat lebih dari 10× lipat pada penyakit hati dan akan bertahan pada tingkat ini untuk waktu yang lama (Widarti *et al.*, 2019).

### 2.1.2 Pemeriksaan Kadar SGOT

Pengukuran kadar SGOT dalam serum dapat mengindikasikan adanya kerusakan hepatosit. Pemeriksaan SGOT memiliki keunggulan dibandingkan pemeriksaan fungsi hati lain karena SGOT merupakan indikator paling sensitif untuk kerusakan hepatoseluler akut (Chinnappan *et al.*, 2023).

Pemeriksaan SGOT dapat dilakukan 6 hari setelah kerusakan hepatoseluler terjadi (Chinnappan *et al.*, 2023). Pemeriksaan ini menggunakan spektrofotometer, fotometer, dan peralatan kimia otomatis seperti penganalisis kimia. Pendekatan spektrofotometri biasanya digunakan untuk mengukur kadar SGOT dalam tes diagnostik kerusakan hati (Wanti *et al.*, 2020).

Selama prosedur tersebut, NADH dioksidasi menjadi NAD<sup>+</sup>. Laju pengurangan absorbansi pada 340 nm sebagai hasil oksidasi NADH menjadi NAD<sup>+</sup> digunakan untuk mengukur reaksi ini. Laju oksidasi NADH berkorelasi langsung dengan aktivitas katalitik SGOT. Hal ini diukur dengan mengevaluasi penurunan absorbansi pada 340 nm yang terjadi sebagai akibat dari oksidasi NADH menjadi NAD<sup>+</sup>. Nilai rujukan dari SGOT serum ditunjukkan pada Tabel 2.1. (Santosa, 2023).

**Tabel 2. 1.** Nilai Rujukan SGOT

| Kategori  | Nilai Rujukan |
|-----------|---------------|
| Laki laki | < 35 U/L      |
| Perempuan | < 35 U/L      |

### 2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kadar SGOT

Pada penyakit hati seperti nekrosis hati, hepatitis berat, atau kegagalan peredaran darah kronis, terjadi peningkatan kadar SGOT. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar SGOT di antaranya adalah usia, jenis kelamin, penggunaan zat, dan penggunaan alcohol (Nasution, 2022).

#### 2.1.3.1. Usia

Usia adalah faktor yang mempengaruhi peningkatan kadar SGOT pada pasien diabetes (Islam *et al.*, 2020). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara usia dengan peningkatan kadar SGOT (Yuliantari *et al.*, 2021).

#### 2.1.3.2. Jenis Kelamin

Pada penderita diabetes, perempuan lebih rentan mengalami peningkatan kadar SGOT dibandingkan laki-laki. Perbedaan jenis kelamin mempengaruhi kadar SGOT karena perbedaan individu dalam distribusi lemak tubuh dan metabolisme (Islam *et al.*, 2020).

#### 2.1.3.3. Penyakit Hati

Penyakit hati seperti hepatitis, *non alcoholic fatty liver disease*, dan sirosis merupakan faktor yang mempengaruhi kadar SGOT karena penderita penyakit hati mengalami kerusakan atau stres hepatosit, yang

mengakibatkan pelepasan enzim SGOT ke dalam aliran darah. Tahap lanjut dari kerusakan hati adalah sirosis di mana terjadi fibrosis dan disfungsi sel hati sehingga struktur normal hepar terganggu, yang menyebabkan kerusakan hepatosit secara berkelanjutan dan kronis. Akibatnya, lebih banyak SGOT dilepaskan ke dalam aliran darah (Susilawati *et al.*, 2022).

#### 2.1.3.4. Penyakit Jantung

Serangan jantung atau kondisi jantung lainnya dapat menyebabkan peningkatan SGOT karena kerusakan jaringan jantung. Penyakit jantung dapat meningkatkan kadar SGOT karena enzim ini juga terdapat dalam otot jantung. Ketika ada kerusakan atau stres pada sel-sel otot jantung (kardiomyosit), SGOT dilepaskan ke dalam aliran darah (Basha *et al.*, 2020).

#### 2.1.3.5. Penyakit Otot

Kondisi seperti distrofi otot atau trauma otot dapat menyebabkan pelepasan SGOT dari sel-sel otot yang rusak. Distrofi otot dan cedera otot dapat meningkatkan kadar SGOT dalam darah karena enzim ini juga terdapat dalam sel-sel otot rangka. Ketika ada kerusakan atau degenerasi pada sel-sel otot, SGOT dilepaskan ke dalam aliran darah (Goyal *et al.*, 2021).

#### 2.1.3.6. Penggunaan Obat-Obatan

Beberapa obat, seperti statin, antibiotik, dan obat antiepilepsi, dapat merusak hati dan meningkatkan kadar SGOT. Obat-obatan dapat meningkatkan kadar SGOT dalam darah karena beberapa alasan, terutama terkait dengan potensi obat tersebut untuk bersifat hepatotoksisitas. Contoh obat-obatan yang dapat menyebabkan hepatotoksisitas termasuk parasetamol (dalam dosis tinggi), statin, antibiotik tertentu (seperti isoniazid dan rifampisin), dan obat anti-kejang. Beberapa obat, terutama statin yang digunakan untuk menurunkan kolesterol, dapat menyebabkan rhabdomyolysis, kondisi di mana terjadi kerusakan otot yang luas. Kerusakan ini melepaskan sejumlah besar SGOT dari sel-sel otot yang rusak ke dalam darah (Gugun *et al.*, 2024).

#### 2.2. Aflatoksin B1

Aflatoksin B1 adalah aflatoksin yang paling umum dan kuat terhadap kesehatan karena toksisitas yang tinggi membahayakan nyawa manusia dan ternak (Omotayo *et al.*, 2019). Aflatoksin B1 merupakan hasil metabolisme sekunder dari jamur *Aspergillus sp.* Toksin ini mengkontaminasi makanan yang sering dikonsumsi oleh manusia seperti beras, daging, susu, kacang – kacangan, gandum. Kontaminasi AFB1 menginduksi timbulnya stress oksidatif yang



berlebihan dan dapat merusak DNA, protein, dan lipid sehingga berdampak terhadap inflamasi dan apoptosis sel (Ma *et al.*, 2021).

Aflatoksin B1 menginduksi apoptosis hepatosit, suatu bentuk kematian sel terprogram, dengan mengaktifkan sel *kupffer*, yang kemudian meningkatkan peradangan hati melalui defosforilasi *ciklooksigenase-2* (COX-2). Hepatosit apoptosis melepaskan sitokin inflamasi *interleukin* (IL)-1 $\beta$  dan *damage associated molecular pattern* (DAMPs) untuk merangsang sinyal transduser dan aktivator transkripsi 3 (STAT3) yang dimediasi oleh sinyal pro-inflamasi dari sel *kupffer*, yang menyebabkan amplifikasi peradangan hati yang bergantung pada protein reseptor seperti *nucleotide-binding and oligomerization domain-like receptor family pyrin domain-containing 3* (NLRP3). Hepatotoksisitas AFB1 berkaitan dengan peningkatan respon inflamasi hati yang ditunjukkan dengan peningkatan ekspresi COX-2, faktor nekrosis tumor-alfa (TNF  $\alpha$ ), *interleukin 6* (IL-6) (Zhang *et al.*, 2019).

Kerusakan hepatosit yang disebabkan oleh stres oksidatif akan menyebabkan peningkatan kadar enzim hati, termasuk *alkaline phosphatase* (ALP), *alanine transaminase* (ALT), *aspartate aminotransferase* (AST), dan *gamma-glutamyltransferase* (GGT) (Altyar *et al.*, 2023).



