

Combination Test of Turi Leaf Extract (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) with Vitamin C on SGOT and SGPT as Indicators of Hepatotoxicity in Male Wistar Rats (*Rattus norvegicus*) Induced by Paracetamol

[Uji Kombinasi Ekstrak Daun Turi Putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) dengan Vitamin C terhadap SGOT dan SGPT sebagai Indikator Hepatotoksisitas pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar (*Rattus norvegicus*) yang di Induksi Parasetamol]

Belinda Rahma Yuliatwati¹⁾, Jamilatur Rohmah ^{*,2)}

¹⁾Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: jamilaturrohmah@umsida.ac.id

Abstract. *Sesbania grandiflora* (L.) Pers. leaves contain secondary metabolites, including alkaloids, saponins, steroids, triterpenoids, phenolics, and tannins, which have potential antioxidant activity. Toxic doses of paracetamol produce the metabolite N-acetyl-p-benzoquinone imine (NAPQI), which induces oxidative stress, hepatocyte damage, and increases in SGOT (Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase), SGPT (Serum Glutamic Pyruvic Transaminase), and MDA (malondialdehyd) levels. This study aimed to determine the effect of the combination of *S. grandiflora* leaf extract and vitamin C on SGOT, SGPT, and MDA levels in male Wistar rats induced with toxic-dose paracetamol. This study employed a pre-post test control group design using 40 male Wistar rats divided into eight treatment groups: KN, K-, K+1, K+2, K+3, P1, P2, and P3. The study was conducted from April to June 2026 at the Animal Laboratory, Pharmacology Laboratory, and Clinical Pathology Laboratory of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, as well as the Organic Chemistry Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Surabaya. SGOT and SGPT levels were measured using the enzymatic method, while MDA levels were determined using the Wills method. The results showed that paracetamol induction increased SGOT, SGPT, and MDA levels, whereas the combination of *S. grandiflora* leaf extract and vitamin C reduced all three parameters. Statistical analysis using the Kruskal–Wallis test for SGOT and MDA and Welch ANOVA for SGPT demonstrated significant differences among the groups ($p < 0.05$). The combination of *S. grandiflora* leaf extract and vitamin C has potential as a hepatoprotective agent.

Keywords - White Turi Leaf Extract, Vitamin C, paracetamol, SGOT, SGPT.

Abstrak. Daun turi putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik, dan tanin yang berpotensi sebagai antioksidan. Parasetamol dosis toksik menghasilkan metabolit N-acetyl-p-benzoquinone imine (NAPQI) yang memicu stres oksidatif, kerusakan hepatosit, serta peningkatan kadar SGOT (Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase), SGPT (Serum Glutamic Pyruvic Transaminase) dan MDA (malondialdehyd). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh kombinasi ekstrak daun turi dengan vitamin C terhadap kadar SGOT, SGPT, dan MDA pada tikus putih jantan galur Wistar yang diinduksi parasetamol dosis toksik. Penelitian menggunakan rancangan pre-post test control group design pada 40 ekor tikus yang dibagi menjadi delapan kelompok perlakuan, yaitu KN, K-, K+1, K+2, K+3, P1, P2, dan P3. Penelitian dilaksanakan pada April–Juni 2026 di Laboratorium Hewan Coba, Laboratorium Farmakologi, dan Laboratorium Patologi Klinik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo serta Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Kadar SGOT dan SGPT dianalisis menggunakan metode enzimatis, sedangkan kadar MDA dianalisis menggunakan metode Wills. Hasil menunjukkan induksi parasetamol meningkatkan kadar SGOT, SGPT, dan MDA, sedangkan kombinasi ekstrak daun turi dan vitamin C menurunkan ketiga parameter tersebut. Analisis Kruskal–Wallis pada SGOT dan MDA serta Welch ANOVA pada SGPT menunjukkan perbedaan bermakna ($p < 0,05$). Kombinasi ekstrak daun turi dan vitamin C berpotensi sebagai hepatoprotektor.

Kata Kunci - Ekstrak Daun Turi, Vitamin C, parasetamol, SGOT, SGPT.

I. PENDAHULUAN

Peran hati dalam metabolisme adalah sebagai organ vital, detoksifikasi, dan sintesis protein sehingga rentan mengalami terjadinya kerusakan akibat paparan zat toksik, termasuk pada model penggunaan obat secara berlebihan [1] [2] [3]. Penyebab utama hepatotoksisitas yang sering dijumpai adalah paracetamol atau acetaminophen [4]. Paracetamol merupakan obat analgesik dan antipiretik yang secara luas digunakan untuk meredakan nyeri dan

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

menurunkan demam, serta dinilai aman apabila dikonsumsi sesuai dosis terapi yang dianjurkan. Namun, pada penggunaan dosis tinggi atau overdosis, parasetamol dapat menimbulkan efek hepatotoksik. Secara fisiologis, parasetamol mengalami metabolisme di hati melalui jalur glukuronidasi dan sulfasi, sedangkan sebagian kecil dimetabolisme oleh enzim sitokrom P450 menjadi metabolit reaktif *N-asetil-p-benzokuinon imina* (NAPQI). Dalam kondisi normal, NAPQI akan segera dinetralkan oleh *glutathione* intraseluler sehingga tidak menimbulkan kerusakan hepatosit. Pada overdosis, jalur metabolisme utama menjadi jenuh sehingga produksi NAPQI meningkat tajam, sementara cadangan *glutathione* hati menurun drastis. Akibatnya, NAPQI terakumulasi dan berikatan dengan protein serta membran sel hati, memicu stres oksidatif, gangguan metabolisme sel, peroksidasi lipid, dan berujung pada nekrosis hepatoseluler [5]. Metabolit toksik ini juga dapat terbawa aliran darah menuju ginjal sehingga selain menimbulkan kerusakan hati, overdosis parasetamol dapat menyebabkan kerusakan tubular ginjal akut [6].

Stres oksidatif yang terjadi akibat hepatotoksitas parasetamol merupakan kondisi ketidakseimbangan antara produksi *reactive oxygen species* (ROS) dan kemampuan sistem antioksidan tekanan dalam untuk menetralsirnya [7]. ROS merupakan molekul oksigen reaktif yang dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan stres oksidatif pada sel hepatosit. Akumulasi ROS memicu terjadinya peroksidasi lipid membran sel, denaturasi protein, serta gangguan fungsi mitokondria yang pada akhirnya menyebabkan hilangnya integritas membran hepatosit dan menimbulkan cedera hepatoseluler hingga nekrosis [8]. Kerusakan struktur membran sel hati tersebut menyebabkan enzim intraseluler, terutama *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dan *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT), bocor ke dalam sirkulasi darah sehingga kadarnya meningkat. SGPT lebih spesifik mencerminkan kerusakan hepatoseluler karena terutama berada di hati, sedangkan SGOT juga terdapat pada jaringan lain meskipun tetap meningkat pada kerusakan hati. Oleh karena itu, peningkatan SGOT dan SGPT merupakan indikator biokimia penting yang menunjukkan terjadinya kerusakan hepatoseluler akibat stres oksidatif dan pembentukan ROS [9].