## 2.3. Tablet Klorofil Daun Katuk

### 2.3.1 Daun Katuk

Katuk (*Sauropus androgynous* (L.) Merr.) adalah famili dari *Phyllanthaceae*. Tanaman ini memiliki daun bergerombol dengan jarak tanam yang pendek dan mencapai ketinggian sekitar 3 sampai 5 meter. Ukuran daunnya bervariasi mulai dari bulat hingga lonjong, dengan lebar 1,25 hingga 3 cm. Daun katuk mampu tumbuh subur pada ketinggian antara 0 hingga 2.100 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini memiliki bunga yang kecil, yang ditandai dengan bercak-bercak merah dan warna yang bervariasi dari merah tua hingga kekuningan. Selain itu, kelopak bunga akan matang menjadi buah berwarna putih (Fajrin *et al.*, 2023).

Ekstrak daun katuk telah diketahui memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi yang kuat. Daun katuk kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid yang berkontribusi pada efek perlindungan terhadap stres oksidatif (Siregar *et al.*, 2022). Bahkan daun katuk memiliki potensi untuk mencegah penyakit kronis (Ani *et al.*, 2021).



**Gambar 2. 1. Tanaman Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.)**

### 2.3.2. Klasifikasi Tanaman Katuk

Sistematika tumbuhan (taksonomi) daun katuk diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Ordo : *Malpighiales*

Famili : *Phyllanthaceae*

Genus : *Sauropus*

Spesies : *Sauropus androgynus* (L.) Merr.

### 2.3.3. Kandungan Daun Katuk

Daun katuk terdiri dari beragam zat, seperti senyawa fenolik, tanin, flavonoid, steroid, alkaloid, saponin, protein, karbohidrat, dan glikosida. Komponen-komponen ini dapat mencegah diabetes dan obesitas, berfungsi sebagai antioksidan, meningkatkan laktasi, dan

menunjukkan aktivitas antiinflamasi dan antibakteri. Daun katuk berpotensi sebagai obat untuk mengurangi lemak. Kelebihan jaringan adiposa dapat menyebabkan beberapa komplikasi kesehatan, termasuk neoplasma, kecelakaan serebrovaskular, dan hipertensi. Tujuan penggunaan daun katuk sebagai agen terapeutik adalah untuk menjaga keseimbangan metabolisme dalam tubuh untuk mencegah timbulnya gangguan metabolisme yang parah (Ani *et al.*, 2021).

#### **2.3.4. Senyawa Aktif dalam Daun Katuk**

Daun katuk mengandung senyawa bioaktif seperti antioksidan. Antioksidan termasuk fenolat, polifenol (senyawa fenolik dengan banyak gugus hidroksil), karotenoid, antosianin, flavonoid, senyawa volatil lainnya, dan fitokimia. Semua senyawa aktif di dalam antioksidan memfasilitasi penghapusan radikal bebas, sehingga mengurangi stres oksidatif. Antioksidan dapat mengurangi timbulnya peradangan kronis tertentu dengan menangkal kerusakan oksidatif (Siregar *et al.*, 2022).

##### **2.2.4.1. Flavonoid**

Flavonoid adalah salah satu senyawa yang terkandung dalam katuk. Senyawa ini memiliki sifat antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas, atom atau molekul dengan satu elektron atau elektron yang tidak berpasangan yang sangat reaktif dan tidak stabil. Hal ini menyebabkan elektron dalam struktur sel akan menarik radikal bebas. Antioksidan

memungkinkan radikal bebas untuk mengikat elektron yang tidak berpasangan dengan menyumbangkan satu elektron kepadanya. Mekanisme ini menetralkan radikal bebas, mencegahnya menempel pada elektron struktur seluler (Resi *et al.*, 2022). Antioksidan bermanfaat yang memerangi radikal bebas adalah antioksidan primer yang hadir dalam jumlah rendah. Ketika antioksidan primer hadir dalam jumlah yang tinggi, antioksidan primer akan bertindak sebagai prooksidan. Antioksidan sekunder tidak memerangi radikal bebas dan membantu pengumpulan oksigen, reduksi agen, khelasi agen, dan penyerapan radiasi *Ultra Violet* (Arifin *et al.*, 2018).

#### 2.2.4.2. Fenolik Total

Senyawa fenolik total memiliki sifat antioksidannya. Sifat antioksidan fenolat total disebabkan oleh kombinasi gugus hidroksil dan cincin aromatik dalam struktur kimianya, yang kemudian menetralkan radikal bebas. Secara *in vitro*, fenolat total berfungsi sebagai donor elektron untuk ROS, yang meliputi anion superoksida, radikal peroksida, dan oksigen tunggal (Habiburrohman *et al.*, 2018). Perpindahan beberapa ion hidrogen melintasi cincin aromatik adalah karakteristik yang menentukan keberadaan senyawa fenolik total dalam tanaman. Tanin, yang

merupakan polimer dari asam fenolat, katekin, dan isokatekin, serta flavonoid, yang meliputi flavon, flavonol, flavanon, isoflavon, antosianidin, dan kalkon, merupakan dua kelompok senyawa yang secara efektif mencegah penyakit degeneratif, gangguan kardiovaskular, dan zat-zat karsinogenik (Proklamasiningsih *et al.*, 2019).

#### 2.3.5. Tablet

Tablet adalah formulasi farmasi yang berbentuk padat dan mungkin mengandung atau tidak mengandung bahan tambahan. Bentuk obat yang paling sering digunakan adalah kempa, yang merupakan proses pembuatan sebagian besar tablet. Serbuk atau partikel dikompres ke dalam cetakan baja di bawah tekanan tinggi untuk menghasilkan tablet kempa. Secara bersamaan, campuran bubuk lembab dikompres ke dalam rongga cetakan di bawah tekanan rendah untuk menghasilkan tablet cetak. Tekanan yang diberikan tidak memengaruhi kepadatan tablet ini, yang ditentukan oleh ikatan kristal yang terbentuk selama proses dehidrasi berikutnya. Tablet kempa biasanya terdiri dari senyawa aktif, eksipien, zat pengikat, disintegran, dan pelumas. Tablet juga dapat mengandung zat pewarna resmi, zat penyedap, dan komponen pemanis (Depkes RI, 2014).

Sediaan tablet juga memiliki keuntungan dan kerugian, antara lain:

#### 2.3.5.1 Keuntungan

1. Nyaman dan efisien
2. Cara penggunaan yang mudah digunakan sehingga tidak memerlukan keahlian yang khusus
3. Dosis yang digunakan mudah disesuaikan karena merupakan unit *dose system*
4. Efek yang diinginkan dapat disesuaikan sebagai *extended realease*, enteric tablet, lepas lambat dan sebagainya
5. Dalam produksi skala besar bentuk sediaan tablet lebih ekonomis
6. Penggabungan membran atau proses penyalutan dapat menyembunyikan rasa dan bau yang tidak menyenangkan dari bentuk sediaan tablet.
7. Bentuk sediaan tablet memiliki stabilitas yang lebih besar daripada bentuk sediaan lainnya untuk kualitas kimia, mekanik, dan mikrobiologis.

#### 2.3.5.2 Kerugian

1. Tidak dapat digunakan untuk pasien yang dalam kondisi tidak sadar dan pasien yang mengalami kesulitan menelan.
2. Waktu hancur yang diperlukan untuk sediaan tablet lebih lama dibandingkan dalam bentuk larutan.
3. Kesulitan mencapai konsentrasi obat di dalam plasma target.

#### 2.3.6. Klorofil

##### 2.3.6.1. Definisi Klorofil

Klorofil adalah suatu pigmen pada organisme yang memberi warna dan berperan dalam proses fotosintesis. Pada daun tumbuhan dan alga hijau klorofil memberikan warna hijau. Klorofil juga dimiliki oleh kelompok bakteri fotosintetik. Klorofil yang banyak ditemukan pada tumbuhan digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Klorofil berperan dalam pembuatan energi pada tumbuhan secara otonom dengan bantuan cahaya matahari sehingga membuat tumbuhan tersebut menjadi organisme autotrof (Zakiyah *et al.*, 2018).