Adanya kompleksitas kerusakan hati akibat stress oksidatif, penelitian telah diarahkan pada pengembangan agen hepatoprotektif dari sumber alami, khususnya tanaman obat secara tradisional [10]. Pendekatan ini didasari oleh fakta bahwa banyak senyawa bioaktif dari tanaman memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan dapat melindungi sel-sel hati dari kerusakan oksidatif [10]. Berbagai tanaman yang menunjukkan potensi sebagai hepatoprotektor yaitu *Sesbania grandiflora* (L.) Pers. yang dikenal dengan nama lokal Turi telah menarik perhatian peneliti karena kandungan senyawa bioaktifnya yang beragam. *Sesbania grandiflora* (L.) Pers. merupakan tanaman leguminosa yang tersebar luas di wilayah Asia Tenggara, termasuk Indonesia, dan telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional untuk berbagai kondisi kesehatan, termasuk gangguan hati, diabetes, dan inflamasi [10]. Daun turi kaya akan berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, tanin, dan fenolik yang memberikan efek terpadu dalam melindungi tubuh dari berbagai penyakit dan gangguan metabolik [20]. Proses ekstraksi pada daun turi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% dinilai paling efektif untuk menarik senyawa metabolit sekunder [20]. Adanya senyawa bioaktif tersebut berpotensi memberikan efek hepatoprotektif yang rentan mengalami kerusakan akibat paparan senyawa toksik. Potensi protektif ini kemudian dibuktikan sejumlah studi meneliti aktivitas antioksidan daun turi putih terhadap kerusakan hati akibat induksi parasetamol [11, 12], serta pengaruhnya terhadap parameter fungsi ginjal dan hati melalui uji toksisitas akut pada hewan coba tikus putih jantan dan mencit [13, 14, 15].

Penelitian sebelumnya [11, 12] menunjukkan bahwa dengan pemberian parasetamol dosis toksik 1.500 mg/kgBB menyebabkan peningkatan kadar SGOT, SGPT, ALP, dan Gamma – GT secara signifikan serta dapat diturunkan mendekati normal oleh ekstrak etanol daun turi putih dosis bertingkat 500, 700, dan 1.000 mg/kgBB. Kandungan flavonoid, tanin, dan alkaloid mampu menurunkan stress oksidatif serta memperbaiki fungsi hepatosit.

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun turi putih pada tikus putih jantan yang diinduksi parasetamol dosis 1.500 mg/kgBB memiliki kemampuan menurunkan kadar SGOT dan SGPT sebagai indikator utama pada kerusakan hati [20]. Dosis ekstrak daun turi putih yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu 500, 750, dan 1.000 mg/kgBB terbukti efektif dalam memperbaiki kondisi makroskopis organ hati tanpa menunjukkan adanya gejala toksik [22]. Bahkan, pendekatan integratif melalui uji *in vivo*, *in vitro*, dan *molecular docking* memperkuat bukti hepatoprotektif daun turi putih [18].

Sementara itu, pada penelitian lain dengan pemberian ekstrak bunga turi putih menggunakan variasi dosis 10.000, 15.000 dan 20.000 mg/kgBB menunjukkan bahwa pada dosis tertinggi yaitu 20.000 mg/kgBB mulai muncul gejala toksik ringan seperti lemas dan kerontokan bulu, namun belum menimbulkan kematian pada hewan uji [20]. Minimnya toksisitas ini didukung dengan kandungan fitokimia genus *Sesbania* yang memiliki aktivitas sitotoksik dan terapeutik [10], serta aktivitas ekstrak turi merah dalam menurunkan mediator inflamasi dan memperbaiki parameter patologi tertentu pada mencit betina [17, 18].

Sejumlah penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa daun dan bunga turi putih memiliki aktivitas antioksidan dan efek toksikologis yang berbeda. Namun, sebagaimana ditunjukkan pada penelitian terkait efek hepatoprotektif daun turi putih [11], masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam evaluasi SGOT dan SGPT sebagai biomarker hepatotoksitas. Pertama, belum adanya pendekatan yang lebih komprehensif dengan

penggabungan ekstrak daun turi dan vitamin C. Kedua, perbandingan ekstrak daun turi atau vitamin C yang masih diberikan secara tunggal sehingga belum mengevaluasi kemungkinan efek sinergis. Ketiga, relevansi klinis yang masih terbatas karena hanya memberikan gambaran potensi ekstrak daun turi atau vitamin C dalam menurunkan enzim hati. Namun, pada praktik klinis jarang hanya mengandalkan satu agen fitoterapi, melainkan mengombinasikan dengan antioksidan lain agar lebih dapat memberikan efek sinergis [19].

Meskipun penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas ekstrak *Sesbania grandiflora* (L.) Pers. secara tunggal dalam memberikan efek hepatoprotektif terhadap berbagai induktor hepatotoksitas [11, 12], penggunaan tunggal belum optimal dalam mengatasi kompleksitas kerusakan hati yang diinduksi paracetamol. Hal ini menguatkan eksplorasi pendekatan kombinasi dengan senyawa antioksidan lain seperti vitamin C yang dapat memberikan efek sinergis. Vitamin C merupakan antioksidan larut air yang paling penting dalam tubuh manusia dengan kemampuan bekerja secara langsung maupun tidak langsung dalam menangkal radikal bebas, mencegah penyusutan glutathione, menghambat peroksidasi lipid membran hepatosit, dan memodulasi aktivitas enzim detoksifikasi fase II pada hati. Serta mengingat bahwa paracetamol sering dikonsumsi masyarakat dan berpotensi hepatotoksik pada penggunaan berlebihan, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kemampuan kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C dalam menurunkan kadar SGOT dan SGPT yang meningkat akibat pemberian paracetamol dosis toksik.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mendalam tentang uji kombinasi ekstrak daun turi *Sesbania grandiflora* (L.) Pers. dengan vitamin C terhadap kadar serum *glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT) dan *serum glutamic pyruvic transaminase* (SGPT) sebagai indikator hepatotoksitas pada tikus putih jantan galur wistar (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi paracetamol.

II. METODE

Penelitian ini memperoleh persetujuan etik dari Universitas Airlangga Surabaya dengan nomor sertifikat 0302/HRECC.FODM/II/2026. Desain penelitian bersifat eksperimen kuantitatif laboratorium dengan rancangan *pre-post test* pada kelompok kontrol. Penelitian bertujuan untuk uji kombinasi ekstrak daun turi putih (*Sesbania grandiflora* L. Pers.) dan vitamin C terhadap kadar SGOT (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*) dan SGPT (*Serum Glutamic Pyruvic Transaminase*) sebagai indikator hepatotoksitas pada tikus putih jantan galur Wistar yang diinduksi paracetamol dosis toksik. Penelitian ini menggunakan 40 ekor tikus putih jantan galur Wistar yang dibagi menjadi 8 kelompok perlakuan diantaranya Kn, K-, K+1, K+2, K+3, P1, P2 dan P3 pada setiap kelompok terdapat 5 ekor tikus. Penentuan besar sampel mengikuti rumus Federer, $(n-1)(t-1) \geq 15$ diperoleh $n=4$; sehingga tiap kelompok terdiri atas 4 ekor tikus dan ditambahkan 1 ekor tikus cadangan per masing-masing kelompok uji. Sampel tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu berjenis kelamin jantan, galur Wistar, berusia 2–3 bulan, memiliki berat badan 100–200 gram, dan dalam kondisi sehat. Kriteria eksklusi meliputi tikus yang cacat, terluka, sakit, atau berjenis kelamin betina.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Klinik, Laboratorium Hewan Coba, dan Laboratorium Kimia/Farmakologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Pemekatan ekstrak dan uji fitokimia dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2026. Proses ekstraksi daun turi putih sebanyak 3100 gram digunakan sebagai bahan baku ekstraksi yang diperoleh dari daerah Tanggulangin Sidoarjo. Bahan tersebut dikeringkan terlebih dahulu, kemudian dihaluskan dan ditimbang seberat 300 gram hasil serbuk simplisia untuk proses meserasi. Maserasi dilakukan menggunakan pelarut etanol 70% selama 72 jam dengan pengadukan berkala. Ekstrak yang diperoleh dikonsentrasikan menggunakan *rotary vacuum evaporator* hingga diperoleh bentuk pekat, kemudian dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui senyawa bioaktif yang terkandung pada daun turi yaitu senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik dan tanin.

Alat yang digunakan meliputi, neraca analitik (OHAUS AX324), waterbath (Memmert W200), fotometer (Microlab 300), spektrofotometer *UV-Vis* single beam (VWR UV-1600PC), *rotary vacuum evaporator* (BUCHI R-125). Bahan penelitian meliputi tikus putih jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*), ekstrak daun turi putih (*Sesbania grandiflora* L. Pers.), Vitamin C, paracetamol, etanol 70%, Na-CMC, akuades, reagen fitokimia, reagen SGOT (Glory Diagnostic), reagen SGPT (Glory Diagnostic), reagen MDA (TCI).

Penelitian menggunakan kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C dengan rasio 1:1, 1:2, dan 2:1. Dosis ekstrak dan vitamin C yang digunakan yaitu 500 mg/kgBB dan 1.000 mg/kgBB, sedangkan paracetamol diberikan dengan dosis 1.500 mg/kgBB sebagai penginduksi hepatotoksitas. Hewan coba diaklimatisasi selama tiga hari dengan pemberian pakan standar dan air minum serta dipelihara dalam kandang sesuai standar pemeliharaan hewan laboratorium. Sebanyak 40 ekor tikus dibagi menjadi delapan kelompok, yaitu kontrol normal (Kn), kontrol negatif (K-), kontrol positif Na-CMC (K+1), kontrol positif vitamin C (K+2), kontrol positif ekstrak daun turi (K+3), serta tiga kelompok perlakuan kombinasi ekstrak daun turi dan vitamin C dengan rasio 1:1 (P1), 1:2 (P2), dan 2:1 (P3). Setelah masa aklimatisasi, seluruh kelompok selain kontrol normal diinduksi parasetamol selama tujuh hari, kemudian

diberikan perlakuan sesuai kelompok selama tujuh hari. Parameter yang diamati meliputi kadar SGOT, SGPT, MDA, berat badan, gejala klinis, dan gambaran makroskopis hati.

Pengamatan gejala klinis dilakukan setiap hari untuk menilai perubahan perilaku, nafsu makan, berat badan, aktivitas, serta tanda-tanda toksisitas seperti diare, tremor, kejang, bulu rontok, dan kelemahan. Pengambilan darah dilakukan menggunakan metode *retro-orbital* sebanyak 1,5ml pada hari ke-4, ke-11, dan ke-18. Serum yang diperoleh digunakan untuk pemeriksaan kadar SGOT, SGPT, dan MDA.

Kadar MDA diukur menggunakan metode Willis berdasarkan reaksi *thiobarbituric acid* (TBA) dan dibaca menggunakan spektrofotometer *UV-Vis single beam* (VWR-1600PC). Pemeriksaan SGOT dan SGPT dilakukan dengan pembacaan parameter menggunakan metode enzimatis kolorimetri dengan absorbansi pada panjang gelombang 505 nm. Pemeriksaan makroskopis dilakukan terhadap organ hati setelah nekropsi dengan mengamati warna, bentuk, tekstur, konsistensi pada permukaan hati. Data dianalisis secara statistik menggunakan SPSS. Uji normalitas dan homogenitas dilakukan sebagai uji prasyarat. Data memenuhi asumsi parametrik, digunakan uji One-Way ANOVA yang dilanjutkan dengan uji post hoc Games–Howell apabila terdapat perbedaan bermakna. Sebaliknya, apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas dan/atau homogenitas, digunakan uji Kruskal–Wallis yang dilanjutkan dengan uji Mann–Whitney menggunakan koreksi Bonferroni apabila diperoleh hasil yang bermakna. Seluruh analisis dilakukan pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan Sampel

Persiapan sampel dimulai dengan mencuci daun turi putih (*Sesbania grandiflora*) L.Pers) dengan air mengalir, kemudian dikeringkan dan dijemur dengan cara diangin-anginkan tanpa terkena sinar matahari langsung yang bertujuan agar senyawa aktif pada daun turi tetap terjaga. Sampel daun kemudian dihaluskan sampai menjadi serbuk simplisia lalu diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70%. Hasil dari preparasi sampel ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter daun turi putih (<i>Sesbania grandiflora</i>) L. Pers)	
Parameter	Berat Sampel (gram)
Berat Basah	3.100
Berat Kering	2.200
Berat Serbuk	550
Berat Serbuk Maserasi	300
Ekstrak Pekat	101
%Rendemen	$\%rendemen = \frac{\text{berat ekstrak}}{\text{berat simplisia}} \times 100\%$ $\frac{101 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100\%$ 33%

Berdasarkan Tabel 1. didapatkan sampel basah sebesar 3.100 gram dan sampel kering 2.200 gram. Terjadinya penyusutan sebanyak 29,03% dari berat awal dikarenakan hilangnya kadar air pada daun turi saat proses pengeringan. Sebanyak 300 gram simplisia yang telah ditimbang selanjutnya dimaserasi dengan etanol 70% sebanyak 3 kali selama 3x24 jam dengan dilakukan pengadukan sesekali agar tidak terjadi kepadatan serbuk yang mengendap sehingga pelarut akan sulit untuk menembus bahan dan senyawa aktif yang terkandung [13]. Hasil maserasi berwarna hijau pekat sebanyak 1.045 Liter yang kemudian akan dilakukan penyaringan dan evaporasi dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* (BUCHI Rotavapor R-80.)

Pelarut yakni etanol 70% memiliki titik didih yang rendah yaitu pada angka 79°C sehingga diperlukan pemanasan sedikit untuk proses pemekatan. Etanol merupakan pelarut yang aman dan rendah tingkat toksisitas dibandingkan dengan pelarut lainnya [14]. Hasil maserasi setelah dilakukan penyaringan dan evaporasi berwarna hijau pekat dan kental sebesar 101 gram. Hasil ekstrak pekat yang diperoleh kemudian dihitung nilai % atau rendemennya.