### 2.3.6.2. Struktur Klorofil

Klorofil memiliki struktur yang tersusun dari dua bagian yaitu kepala porfirin (siklik) dan ekor dalam bentuk rantai hidrokarbon yang panjang. Dalam kepala porfirin terdapat nitrogen yang tersusun dari empat cincin pirol atau disebut dengan tetrapiol. Struktur rantai hidrokarbon pada klorofil didominasi oleh molekul yang mudah larut lemak dan sering disebut sebagai rantai fitol (Mysliwa-Kurdziel & Solymosi, 2017). Klorofil memiliki struktur sama dengan hemoglobin, di mana terdiri dari empat molekul pirol yang saling dihubungkan oleh metina dan pada bagian sentral tetrapiol tersebut mengandung logam, hemoglobin mengandung Fe sedangkan pada klorofil mengandung Mg (Rodwell *et al.*, 2015). Klorofil termasuk ke dalam senyawa yang tidak stabil karena kepekaannya terhadap cahaya. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat merusak dari keutuhan molekul klorofil (Setiawati *et al.*, 2018).

### 2.3.6.3. Fungsi Klorofil

Klorofil terlibat dalam proses fotosintesis, di mana klorofil menyerap cahaya untuk mengubah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi senyawa organik, khususnya karbohidrat dan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Klorofil tidak hanya penting untuk sumber energi pada tumbuhan saja tetapi juga penting



dalam produksi oksigen yang digunakan untuk metabolisme aerobik (Mysliwa-Kurdziel & Solymosi, 2017).

Klorofil memiliki aktivitas antioksidan yang bermanfaat untuk tubuh. Sebagai zat antioksidan klorofil dapat secara langsung mencegah kerusakan DNA oksidatif, mengikat secara langsung radikal bebas hidroksil yang dihasilkan oleh  $H_2O_2$ , mengikat Fe (II), dan mencegah reaksi peroksidasi lipid (Hsu *et al.*, 2013).

#### 2.4. Silimarin

Silimarin adalah senyawa alami yang terdapat pada spesies yang berasal dari *Silybum marianum*, yang umumnya dikenal sebagai *milk thistle*. Tanaman ini mengandung sedikitnya tujuh flavolignan dan flavonoid taksifolin. Silimarin memiliki sifat antioksidan, imunomodulatori, anti-fibrotik, anti-proliferatif, dan antivirus (Mukhtar *et al.*, 2021).

Silimarin dapat memengaruhi sintesis RNA dan DNA yang dapat menjaga integritas membran hepatosit dan menghalangi masuknya zat-zat beracun atau xenobiotik. Sifat fenolik silimarin mampu menyumbangkan elektron untuk menstabilkan ROS. Silimarin juga memengaruhi glutathione intraseluler, yang mencegah lipoperoksidasi membran (Mukhtar *et al.*, 2021).

Silimarin memiliki sifat hepatoprotektif dan regeneratif. Obat ini bekerja mengurangi radikal yang dibentuk oleh racun yang

merusak membran sel dan penghambatan kompetitif melalui modifikasi membran sel eksternal hepatosit. Silimarin membentuk kompleks yang menghambat masuknya racun ke bagian dalam sel hati. Selain itu, silimarin secara metabolik merangsang sel hati dan mengaktifkan sintesis RNA ribosom untuk merangsang pembentukan protein (Vargas-Mendoza *et al.*, 2014).

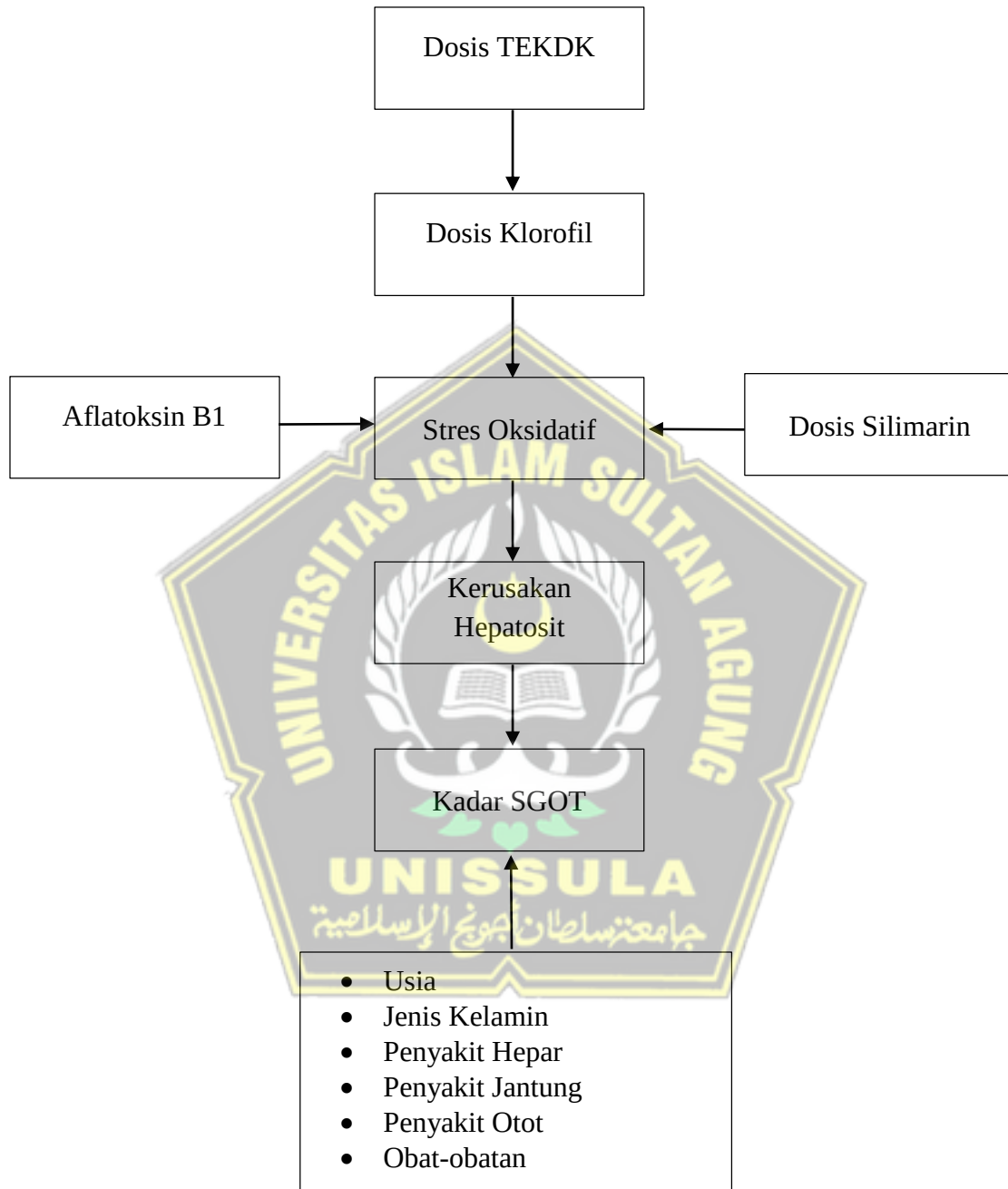
## **2.5. Hubungan Tablet Ekstrak Klorofil Daun Katuk dengan Kadar SGOT**

Kerusakan struktur hati dan gangguan fungsi hati disebabkan oleh mekanisme dari toksin yang masuk ke dalam tubuh. Stres oksidatif dan mekanisme peroksidasi lipid di dalam tubuh adalah penyebab utama gangguan fungsi hati. Aflatoksin B1 adalah senyawa radikal bebas yang berkontribusi terhadap kerusakan struktural dan fungsional hati (Liu *et al.*, 2010). Radikal bebas yang disebabkan oleh AFB1 dapat menyebabkan kerusakan struktur dan fungsi hati sehingga dapat merusak DNA. Hal ini dapat menyebabkan lesi yang kemudian memicu terjadinya apoptosis dari hepatosit, sehingga menurun kadar antioksidan yang menyebabkan stres oksidatif. Hal tersebut berpengaruh terhadap metabolisme kerja hati dan fungsi hati sehingga dapat menyebabkan kenaikan kadar SGOT (Bayu, 2023). Hepatoprotektor adalah agen yang membantu melindungi hati dari kerusakan akibat berbagai faktor seperti obat-obatan, alkohol, dan toksin. Senyawa hepatoprotektif umumnya bekerja melalui mekanisme antioksidan, anti-inflamasi, dan perbaikan hepatosit (Shakya, 2020). Senyawa flavonoid, yang dikenal sebagai antioksidan kuat, terdapat dalam daun katuk. Flavonoid

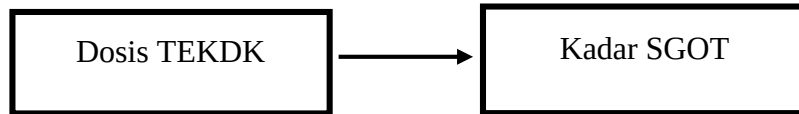
dapat membantu mengurangi stres oksidatif dalam sel hati dengan menetralkan radikal bebas (Fatmawati *et al.*, 2022). Selain itu, senyawa-senyawa lain dalam daun katuk, seperti saponin, juga memiliki potensi untuk melindungi hati sel-sel hati (Christina *et al.*, 2021).