Persen rendemen yakni merupakan berat total dari semua senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada suatu sampel atau tanaman [15]. Semakin tinggi nilai persen rendemen ekstrak semakin banyak juga senyawa yang terkandung, dengan nilai minimum persen rendemen ekstrak kental yaitu 10% [13]. Persen rendemen yang didapatkan dari penelitian ini sebesar 33% sehingga dapat disimpulkan memenuhi standar nilai hasil rendemen ekstrak.

B. Uji Fitokimia

Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa bioaktif yang dapat digunakan untuk pengobatan sehingga untuk mengetahui kandungan senyawa yang terkandung diperlukan uji fitokimia, berikut Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia

Uji Fitokimia	Pereaksi	Hasil (Terbentuknya)	Kesimpulan
Alkaloid	Mayer	Endapan putih	+
Alkaloid	Wagner	Endapan coklat	+
Alkaloid	Dragendorff	Endapan jingga	+
Flavonoid	Mg + HCl pekat + etanol	Warna merah	-
Saponin	-	Adanya busa stabil	+
Steroid	Liebermann-Burchard	Ungu ke biru/hijau	+
Triterpenoid	Kloroform + H ₂ SO ₄ pekat	Merah kecoklatan	+
Fenolik	NaCl 10% + Gelatin 1%	Endapan putih	+
Tanin	FeCl ₃ 1%	Coklat kehijauan	+

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, ekstrak etanol daun turi menunjukkan hasil positif terhadap senyawa alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik, dan tanin, sedangkan flavonoid menunjukkan hasil negatif. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mendapatkan hasil bahwa ekstrak daun turi dengan etanol 70% mengandung alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik dan tanin [5]. Pengujian alkaloid yang menggunakan pereaksi Mayer, Wagner, dan Dragendorff diperoleh hasil positif yang ditandai dengan terbentuknya endapan putih, endapan coklat, dan endapan jingga. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun turi mengandung senyawa alkaloid. Adanya alkaloid dalam daun turi diduga dapat berperan dalam aktivitas biologis tanaman, terutama sebagai antioksidan yang mampu membantu mengurangi kerusakan sel akibat radikal bebas [5].

Hasil positif juga diperoleh pada pengujian saponin yang ditandai dengan terbentuknya busa stabil setelah pengocokan. Terbentuknya busa menunjukkan adanya senyawa saponin yang memiliki sifat sebagai surfaktan alami. Senyawa ini diketahui memiliki berbagai aktivitas farmakologis, salah satunya sebagai antioksidan yang dapat membantu melindungi sel dari kerusakan oksidatif [16]. Pengujian steroid menggunakan pereaksi Liebermann-Burchard diperoleh perubahan warna ungu hingga biru kehijauan yang menunjukkan hasil positif. Adanya senyawa steroid dalam ekstrak daun turi menunjukkan bahwa tanaman ini memiliki komponen bioaktif yang berpotensi memberikan efek protektif terhadap jaringan tubuh. Selain itu, hasil positif juga diperoleh pada pengujian triterpenoid yang ditandai dengan terbentuknya warna merah kecoklatan setelah penambahan kloroform dan asam sulfat pekat. Triterpenoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang banyak dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi [5].

Pengujian fenolik dan tanin juga menunjukkan hasil positif. Pada uji fenolik terbentuk endapan putih, sedangkan pada uji tanin terbentuk warna coklat kehijauan. Keberadaan kedua senyawa tersebut sangat penting karena golongan fenolik dikenal memiliki kemampuan menangkap radikal bebas melalui gugus hidroksil yang dimilikinya serta kemampuan tersebut memungkinkan senyawa fenolik dan tanin berperan dalam menghambat proses peroksidasi lipid yang dapat menyebabkan kerusakan membran sel [17]. Berbeda dengan senyawa metabolit sekunder lainnya, pengujian flavonoid menunjukkan hasil negatif, ditunjukkan dengan tidak terdeteksinya flavonoid pada penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman, umur tanaman saat dipanen, metode ekstraksi, maupun konsentrasi flavonoid yang relatif rendah sehingga tidak dapat terdeteksi oleh metode pengujian yang digunakan [18]. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan metabolit sekunder pada tanaman dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan proses ekstraksi [18].

C. Perlakuan

Aklimatisasi adalah proses penyesuaian hewan coba terhadap lingkungan pemeliharaan yang baru sebelum digunakan dalam penelitian. Proses ini dilakukan agar hewan dapat beradaptasi dengan kondisi kandang, suhu, pencahayaan, pakan, dan lingkungan sekitarnya sehingga kondisi fisiologisnya menjadi lebih stabil. Hewan coba diaklimatisasikan selama 3 hari sebelum penelitian dengan mengacu pada standar waktu minimal aklimatisasi hewan coba selama 3 hari [26]. Penelitian ini menggunakan 40 ekor tikus putih jantan galur wistar yang dibagi menjadi 8 kelompok untuk menguji efek hepatoprotektif dari kombinasi ekstrak daun turi dengan vitamin C terhadap kerusakan hati yang diinduksi parasetamol dosis toksik. Pengamatan gejala klinis dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu setelah masa adaptasi, setelah induksi parasetamol, dan setelah pemberian kombinasi ekstrak daun turi dengan Vitamin C. Parameter yang diamati meliputi (lemas, gelisah, kejang, dan kerontokan bulu. Berikut hasil pengamatan gejala klinis pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan gejala toksik.

Dosis	Jumlah tikus	Gejala klii (Adaptasi)			Gejala klinis (Paracetamol)			Gejala klinis (Ekstrak)		
		Bulu Rontok	Kejang	Lemas	Bulu Rontok	Kejang	Lemas	Bulu Rontok	Kejang	Lemas
Kn	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K-	5	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
K+1	5	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-
K+2	5	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-
K+3	5	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-
P1	5	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-
P2	5	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-
P3	5	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-

Keterangan

Kn : Diberi pakan pelet dan minum air mineral

K- : Diberi Parasetamol 1500 mg/kgBB

K1 : Diberi Na-CMC 0,5% 1000 mg/kgBB

K2 : Diberi Vitamin C 1000 mg/kgBB

K3 : Diberi Ekstrak Daun Turi Putih 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi Ekstrak Daun Turi Putih dengan Vitamin C menggunakan perbandingan 1:1 500 mg/kgBB

P2 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 1:2 500 mg/kgBB dan 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 2:1 1000 mg/kgBB dan 500 mg/kgBB

Berdasarkan Tabel 3. Hasil pengamatan gejala toksik, selama masa adaptasi 3 hari tidak ada gejala klinis yang terlihat pada tikus. Selanjutnya, pemberian paracetamol selama 7 hari adanya gejala klinis yang timbul yaitu kerontokan bulu yang terjadi pada semua kelompok perlakuan kecuali kelompok normal (Kn), pada pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dengan Vitamin C secara selama 7 hari menimbulkan efek gejala toksik pada kelompok negatif (K-) dan kelompok kontrol 1 (K+1) berupa kerontokan bulu dan lemas, hal ini dapat terjadi karena pada (K-) tidak diberikan apapun setelah diberi paracetamol dan (K+1) hanya diberikan Na-CMC dengan dosis 1000 mg/kgBB yang tidak menyebabkan efek tertentu atau netral setelah pemberian parasetamol. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa pemberian ekstrak bunga turi dengan dosis 10.000 mg/kgBB selama 7 hari berturut-turut menimbulkan kerontokan bulu [18].

Tabel 4. Hasil rata-rata berat badan tikus

Kelompok	Jumlah tikus	Berat badan rata-rata $\pm$ (SD) gram		
		Adaptasi	Paracetamol	Ekstrak Kombinasi
Kn	5	106,6 $\pm$ 2,07	121,6 $\pm$ 15,44	134,4 $\pm$ 20,14
K-	5	108,8 $\pm$ 2,17	113,8 $\pm$ 9,20	120,2 $\pm$ 14,41
K+1	5	106,6 $\pm$ 2,51	119,4 $\pm$ 11,15	120,2 $\pm$ 16,02
K+2	5	109,4 $\pm$ 5,32	116,2 $\pm$ 10,52	122,4 $\pm$ 13,22
K+3	5	110,0 $\pm$ 4,00	121,4 $\pm$ 11,82	128,0 $\pm$ 13,42
P1	5	120,2 $\pm$ 8,17	133,4 $\pm$ 13,35	143,6 $\pm$ 18,20
P2	5	115,8 $\pm$ 7,85	135,4 $\pm$ 10,69	145,2 $\pm$ 12,34
P3	5	114,8 $\pm$ 4,44	130,2 $\pm$ 8,98	133,2 $\pm$ 7,79

Keterangan:

Kn : Diberi pakan pelet dan minum air mineral

K- : Diberi Parasetamol 1500 mg/kgBB

K+1: Diberi Na-CMC 0,5% 1000 mg/kgBB

K+2: Diberi Vitamin C 1000 mg/kgBB

K+3: Diberi Ekstrak daun turi putih 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi Ekstrak Daun Turi Putih dengan Vitamin C menggunakan perbandingan 1:1 500 mg/kgBB

P2 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 1:2 500 mg/kgBB dan 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 2:1 1000 mg/kgBB dan 500 mg/kgBB

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata berat badan tikus pada seluruh kelompok menunjukkan kecenderungan meningkat pada setiap tahapan penelitian, yaitu setelah masa adaptasi, setelah induksi parasetamol, dan setelah pemberian ekstrak daun turi putih serta kombinasi Vitamin C. Peningkatan berat badan pada masa adaptasi menunjukkan bahwa tikus mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan pemeliharaan dan berada dalam kondisi fisiologis yang baik sebelum perlakuan.

Setelah induksi parasetamol dosis 1.500 mg/kgBB selama 7 hari, seluruh kelompok masih mengalami peningkatan berat badan, meskipun besarnya peningkatan berbeda pada setiap kelompok. Peningkatan terendah terjadi pada kelompok K- (5,0 gram), sedangkan tertinggi pada kelompok P2 (19,6 gram). Tidak ditemukannya penurunan berat badan menunjukkan bahwa perubahan berat badan saja belum cukup menggambarkan efek toksik, sehingga diperlukan parameter lain, seperti kadar MDA, untuk mengevaluasi stres oksidatif akibat induksi parasetamol. Setelah pemberian ekstrak daun turi putih maupun kombinasinya dengan Vitamin C, berat badan tikus kembali meningkat. Pada kelompok perlakuan, P1 dan P2 menunjukkan pertambahan berat badan yang lebih besar dibandingkan P3, yang mengindikasikan bahwa pemberian ekstrak daun turi putih yang dikombinasikan dengan Vitamin C mampu mempertahankan kondisi fisiologis hewan uji setelah induksi parasetamol.

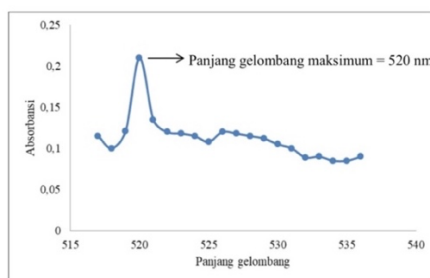
Hasil ini sejalan dengan penelitian Nipnikar *et al.* (2017) [27], yang melaporkan bahwa pemberian agen hepatoprotektor mampu mempertahankan peningkatan berat badan tikus mendekati kondisi normal. Secara keseluruhan, tidak ditemukannya penurunan berat badan pada seluruh kelompok menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun turi putih maupun kombinasinya dengan Vitamin C tidak menimbulkan efek toksik yang memengaruhi pertumbuhan dan kondisi fisiologis tikus selama penelitian. Rata-rata berat badan tikus pada seluruh kelompok cenderung meningkat selama penelitian, baik setelah masa adaptasi, induksi parasetamol, maupun pemberian ekstrak daun turi putih dan kombinasi vitamin C. Peningkatan berat badan terendah setelah induksi parasetamol terjadi pada kelompok K- (5,0 gram), sedangkan tertinggi pada kelompok P2 (19,6 gram). Setelah pemberian perlakuan, kelompok P1 dan P2 menunjukkan peningkatan berat badan yang lebih besar dibandingkan P3, mengindikasikan bahwa kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C mampu mempertahankan kondisi fisiologis hewan uji.

D. Uji Antioksidan

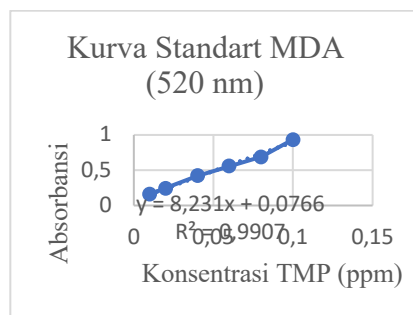
Penelitian ini mengukur kadar malondialdehid (MDA) sebagai indikator aktivitas antioksidan *in vivo* dan penanda stres oksidatif menggunakan metode Wills di Laboratorium Farmakologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. MDA merupakan produk akhir peroksidasi lipid akibat radikal bebas sehingga peningkatan kadarnya mencerminkan tingginya stres oksidatif [11]. Pengujian dilakukan menggunakan serum darah tikus yang direaksikan dengan TCA (*Trichloroacetic Acid*) 20% dan TBA (*Thiobarbituric Acid*) 0,67%, kemudian diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis setelah terlebih dahulu dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dan kurva standar [11].

Pengukuran kurva standar dilakukan untuk menentukan konsentrasi suatu zat dalam sampel yang belum diketahui melalui kurva kalibrasi. Pembuatan kurva standar menggunakan larutan induk 1,1,3,3-tetrametoksiopropana (TMP) dengan konsentrasi 10 ppm, yang selanjutnya diencerkan sehingga diperoleh larutan standar dengan konsentrasi 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; dan 0,10 ppm [11]. Nilai absorbansi masing-masing konsentrasi kemudian diukur pada panjang gelombang 520 nm untuk menghasilkan kurva standar MDA. Hasil kurva standar disajikan pada Gambar 2.