Daun katuk diketahui dengan kandungan klorofil yang tinggi. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa klorofil katuk memiliki aktivitas antioksidan yang dapat mengurangi malondialdehid dan meningkatkan kadar hemoglobin dan feritin pada hewan pengerat yang diinduksi stres oksidatif. Oleh karena itu, katuk berpotensi untuk digunakan sebagai agen antianemia (Suparmi *et al.*, 2016). Klorofil memiliki sifat antioksidan yang kuat. Ini memiliki potensi untuk melindungi sel-sel tubuh dari efek berbahaya dari radikal bebas (Subramoniam *et al.*, 2012). Selain itu daun katuk memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat berkontribusi pada pengurangan peradangan dalam tubuh. Klorofil dapat memfasilitasi proses detoksifikasi tubuh dengan mengikat kotoran dan memfasilitasi pembuangannya. Dengan mengikat kotoran dan memfasilitasi pembuangannya, klorofil dapat memfasilitasi proses detoksifikasi tubuh (Pawar *et al.*, 2010).

## 2.6. Kerangka Teori



**Gambar 2. 2** Kerangka Teori Penelitian

**2.7. Kerangka Konsep**

**Gambar 2. 3** Kerangka Konsep Penelitian

**2.8. Hipotesis**

Tablet ekstrak klorofil daun katuk berpengaruh terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian**

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan penelitian “*post-test only control group design*”.

#### **3.2. Variabel dan Definisi Operasional**

##### **3.2.1. Variabel Penelitian**

###### **3.2.1.1. Variabel Bebas**

Dosis tablet ekstrak klorofil daun katuk

###### **3.2.1.2. Variabel Terikat**

Kadar SGOT

##### **3.2.2. Definisi Operasional**

###### **3.2.2.1. Dosis Tablet Ekstrak Klorofil Daun Katuk**

Suparmi *et al.* (2023) sebelumnya telah melakukan penelitian yang mengarah pada pengadaan tablet yang mengandung ekstrak klorofil dari daun katuk. Penelitian ini menggunakan TEKDK dosis 0,016 mg/200 g BB, 0,16 mg/200 g BB, 1,6 mg/200 g BB, 16 mg/200 g BB, dan 160 mg/200 g BB. Tablet diberikan dalam bentuk suspensi dengan natrium karboksimetil selulosa (Na-CMC) sebanyak 2 ml/ hari menggunakan sonde lambung.

Skala: Nominal

### 3.2.2.2. Kadar SGOT

Kadar SGOT serum darah tikus diukur menggunakan spektrofotometer dengan metode kinetik sesuai dengan *The Internasional Federation of Clinical Chemistry* (IFCC). Satuan dari kadar SGOT adalah U/L.

Skala: Rasio

## 3.3. Populasi dan Sampel

### 3.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini menggunakan tikus jantan galur *Sprague Dawley* yang didapatkan dari Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta yang sesuai dengan kriteria hewan uji tikus.

### 3.3.2 Sampel

Penghitungan sampel penelitian menggunakan rumus Federer (1963) sebagai berikut:

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

Keterangan : n = Jumlah sampel tiap kelompok

: t = Jumlah kelompok

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

$$(n-1) \times (8-1) \geq 15$$

$$(n-1) \times 7 \geq 15$$

$$7n - 7 \geq 15$$

$$7n \geq 15 + 7$$

$$7n \geq 22$$

$$n \geq 22/7$$

$$n \geq 3,14$$

$$n \geq 3 \text{ (dibulatkan)}$$

Jumlah hewan uji tiap kelompok yang digunakan minimal lebih dari 3 ekor tikus per kelompok. Pada penelitian ini digunakan 6 ekor tikus per kelompok untuk menghindari *loss to follow up*, sehingga total sampel pada penelitian ini adalah 48 ekor ekor tikus.

### 3.4. Subjek Uji

Subjek uji dalam penelitian ini adalah tikus yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dalam penelitian ini sebagai berikut:

#### 3.4.1. Kriteria Inklusi

1. Tikus jantan galur *Sprague Dawley*
2. Umur 2 bulan
3. Berat badan 120 – 200 g
4. Sehat pada penampilan luar:
  - a. Bergerak aktif
  - b. Makan dan minum normal
  - c. Tidak ada luka dan tidak ada cacat



### 3.4.2. Kriteria Eksklusi

Tikus sakit selama penelitian berlangsung.

### 3.4.3. Kriteria *Drop Out*

Tikus mati selama penelitian berlangsung.

## 3.5. Instrumen dan Bahan Penelitian

### 3.5.1. Instrumen

Penelitian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut: kandang tikus, alat sonde tikus, tabung mikro hematokrit, spektrofotometer, sentrifus, homogenizer, rak dan tabung reaksi, gelas kimia, gelas ukur, batang pengaduk, pipet, dan botol penampung darah.

### 3.5.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk AFB1, TEKDK, silimarin, air, pakan tikus standar, dan reagen SGOT.

## 3.6. Cara Penelitian

### 3.6.1. Pengajuan *Ethical Clearance*

Pengajuan *Ethical Clearance* dari Komite Bioetika Penelitian Kedokteran/Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Telah diperoleh pada tanggal 30 Januari 2024 dengan No.37/1/2024/Komisi Bioetik. (Lampiran 3)

### 3.6.2. Penyiapan Larutan Uji dari Tablet Ekstrak Klorofil Daun Katuk

Tablet ekstrak klorofil daun katuk diperoleh dari tim penelitian Suparmi et al. (2023). Dosis efektif TEKDK untuk tikus sebesar 0,016 mg /200 g BB tikus (Suparmi *et al.*, 2016). Tablet optimal disuspensi dengan Na-CMC konsentrasi 0,5%. Diberikan pada tiap kelompok I (N), kelompok II (K), kelompok III (P1) dengan dosis 0,016 mg/200 g BB, kelompok IV (P2) dengan dosis 0,16 mg/200 g BB, kelompok V (P3) dengan dosis 1,6 mg/200 g BB, kelompok VI (P4) dengan dosis 16 mg/200 g BB, kelompok VII (P5) dengan dosis 160 mg/200 g BB, dan kelompok kontrol Silimarin (P6). Sebanyak 1 ml /200 g BB disondekan ke tikus. Penyondean dilakukan selama 28 hari.