Uji antioksidan dilakukan dengan pengukuran kadar serum menggunakan spektrofotometer UV-Vis single beam VWR UV-1600PC. Kurva standar MDA pada panjang gelombang 520 nm menghasilkan persamaan regresi linear $y = 8,231x + 0,0766$ dengan nilai $R^2 = 0,9907$, yang menunjukkan hubungan linier yang sangat baik antara konsentrasi TMP dan nilai absorbansi sehingga persamaan tersebut digunakan sebagai kurva kalibrasi dalam menghitung kadar MDA sampel. Pengukuran dilakukan setelah tahap 1 (adaptasi) selama 3 hari, tahap 2 (pemberian parasetamol) selama 7 hari, dan tahap 3 (pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dengan Vitamin C) selama 7 hari.



Gambar 1. Kurva penentuan panjang gelombang maksimum



Gambar 2. Kurva pembuatan standart

Berdasarkan Tabel 5, setelah pemberian ekstrak kelompok P3 memiliki kadar MDA rata-rata terendah yaitu $0,138 \pm 0,005$ Abs, diikuti P1 dan P2 masing-masing sebesar $0,141 \pm 0,003$ Abs dan $0,141 \pm 0,004$ Abs, sedangkan kelompok K- memiliki kadar MDA tertinggi yaitu $0,309 \pm 0,045$ Abs. Namun, berdasarkan besarnya penurunan kadar MDA dari tahap setelah induksi parasetamol hingga setelah pemberian ekstrak, kelompok P1 menunjukkan penurunan terbesar yaitu 0,193 Abs ($0,334$ menjadi $0,141$ Abs), lebih besar dibandingkan P2 ($0,111$ Abs) dan P3 ($0,110$ Abs). Sebaliknya, kelompok K- mengalami peningkatan kadar MDA sebesar $0,061$ Abs. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dan Vitamin C mampu menurunkan kadar MDA setelah induksi parasetamol. Meskipun P3 memiliki kadar MDA akhir terendah, kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C dengan perbandingan 1:1 (P1) menunjukkan penurunan kadar MDA terbesar dibandingkan kelompok perlakuan lainnya, sehingga berpotensi memberikan efek antioksidan melalui penghambatan peroksidasi lipid.

Tabel 5. Nilai rata-rata MDA.

Kelompok	Jumlah tikus	Kadar MDA rata-rata $\pm$ SD		
		Adaptasi (Abs)	Parasetamol (Abs)	Ekstrak (Abs)
Kn	5	$0,153 \pm 0,004$	$0,130 \pm 0,003$	$0,173 \pm 0,040$
K-	5	$0,139 \pm 0,004$	$0,248 \pm 0,003$	$0,309 \pm 0,045$
K+1	5	$0,128 \pm 0,007$	$0,238 \pm 0,019$	$0,143 \pm 0,012$
K+2	5	$0,103 \pm 0,013$	$0,248 \pm 0,137$	$0,133 \pm 0,011$
K+3	5	$0,112 \pm 0,005$	$0,242 \pm 0,118$	$0,142 \pm 0,004$
P1	5	$0,138 \pm 0,005$	$0,334 \pm 0,105$	$0,141 \pm 0,003$
P2	5	$0,066 \pm 0,388$	$0,252 \pm 0,124$	$0,141 \pm 0,004$
P3	5	$0,113 \pm 0,005$	$0,248 \pm 0,195$	$0,138 \pm 0,005$

Keterangan:

Kn : Diberi pakan pelet dan minum air mineral

K- : Diberi Parasetamol 1500 mg/kgBB

K+1: Diberi Na-CMC 0,5% 1000 mg/kgBB

K+2: Diberi Vitamin C 1000 mg/kgBB

K+3: Diberi Ekstrak 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi Ekstrak Daun Turi Putih dengan Vitamin C menggunakan perbandingan 1:1 500 mg/kgBB

P2 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 1:2 500 mg/kgBB dan 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 2:1 1000 mg/kgBB dan

500 mg/kgBB

Tabel. 6 Uji normalitas dan homogenitas MDA

Parameter	Tahapan	df	Shapiro – Wilk (P)	Normalitas	Levene (P)	Homogenitas
MDA	Tahap 1	40	0,001	Tidak Terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen
	Tahap 2	40	0,090	Terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen
	Tahap 3	40	0,001	Tidak Terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen

Keterangan:

Tahap 1 : Tahap Adaptasi

Tahap 2 : Tahap Parasetamol

Tahap 3 : Tahap Kombinasi Ekstrak

Uji normalitas dan homogenitas MDA

Interpretasi:

*Data Tahap 1 dan Tahap 3 tidak berdistribusi normal, sedangkan Tahap 2 berdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro–Wilk.

* Nilai Levene $p = 0,001$ ($<0,05$) sehingga varians data tidak homogen.

Tabel 7. Uji Kruskal – Wallis Uji MDA

Parameter	H	df	P	Keterangan
MDA	34,600	2	0,001	Berbeda signifikan

Interpretasi :

Berdasarkan hasil uji Kruskal–Wallis diperoleh nilai $H = 34,600$ dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan kadar MDA yang signifikan antar tahapan pengamatan. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan uji Mann–Whitney untuk mengetahui pasangan tahapan yang berbeda signifikan.

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data kadar MDA yang diujikan pada masing-masing tahap perlakuan [54] pada tahap 1 dan tahap 3 tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$), sedangkan tahap 2 berdistribusi normal ($p > 0,05$). Uji homogenitas menggunakan Levene's Test juga menunjukkan bahwa data tidak homogen ($p < 0,05$). Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Kruskal–Wallis. Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna kadar MDA antar tahapan penelitian ($H = 34,600$; $p < 0,001$). Berdasarkan nilai mean rank, kadar MDA tertinggi terdapat pada tahap 2 (82,69), selanjutnya pada tahap 3 (61,80), dan terendah pada tahap 1 (37,01). Uji lanjut Mann–Whitney menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara tahap 1 dan tahap 2, tahap 1 dan tahap 3, serta tahap 2 dan tahap 3 ($p < 0,001$). Hasil ini menunjukkan bahwa induksi parasetamol meningkatkan kadar MDA secara signifikan, sedangkan pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C mampu menurunkan kadar MDA secara signifikan. Meskipun demikian, kadar MDA setelah tahapan perlakuan belum kembali seperti kondisi awal seperti tahap adaptasi, sehingga diduga durasi perlakuan atau dosis yang diberikan belum optimal.