### 3.6.2. Pembuatan Pakan yang Mengandung Aflatoksin B1

Pembuatan pakan yang mengandung aflatoksin B1 dengan cara pakan standart dihaluskan dan diletakkan dalam wadah, kemudian ditambahkan AFB sebanyak 10 mg/kg BB pak dan dicampur menggunakan mixer, selanjutnya ditambahkan air secukupnya dan dicetak menggunakan extruder. Setelah itu, pakan dikeringkan dengan cabinet dryer pada suhu 40°C selama 8 jam, kemudian tikus penelitian diberi pakan sebanyak 20 g per hari pada pagi hari selama 28 hari. (Lampiran 7b)

### 3.6.3. Persiapan Hewan Coba

Percobaan dilakukan pada 48 tikus jantan *Sprague Dawley* yang telah diubah untuk memenuhi kriteria inklusi. Selama tujuh hari pertama, tikus-tikus tersebut akan mendapatkan makanan standar di pagi hari. (Lampiran 7a)

### 3.6.4. Perlakuan Kelompok

Sebanyak 48 ekor tikus yang memenuhi kriteria inklusi dipilih secara acak kemudian dibagi menjadi 8 kelompok, masing-masing terdiri dari 6 ekor. Adapun kelompok perlakuan yaitu:

1. Kelompok I (N): tikus normal yang hanya diberi pakan standar, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.
2. Kelompok II (K): tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 selama 28 hari, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.
3. Kelompok III (P1): tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 selama 28 hari dan diberi TEKDK dosis 0,016 mg/200 g BB, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.
4. Kelompok IV (P2): tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 selama 28 hari dan diberi TEKDK dosis 0,16 mg/200 g BB, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.

5. Kelompok V (P3): tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 selama 28 hari dan diberi TEKDK dosis 1,6 mg/200 g BB, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.
6. Kelompok VI (P4): tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 selama 28 hari dan diberi TEKDK dosis 16 mg/200 g BB, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.
7. Kelompok VII (P5): tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 selama 28 hari dan diberi TEKDK dosis 160 mg/200 g BB, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.
8. Kelompok VIII (P6): tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 selama 28 hari dan diberi silimarin 46,9 mg/200 g BB, kemudian pada hari ke-29 diambil sampel darah dan dianalisis kadar SGOT.

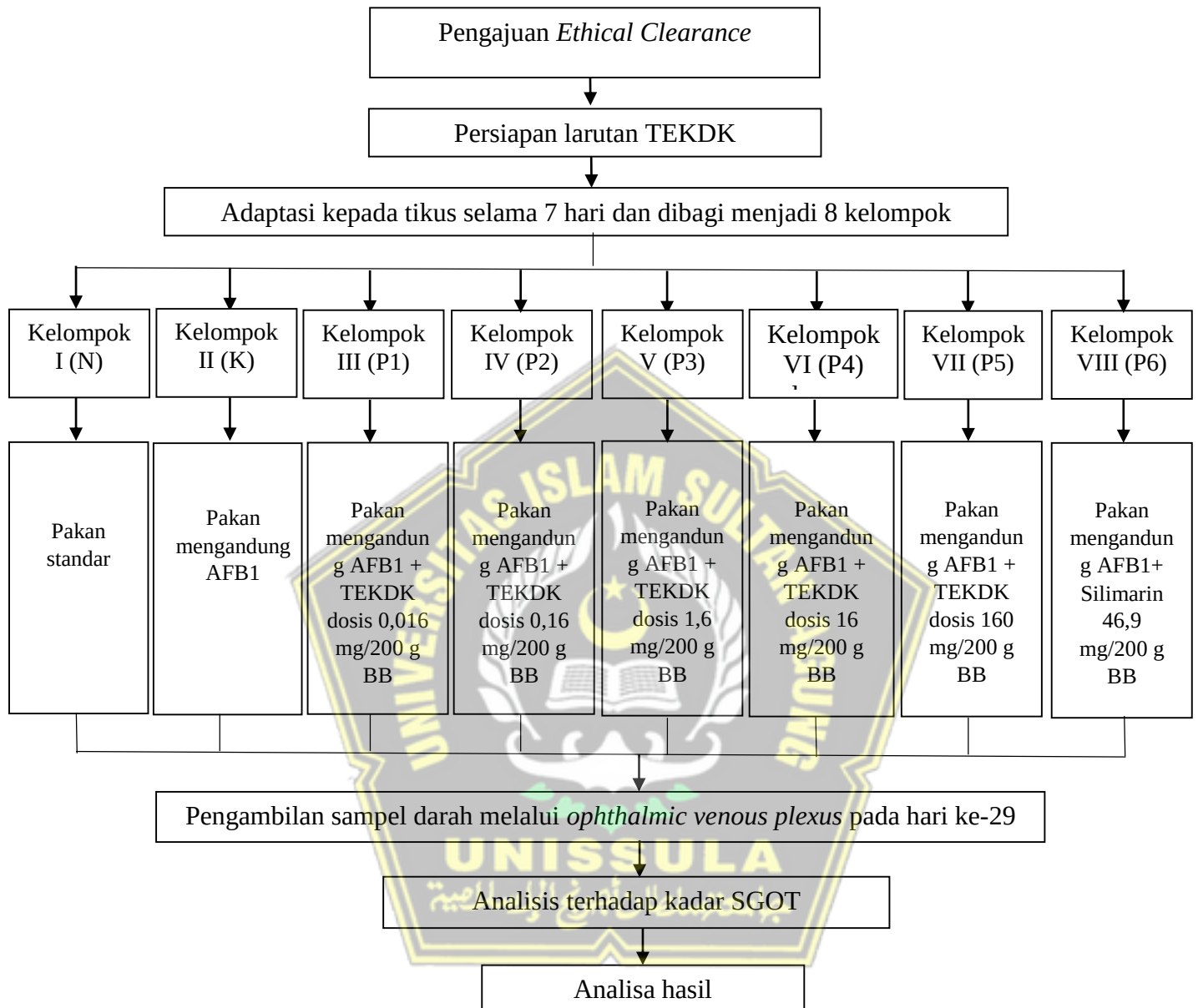
#### 3.6.5. Pengukuran Kadar SGOT

Pengambilan sampel darah dari *ophthalmic venous plexus* yang berada di sudut bola mata tikus secara preorbita dengan menggunakan mikrohematokrit tubes, darah yang keluar segera ditampung dalam endroff sampai dengan volume 2 ml (Lampiran e). Darah yang sudah tertampung dalam endroff kemudian dilakukan *centrifuge* dengan kecepatan 3000 rpm

dengan menggunakan alat *micro 200R* selama 10 menit untuk mendapatkan serum. Kadar SGOT diukur menggunakan spektrofotometer metode kinetik sesuai dengan *The Internasional Federation of Clinical Chemistry* (IFCC) dengan satuan U/L.



### 3.7. Alur Penelitian



**Gambar 3. 1** Alur Penelitian

### 3.8. Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.8.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

#### 3.8.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2024.

### 3.9. Analisis Data

Data kadar SGOT dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS versi 27. Karena titik data kurang dari 50, uji *Shapiro-Wilk* digunakan untuk menilai normalitas distribusi kadar SGOT. Uji *Levene* digunakan untuk menilai homogenitas varian dalam data kadar SGOT. Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa  $p < 0,05$ , yang mengindikasikan bahwa data tidak terdistribusi normal. Hasil uji *Levene* menunjukkan bahwa  $p < 0,05$ , yang menunjukkan bahwa varian data heterogen. Uji non parametrik dilakukan dengan menggunakan teknik *Kruskal-Wallis*, kemudian dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

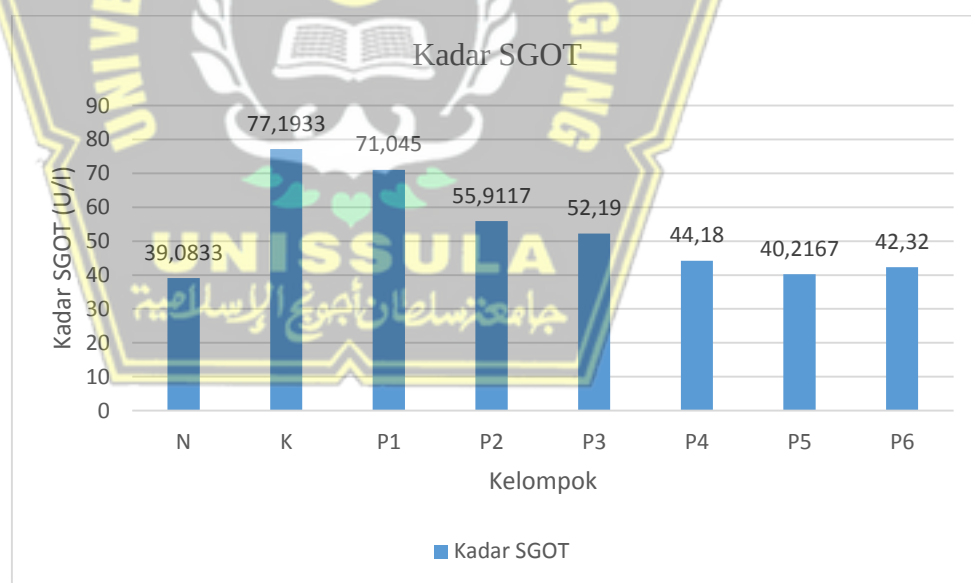
#### 4.1. Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental tujuannya untuk mengetahui pengaruh berbagai dosis tablet ekstrak klorofil daun katuk (TEKDK) terhadap kadar *serum glutamat oxaloacetic transaminase* (SGOT) pada tikus yang diberi pakan mengandung Aflatoksin B1 (AFB1). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Penelitian ini menggunakan 48 ekor tikus putih jantan galur *Sprague Dawley* yang terbagi menjadi 8 kelompok yang terdiri dari kelompok tikus normal (N) diberi pakan standar, kelompok kontrol (K) diberikan AFB1, kelompok Perlakuan 1 (P1) diberikan AFB1 dan dosis TEKDK 0,016 mg/200 g BB, kelompok Perlakuan 2 (P2) diberikan AFB1 dan dosis TEKDK 0,16 mg/200 g BB, kelompok Perlakuan 3 (P3) diberikan AFB1 dan dosis TEKDK 1,6 mg/200 g BB, kelompok Perlakuan 4 (P4) diberikan AFB1 dan dosis TEKDK 16 mg/200 g BB, kelompok Perlakuan 5 (P5) diberikan AFB1 dan dosis TEKDK 160 mg/200 g BB dan kelompok Perlakuan 6 (P6) diberikan AFB1 dan silimarin 46,9 mg/200 g BB sebagai pembanding. Pemberian dosis TEKDK sebesar 2 ml/ekor. Masing-masing kelompok terdiri dari enam ekor tikus dan semua sampel darahnya dilakukan analisis. Perlakuan dilakukan selama 28 hari. Selanjutnya di hari ke-29 dilakukan pengambilan sampel darah.



Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rerata kadar SGOT pada kelompok kontrol (K) adalah  $77,19 \pm 2,11$  U/L, lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok normal (N) yaitu  $39,08 \pm 2,688$  U/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pakan yang mengandung AFB1 menyebabkan peningkatan kadar SGOT. Kadar SGOT rerata pada kelompok kontrol dapat diturunkan dengan pemberian TEKDK dengan dosis 0,016 mg/200 g BB (P1), 0,16 mg/200 g BB (P2), 1,6 mg/200 g BB (P3), 16 mg/200 g BB (P4), dan 160 mg/200 g BB (P5), seperti pada Gambar 4.1. Kelompok yang mendapat TEKDK dosis 160 mg/200 g BB (P5) mempunyai rerata kadar SGOT yang lebih rendah dibandingkan kelompok yang mendapat silimarin dosis 48,9 mg/200 g BB (P6).



**Gambar 4. 1.** Diagram Rerata Kadar SGOT Tikus pada tiap Kelompok

Hasil uji normalitas data kadar SGOT tikus menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene* yang ditunjukkan pada tabel 4.1. Distribusi data di antara kelompok tidak terdistribusi normal, dibuktikan dengan nilai *p-value* kurang dari 0,05. Selain itu, data kadar SGOT bersifat homogen, dibuktikan dengan nilai *p-value* sebesar 0,128 ( $p > 0,05$ ). Hasil uji non parametrik *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa kadar SGOT pada semua kelompok berbeda secara signifikan, dengan nilai *p-value* sebesar  $< 0,001$  ( $p < 0,05$ ).

**Tabel 4. 1. Hasil Analisis Data Kadar SGOT Tikus pada tiap Kelompok**

| Kelompok | Persentase SGOT (Rerata $\pm$ SD) | <i>p-value</i>      |               |                        |
|----------|-----------------------------------|---------------------|---------------|------------------------|
|          |                                   | <i>Shapiro Wilk</i> | <i>Levene</i> | <i>Kruskal Wallis`</i> |
| N        | 39,08 $\pm$ 2,69                  | 0,070               | 0,128         | <0,001                 |
| K        | 77,19 $\pm$ 2,10                  | 0,205               |               |                        |
| P1       | 71,04 $\pm$ 2,69                  | 0,407               |               |                        |
| P2       | 55,91 $\pm$ 7,97                  | 0,019               |               |                        |
| P3       | 52,19 $\pm$ 2,31                  | 0,006               |               |                        |
| P4       | 44,18 $\pm$ 3,06                  | 0,078               |               |                        |
| P5       | 40,21 $\pm$ 1,89                  | 0,178               |               |                        |
| P6       | 42,32 $\pm$ 1,63                  | 0,580               |               |                        |

Tabel 4.2 merupakan hasil uji *Mann Whitney*, yang menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam rerata kadar SGOT ( $p < 0,05$ ) antara kelompok N dengan kelompok K, P1, P2, P3, P4, P5, dan P6. Rerata kadar SGOT pada kelompok P2 tidak berbeda secara signifikan dengan kelompok P3. Hal ini juga berlaku pada rerata kadar SGOT kelompok P5 dengan kelompok P6 yang tidak berbeda signifikan. Selain itu, rerata kadar SGOT tikus pada kelompok P4 dengan P6 dan kelompok N dengan P5 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kadar SGOT.

Tabel 4. 2. Hasil Uji *Mann Whitney* Kadar SGOT Tikus tiap Kelompok

| Kelompok | N      | K      | P1     | P2     | P3     | P4     | P5     | P6     |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| N        |        | 0,004* | 0,004* | 0,013* | 0,004* | 0,030* | 0,871  | 0,016* |
| K        | 0,004* |        | 0,008* | 0,004* | 0,004* | 0,004* | 0,004* | 0,004* |
| P1       | 0,004* | 0,008* |        | 0,004* | 0,004* | 0,004* | 0,004* | 0,004* |
| P2       | 0,013* | 0,004* | 0,004* |        | 0,076  | 0,037* | 0,010* | 0,044* |
| P3       | 0,004* | 0,004* | 0,004* | 0,076  |        | 0,004* | 0,004* | 0,004* |
| P4       | 0,030* | 0,004* | 0,004* | 0,037* | 0,004* |        | 0,044* | 0,148  |
| P5       | 0,871  | 0,004* | 0,004* | 0,010* | 0,004* | 0,044* |        | 0,053  |
| P6       | 0,016* | 0,004* | 0,004* | 0,044* | 0,004* | 0,148  | 0,053  |        |

Keterangan: \*= ada perbedaan bermakna

#### 4.2. Pembahasan

Kelompok kontrol (K), termasuk tikus yang diberi pakan mengandung AFB1, memiliki rerata kadar SGOT tertinggi dalam penelitian ini. Kadar SGOT normal pada tikus adalah 5-40 U/L (Muslim *et al.*, 2020). Hal ini sesuai dengan penelitian Liu *et al.* (2010), yang menunjukkan bahwa pemberian pakan yang mengandung AFB1 mengakibatkan kerusakan hepatosit, yang salah satu tandanya adalah peningkatan kadar SGOT. Aflatoksin B1 (AFB1) meningkatkan *reactive oxygen spesies* (ROS), yang mengakibatkan stres oksidatif dan peroksidasi lipid. *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) menginduksi kerusakan DNA, yang menyebabkan lesi hepatosit yang ditandai dengan peningkatan kadar SGOT (Bayu, 2023). Paparan hepatosit yang terlalu lama terhadap AFB1 menyebabkan peningkatan apoptosis hepatosit dan peningkatan kadar SGOT (Yuneldi *et al.*, 2018).

Kadar SGOT yang lebih rendah terlihat pada tikus yang diberi pakan yang mengandung AFB1 dan diberikan TEKDK pada kelompok P1, P2, P3, P4, dan P5. Kadar yang lebih rendah ini menunjukkan bahwa klorofil pada daun katuk memiliki sifat preventif terhadap kerusakan hati yang disebabkan oleh AFB1. Hal ini sesuai dengan penelitian Suparmi *et al.* (2016), yang menemukan bahwa klorofil pada daun katuk memiliki sifat antioksidan yang dapat meredam efek stres oksidatif.

Pemberian TEKDK dengan dosis 160 mg/200 g BB menghasilkan rerata kadar SGOT lebih rendah dibandingkan dengan dosis 0,016 mg/200 g BB, 0,16 mg/200 g BB, 1,6 mg/200 g BB, dan 16 mg/200 g BB. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak klorofil dapat memberikan efek perlindungan terhadap cedera hati yang disebabkan oleh paparan AFB1 ketika diberikan dalam dosis yang lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Subramoniam *et al.* (2012), yang menyatakan bahwa klorofil memiliki sifat antioksidan yang kuat dan dapat membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas.

Pemberian silimarin menghasilkan rerata kadar SGOT yang hampir sama dengan kelompok yang diberi TEKDK dosis 16 mg/200 g BB dan 160 mg/200 g BB. Hal ini bisa disebabkan karena silimarin memiliki sifat antioksidan, imunomodulatori, anti-fibrotik, anti-proliferatif, dan antivirus. Silimarin dapat memengaruhi sintesis *ribo nucleic acid* (RNA) dan *deoxyribo nucleic acid* (DNA) yang dapat menjaga integritas membran hepatosit dan menghalangi masuknya zat-zat beracun atau xenobiotik. Karena bersifat

fenolik, silimarin mampu menyumbangkan elektron untuk menstabilkan ROS (Mukhtar *et al.*, 2021).

Keterbatasan penelitian ini adalah tidak dilakukan pengambilan sampel hepar tikus setelah pemberian AFB1 untuk mengetahui derajat kerusakan hepatosit. Oleh karena itu, disarankan untuk dilakukan penelitian selanjutnya untuk meneliti histopatologi hepar akibat pemberian AFB1 dan pemberian TEKDK.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 5.1.1 Terdapat pengaruh pemberian dosis TEKDK terhadap kadar SGOT pada tikus yang diberi pakan mengandung AFB1.
- 5.1.2 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan standar adalah  $39,08 \pm 2,69$  U/L.
- 5.1.3 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 adalah  $77,19 \pm 2,10$  U/L.
- 5.1.4 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 0,016 mg/200 g BB adalah  $71,04 \pm 2,69$  U/L.
- 5.1.5 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 0,16 mg/200 g BB adalah  $55,91 \pm 7,97$  U/L.
- 5.1.6 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 1,6 mg/200 g BB adalah  $52,19 \pm 2,31$  U/L.
- 5.1.7 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 16 mg/200 g BB adalah  $44,18 \pm 3,06$  U/L.
- 5.1.8 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan TEKDK dengan dosis 160 mg/200 g BB adalah  $40,21 \pm 1,89$  U/L.
- 5.1.9 Rerata kadar SGOT tikus yang diberi pakan mengandung AFB1 dan dosis selemarin 46,9 mg/200 g BB adalah  $42,32 \pm 1,63$  U/L.

5.1.10 Terdapat perbedaan rerata kadar SGOT tikus dari tiap kelompok perlakuan yang mendapat TEKDK dengan dosis 0.016 mg/200 g; 0,16 mg/200 g; 1,6 mg/200 g; 16 mg/200 g; 160 mg/200 g serta terdapat perbedaan rerata persentase yang signifikan antara dosis 0,016 mg /200 g dan 160 mg /200 g.

## 5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian histopatologi hepar tikus akibat pemberian AFB1 dan TEKDK untuk mengetahui derajat kerusakan hepatosit dengan pengambilan sampel hepar tikus.





## DAFTAR PUSTAKA

- Altyar, A. E., Kensara, O. A., Sayed, A. A., Aleya, L., Almutairi, M. H., Zaazouee, M. S., Elshanbary, A. A., El-Demerdash, F. M., & Abdel-Daim, M. M. (2023). Acute aflatoxin B1-induced hepatic and cardiac oxidative damage in rats: Ameliorative effects of morin. *Heliyon*, 9(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21837>
- Ani, N., Sukenti, K., Aryanti, E., & Rohyani, I. S. (2021). Ethnobotany Study of Medicinal Plants by the Mbojo Tribe Community in Ndano Village at the Madapangga Nature Park, Bima, West Nusa Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 456–469. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.2666>
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>
- Bayu, S. (2023). *Penambahan Biochar Essential Oil Dalam Pakan Terkontaminasi Aflatoksin B1 Terhadap Produktivitas Dan Toksikosis Hati Broiler*. 0–1. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/219282>
- Chinnappan, R., Mir, T. A., Alsalamah, S., Makhzoum, T., Adeeb, S., Al-Kattan, K., & Yaqinuddin, A. (2023). Aptasensors Are Conjectured as Promising ALT and AST Diagnostic Tools for the Early Diagnosis of Acute Liver Injury. *Life*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/life13061273>
- Christina, Y. I., Diana, M. R., Fuzianingsih, E. N., Nurhayati, Ridwan, F. N., Widodo, Rifa'i, M., & Djati, M. S. (2021). Hormone-balancing and protective effect of combined extract of *Sauropus androgynus* and *Elephantopus scaber* against *Escherichia coli*-induced renal and hepatic necrosis in pregnant mice. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 12(2), 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2020.09.001>
- Depkes RI. (2014). *Farmakope Indonesia* (Edisi 5). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Dian Permata Nasution. (2022). Gambaran Kadar Enzim Aspartat Aminotransferase (Ast) Dan Enzim Alanin Aminotransferase (Alt) Pada Pasien Penderita Sirosis Hati Di Rumah Sakit Efarina Etaham Berastagi. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(5), 992–996.
- Doviana Siauta, Adrien Jems Akiles Unitly, V. B. S. (2021). *The effectiveness of infusion of clove leaves (Syzygium aromaticum L.) on the levels of SGPT and SGOT*. 13(2), 81–91.



- Fairuza F. (2022). *Pengaruh Lama Penyimpanan Reagen Kerja Terhadap Aktivitas Enzim Aspartate Aminotransferase (AST)* [Skripsi]. Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta.
- Fajrin, D. H., Desy Rosita, & Surtalia Nainggolan. (2023). Pengaruh Kombinasi Daun Katuk dan Daun Kacang Panjang terhadap Produksi ASI. *Indonesian Journal of Midwifery (IJM)*, 6(2), 134–140.  
<https://doi.org/10.35473/ijm.v6i2.2412>
- Fatmawati, S., Ermi Hikmawanti, N. P., Fadillah, A., & Putri, A. M. (2022). Antioxidant Activity and Sun Protection Factor (SPF) Graded Extract of Katuk Leaves (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041(1), 012072.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012072>
- Goyal, M., Gupta, A., Agarwal, K., Kapoor, S., & Kumar, S. (2021). Duchenne muscular dystrophy: Genetic and clinical profile in the population of Rajasthan, India. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 24(6), 873.  
[https://doi.org/10.4103/aian.AIAN\\_126\\_21](https://doi.org/10.4103/aian.AIAN_126_21)
- Habiburrohmam, D., & Sukohar, D. A. (2018). Aktivitas Antioksidan dan Antimikrobia pada Polifenol Teh Hijau. In *J Agromedicine Unila* | (Vol. 5).
- Hsu, C.-Y., Chao, P.-Y., Hu, S.-P., & Yang, C.-M. (2013). The Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Chlorophylls and Pheophytins. *Food and Nutrition Sciences*, 04, 1–8. <https://doi.org/10.4236/fns.2013.48A001>
- Islam, S., Rahman, S., Haque, T., Sumon, A. H., Ahmed, A. M., & Ali, N. (2020). Prevalence of elevated liver enzymes and its association with type 2 diabetes: A cross-sectional study in Bangladeshi adults. *Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 3(2). <https://doi.org/10.1002/edm2.116>
- J. Basha, S., Anil Kumar, M., & K.L. Prasad, K. (2020). Biochemical role of serum uric acid and cardiac enzymes in acute myocardial infarction. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research*, 5(4), 517–520.  
<https://doi.org/10.18231/2394-6377.2018.0110>
- Jamin, F., & Aisyah, S. (2015). Deteksi Aflatoksin B1 Pada Jenis Makanan Olahan Jagung Menggunakan Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (Elisa). *Jurnal Medika Veterinaria*, 9(1).  
<https://doi.org/10.21157/j.med.vet..v9i1.2988>
- Kotha, R. R., Tareq, F. S., Yildiz, E., & Luthria, D. L. (2022). Oxidative Stress and Antioxidants—A Critical Review on In Vitro Antioxidant Assays. In *Antioxidants* (Vol. 11, Issue 12). MDPI.  
<https://doi.org/10.3390/antiox11122388>

- Liu, Y., & Wu, F. (2010). Global burden of Aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: A risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, 118(6), 818–824. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901388>
- Ma, J., Liu, Y., Guo, Y., Ma, Q., Ji, C., & Zhao, L. (2021). Transcriptional profiling of aflatoxin b1-induced oxidative stress and inflammatory response in macrophages. *Toxins*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/toxins13060401>
- Maria Ulfa, A., & Muhamad Muslim, D. (n.d.). *Analisis Sgot Dan Sgpt Pada Tikus Jantan Yang Di Induksi Parasetamol Untuk Menetapkan Aktivitas Ekstrak Buah Delima (Punica Granatum L.) Sebagai Hepatoprotektif* (Vol. 3, Issue 1).
- Muhammad Gugun, A., Suryanto, S., & Ranti Ayuningtyas, D. N. (2024). The Effect of Initial Anti-tuberculosis Drug Therapy on Transaminase Enzymes. *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(03), 214–221. <https://doi.org/10.59141/cerdika.v4i03.762>
- Mysliwa-Kurdziel, B., & Solymosi, K. (2017). Phycobilins and Phycobiliproteins Used in Food Industry and Medicine. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 17(13), 1173–1193. <https://doi.org/10.2174/1389557516666160912180155>
- Nabilah Siregar, Dwi Aninditya Siregar, & Rizky Amelia Dona Siregar. (2022). *Uji Tannin pada Tumbuhan Obat Tradisional dari Lima Jenis Family Euphorbiaceae*. Penerbit NEM.
- Omotayo, O. P., Omotayo, A. O., Mwanza, M., & Babalola, O. O. (2019). Prevalence of mycotoxins and their consequences on human health. In *Toxicological Research* (Vol. 35, Issue 1, pp. 1–7). Korean Society of Toxicology. <https://doi.org/10.5487/TR.2019.35.1.001>
- Pawar, R., Patil, U., Gadekar, R., Singour, P., & Chaurasiya, P. (2010). A potential of some medicinal plants as an antiulcer agents. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 136. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70906>
- Proklamasiningsih, E., Budisantoso, I., & Maula, I. (2019). Pertumbuhan Dan Kandungan Polifenol Tanaman Katuk (*Sauropus Androgynus* (L.) Merr) Pada Media Tanam Dengan Pemberian Asam Humat. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 12(1), 96–102. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v12i1.8972>
- Resi Yulianti, & Nety Kurniaty. (2022). Sintesis Tetrapeptida SLYA (Ser-Leu-Tyr-Ala) sebagai Kandidat Antioksidan dengan Metode Solid Phase Peptide Synthesis. *Jurnal Riset Farmasi*, 9–15. <https://doi.org/10.29313/jrf.v2i1.694>
- Rodwell, V. W., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennelly, P. J., & Weil, A. P. (2015). *HARPER'S Illustrated Biochemistry*.

- Santosa, A. (2023). *Perbedaan Kadar Sgot Pasien Hipertensi Pemeriksaan Segera Dengan Penyimpanan 4 Jam Dan 8 Jam Pada Suhu 20-25° C* [Doctoral Disertation]. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Setiawati, T., Ayalla, A., Nurzaman, M., & Mutaqin, A. Z. (2018). Influence of Light Intensity on Leaf Photosynthetic Traits and Alkaloid Content of Kiasahan (*Tetracera scandens* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 166(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/166/1/012025>
- Shakya, A. K. (2020). Drug-induced hepatotoxicity and hepatoprotective medicinal plants: A review. In *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research* (Vol. 54, Issue 2, pp. 234–250). Association of Pharmaceutical Teachers of India. <https://doi.org/10.5530/ijper.54.2.28>
- Subramoniam, A., Asha, V. V., Nair, S. A., Sasidharan, S. P., Sureshkumar, P. K., Rajendran, K. N., Karunagaran, D., & Ramalingam, K. (2012). Chlorophyll Revisited: Anti-inflammatory Activities of Chlorophyll a and Inhibition of Expression of TNF- $\alpha$  Gene by the Same. *Inflammation*, 35(3), 959–966. <https://doi.org/10.1007/s10753-011-9399-0>
- Suparmi, S., Fasitasari, M., Martosupono, M., & Mangimbulude, J. C. (2016). Comparisons of Curative Effects of Chlorophyll from *Sauropus androgynus* (L) Merr Leaf Extract and Cu-Chlorophyllin on Sodium Nitrate-Induced Oxidative Stress in Rats. *Journal of Toxicology*, 2016, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2016/8515089>
- Susilawati, T. N., Rahayuningtyas, W., & Pramana, T. Y. (2022). The Potential of Serum IFN- $\gamma$  for Determining the Progression of Chronic Hepatitis B. *The Indonesian Journal of Gastroenterology, Hepatology, and Digestive Endoscopy*, 22(3), 210–216. <https://doi.org/10.24871/2232021210-216>
- Widarti, W., & Nurqaidah, N. (2019). Analisis Kadar Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (Sgpt) Dan Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (Sgot) Pada Petani Yang Menggunakan Pestisida. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 10(1), 35. <https://doi.org/10.32382/mak.v10i1.984>
- Yuliantari, M., Astiti, D., Herawati, S., & Subawa, A. A. N. (2021). Umur Dan Jenis Kelamin Sebagai Faktor Risiko Peningkatan Kadar Serum Glutamik-Piruvic Transaminase (Sgpt) Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah. *Jurnal Medika Udayana*, 10(9), 78–81. <https://doi.org/10.24843.MU.2020.V10.i9.P13>
- Yuneldi, R. F., Saraswati, T. R., & Yuniwarti, E. Y. W. (2018). Profile of SGPT and SGOT on Male Rats (*Rattus norvegicus*) Hyperglycemic After Giving

Insulin Leaf Extract (*Tithonia diversifolia*). *Biosaintifika*, 10(3), 519–525.  
<https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v10i3.5516>

Zakiyah, M., Manurung, T. F., & Wulandari, R. S. (2018). Kandungan Klorofil Daun Pada Empat Jenis Pohon Di Arboretum Sylva Indonesia Pc. Universitas Tanjungpura (Leaf Chlorophyll Content In Four Tree Species at Arboretum Sylva Indonesia PC. Universitas Tanjungpura). *Jurnal Hutan Lestari*, 6(1), 48–55.

Zhang, L. Y., Zhan, D. L., Chen, Y. Y., Wang, W. H., He, C. Y., Lin, Y., Lin, Y. C., & Lin, Z. N. (2019). Aflatoxin B1 enhances pyroptosis of hepatocytes and activation of Kupffer cells to promote liver inflammatory injury via dephosphorylation of cyclooxygenase-2: an in vitro, ex vivo and in vivo study. *Archives of Toxicology*, 93(11), 3305–3320.  
<https://doi.org/10.1007/s00204-019-02572-w>