E. Parameter SGOT dan SGPT

Enzim SGOT (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*) merupakan enzim intraseluler yang terdapat pada hepatosit dan akan dilepaskan ke dalam sirkulasi darah ketika terjadi kerusakan sel hati, sehingga peningkatan kadarnya menjadi indikator hepatotoksitas [11]. Pemberian ekstrak daun turi putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) dilaporkan mampu menurunkan kadar SGOT melalui aktivitas antioksidan yang menghambat peroksidasi lipid, menangkap radikal bebas, serta mempercepat regenerasi membran sel hati. Kandungan flavonoid dan tanin dalam daun turi berperan dalam mekanisme tersebut sehingga dapat mencegah kerusakan hepatosit lebih lanjut [8],[9]. Oleh karena itu, pemeriksaan kadar SGOT dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kerusakan hati pada masing-masing kelompok perlakuan, yang hasilnya disajikan pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 8, rata-rata kadar SGOT seluruh kelompok pada masa adaptasi masih berada dalam kisaran normal. Setelah induksi parasetamol, kadar SGOT meningkat pada hampir seluruh kelompok, menunjukkan terjadinya kerusakan hepatosit akibat parasetamol dosis toksik [4]. Setelah pemberian perlakuan, kadar SGOT menurun, meskipun sebagian besar masih berada di atas kisaran normal (85,71–213,33 U/L) [52]. Penilaian efektivitas perlakuan, dihitung selisih kadar SGOT antara tahap setelah induksi parasetamol dan setelah pemberian ekstrak. Semakin besar nilai selisih, semakin baik kemampuan perlakuan menurunkan kadar SGOT. Di antara kelompok kombinasi, P1 menunjukkan penurunan terbesar yaitu 129,8 U/L (377,8 menjadi 248,0 U/L), diikuti P2 sebesar 80,6 U/L dan P3 sebesar 28,6 U/L, sedangkan kontrol negatif (K–) hanya turun 13,4 U/L. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C dengan perbandingan 1:1 (P1) paling efektif menurunkan kadar SGOT dan berpotensi memberikan efek hepatoprotektif. Meskipun demikian, kadar SGOT belum kembali ke kisaran normal sehingga diduga diperlukan durasi atau dosis perlakuan yang lebih optimal.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Tabel 8. Hasil rata-rata SGOT

Kelompok	Jumlah tikus	SGOT rata-rata $\pm$ SD			Nilai Normal
		Adaptasi (U/L)	Parasetamol (U/L)	Ekstrak (U/L)	
Kn	5	202,8 $\pm$ 2,95	201,2 $\pm$ 6,72	203,6 $\pm$ 13,50	85,71-213,33 U/L [29].
K-	5	201,6 $\pm$ 6,80	375,4 $\pm$ 146,79	362,0 $\pm$ 149,39	
K+1	5	178,0 $\pm$ 29,08	286,2 $\pm$ 38,01	239,6 $\pm$ 24,30	
K+2	5	187,4 $\pm$ 18,45	478,8 $\pm$ 50,32	417,0 $\pm$ 45,49	
K+3	5	190,0 $\pm$ 17,90	281,2 $\pm$ 48,36	240,6 $\pm$ 60,13	
P1	5	195,8 $\pm$ 8,61	377,8 $\pm$ 124,68	248,0 $\pm$ 94,78	
P2	5	203,6 $\pm$ 3,21	365,0 $\pm$ 37,46	284,4 $\pm$ 70,65	
P3	5	181,0 $\pm$ 14,25	295,6 $\pm$ 81,18	267,0 $\pm$ 80,51	

Keterangan:

Kn : Diberi pakan pelet dan minum air mineral

K- : Diberi Parasetamol 1500 mg/kgBB

K+1: Diberi Na-CMC 0,5% 1000 mg/kgBB

K+2: Diberi Vitamin C 1000 mg/kgBB

K+3: Diberi Ekstrak 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi Ekstrak Daun Turi Putih dengan Vitamin C menggunakan perbandingan 1:1 500 mg/kgBB

P2 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 1:2 500 mg/kgBB dan 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 2:1 1000 mg/kgBB dan 500 mg/kgBB

Tabel 9. Uji normalitas dan homogenitas parameter SGOT

Parameter	Tahapan	df	Shapiro – Wilk (P)	Normalitas	Levene (P)	Homogenitas
SGOT	Tahap 1	40	0,001	Tidak terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen
	Tahap 2	40	0,026	Tidak terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen
	Tahap 3	40	0,004	Tidak terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen

Keterangan:

Tahap 1 : Tahap Adaptasi

Tahap 2 : Tahap Parasetamol

Tahap 3 : Tahap Kombinasi Ekstrak

Uji normalitas dan homogenitas SGOT

Interpretasi :

* Semua nilai Shapiro-Wilk $p < 0,05$, sehingga data tidak berdistribusi normal.

* Nilai Levene $p = 0,001 (<0,05)$ sehingga varians tidak homogen.

Tabel 10. Uji Kruskal-Wallis SGOT

Parameter	H	df	P	Keterangan
SGOT	57,175	2	0,001	Berbeda signifikan

Interpretasi :

Berdasarkan hasil uji Kruskal–Wallis diperoleh nilai $H = 57,175$ dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan kadar SGOT yang signifikan antar tahapan pengamatan. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan uji Mann–Whitney untuk mengetahui pasangan tahapan yang berbeda signifikan.

Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data kadar SGOT pada tahap 1 ($p < 0,001$), tahap 2 ($p = 0,026$), dan tahap 3 ($p = 0,004$) memiliki nilai signifikansi $< 0,05$, sehingga data pada ketiga tahapan tidak berdistribusi normal. Selanjutnya, hasil uji homogenitas menggunakan Levene's Test menunjukkan nilai signifikansi $< 0,001$ ($p < 0,05$), yang berarti varians data tidak homogen. Oleh karena itu, data kadar SGOT tidak memenuhi asumsi uji parametrik sehingga analisis statistik dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Kruskal–Wallis. Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan terdapat perbedaan kadar SGOT yang bermakna antar tahapan penelitian ($p < 0,05$). Uji lanjut Mann–Whitney juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara tahap adaptasi, setelah induksi parasetamol, dan setelah pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dengan vitamin C ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa induksi parasetamol meningkatkan kadar SGOT secara signifikan,

sedangkan pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C mampu menurunkan kadar SGOT secara signifikan meskipun nilainya belum berada di rentang kisaran normal.

Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) atau *Alanine Aminotransferase* (ALT) merupakan enzim transaminase yang terutama terdapat di sitoplasma hepatosit sehingga lebih spesifik sebagai penanda kerusakan hati dibandingkan SGOT [11]. Dalam keadaan normal, kadar SGPT di dalam serum berada pada kisaran rendah. Apabila terjadi kerusakan atau nekrosis hepatosit akibat paparan senyawa hepatotoksik, seperti metabolit toksik parasetamol, enzim SGPT akan dilepaskan ke dalam aliran darah sehingga kadarnya meningkat. Oleh karena itu, kadar SGPT banyak digunakan sebagai biomarker untuk menilai derajat kerusakan sel hati [11]. Berikut hasil pemeriksaan kadar SGPT pada masing-masing kelompok perlakuan yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil rata-rata SGPT

Kelompok	Jumlah tikus	SGPT rata-rata $\pm$ SD			Nilai Normal
		Adaptasi (U/L)	Parasetamol (U/L)	Ekstrak (U/L)	
Kn	5	56,0 $\pm$ 3,39	55,2 $\pm$ 2,28	52,0 $\pm$ 2,83	45,7-80,8 U/L [30].
K-	5	54,6 $\pm$ 4,39	79,0 $\pm$ 9,97	70,0 $\pm$ 10,61	
K+1	5	57,0 $\pm$ 6,44	84,4 $\pm$ 12,84	77,0 $\pm$ 12,86	
K+2	5	53,8 $\pm$ 2,86	89,0 $\pm$ 21,08	71,2 $\pm$ 23,66	
K+3	5	54,4 $\pm$ 5,41	102,4 $\pm$ 4,04	96,4 $\pm$ 7,83	
P1	5	53,8 $\pm$ 3,90	86,8 $\pm$ 12,03	75,8 $\pm$ 14,02	
P2	5	55,4 $\pm$ 2,19	92,8 $\pm$ 19,58	80,2 $\pm$ 17,25	
P3	5	58,0 $\pm$ 2,92	91,6 $\pm$ 9,48	79,2 $\pm$ 7,36	

Keterangan:

Kn :Diberi pakan pelet dan minum air mineral

K- :Diberi Parasetamol 1500 mg/kgBB

K+1: Diberi Na-CMC 0,5% 1000 mg/kgBB

K+2: Diberi Vitamin C 1000 mg/kgBB

K+3: Diberi Ekstrak 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi Ekstrak Daun Turi Putih dengan Vitamin C menggunakan perbandingan 1:1 500 mg/kgBB

P2 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 1:2 500 mg/kgBB dan 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 2:1 1000 mg/kgBB dan 500 mg/kgBB

Berdasarkan Tabel 11, kadar SGPT rata-rata seluruh kelompok pada masa adaptasi masih berada dalam kisaran normal. Setelah induksi parasetamol, kadar SGPT meningkat pada hampir seluruh kelompok, menunjukkan adanya kerusakan hepatosit. Setelah pemberian perlakuan, kadar SGPT menurun pada sebagian besar kelompok. Penilaian efektivitas perlakuan, dihitung selisih kadar SGPT antara tahap setelah induksi parasetamol dan setelah pemberian ekstrak. Semakin besar nilai selisih, semakin baik kemampuan perlakuan menurunkan kadar SGPT. Di antara kelompok kombinasi, P2 menunjukkan penurunan terbesar yaitu 12,6 U/L (92,8 menjadi 80,2 U/L), diikuti P3 sebesar 12,4 U/L dan P1 sebesar 11,0 U/L, sedangkan kontrol negatif (K-) hanya turun 9,0 U/L. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C dengan perbandingan 1:2 (P2) merupakan kombinasi yang paling efektif menurunkan kadar SGPT, meskipun nilainya belum seluruhnya kembali ke kisaran normal.

Tabel 12. Uji normalitas dan homogenitas parameter SGPT

Parameter	Tahapan	df	Shapiro – Wilk (P)	Normalitas	Levene (P)	Homogenitas
SGPT	Tahap 1	40	0,082	Terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen
	Tahap 2	40	0,381	Terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen
	Tahap 3	40	0,075	Terdistribusi normal	0,001	Tidak homogen

Keterangan:

Tahap 1 : Tahap Adaptasi

Tahap 2 : Tahap Parasetamol

Tahap 3 : Tahap Kombinasi Ekstrak

Interpretasi :

Hasil uji Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data kadar SGPT pada tahap 1 ($p = 0,082$), tahap 2 ($p = 0,381$), dan tahap 3 ($p = 0,075$) memiliki nilai $p > 0,05$, sehingga data pada ketiga tahapan berdistribusi normal. Namun, hasil uji homogenitas

menggunakan Levene's Test menunjukkan nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$), sehingga varians data tidak homogen. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan uji Welch ANOVA.

Tabel 13. Uji Welch ANOVA (One-Way ANOVA)

Parameter	F	df	P	Keterangan
SGPT	44,858	2	0,001	Berbeda signifikan

Interpretasi :

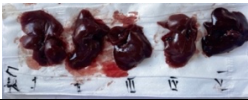
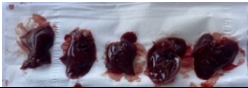
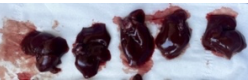
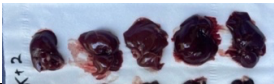
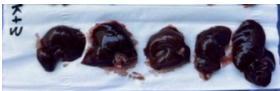
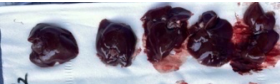
Berdasarkan hasil uji Welch ANOVA diperoleh nilai $F = 44,858$ dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan kadar SGPT yang signifikan antar tahapan pengamatan. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan uji Games–Howell untuk mengetahui pasangan tahapan yang berbeda signifikan.

Hasil uji *Shapiro–Wilk* menunjukkan data kadar SGPT berdistribusi normal ($p > 0,05$), tetapi tidak homogen berdasarkan uji Levene ($p < 0,001$), sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji *Welch ANOVA* dan *Games–Howell*. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan kadar SGPT yang bermakna antar tahapan penelitian ($p < 0,001$), dengan rata-rata meningkat setelah induksi paracetamol (85,15 U/L) dan menurun menjadi 75,23 U/L setelah pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C, meskipun belum kembali ke nilai awal pada tahap adaptasi.

F. Makroskopis

Pengamatan makroskopis hati dilakukan untuk mengetahui perubahan morfologi organ secara visual. Perubahan makroskopis pada hati dapat mencerminkan adanya kerusakan jaringan akibat paparan zat hepatotoksik [23]. Parameter yang diamati meliputi warna, bentuk, tekstur, konsistensi, dan berat organ hati. Hasil pengamatan makroskopis hati pada masing-masing kelompok disajikan pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Gambar Makroskopis

Kelompok	Jumlah Tikus	Makroskopis			
		Warna	Bentuk	Tekstur	Konsistensi
Kn 	5	Merah Kecokelatan	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal
K- 	5	Merah Kehitaman	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal
K1 	5	Merah Kecokelatan	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal
K2 	5	Merah Kecokelatan	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal
K3 	5	Merah Kecokelatan	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal
P1 	5	Merah Kecokelatan	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal
P2 	5	Merah Kecokelatan	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal
P3 	5	Merah Kecokelatan	Berlobus	Halus dan Licin	Kenyal

Keterangan:

Kn : Diberi pakan pelet dan minum air mineral

K- : Diberi Parasetamol 1500 mg/kgBB

K+1: Diberi Na-CMC 0,5% 1000 mg/kgBB

K+2: Diberi Vitamin C 1000 mg/kgBB

K+3: Diberi Ekstrak 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi Ekstrak Daun Turi Putih dengan Vitamin C menggunakan perbandingan 1:1 500 mg/kgBB

P2 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 1:2 500 mg/kgBB dan 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi Vitamin C dengan ekstrak daun turi putih menggunakan perbandingan 2:1 1000 mg/kgBB dan 500 mg/kgBB

Berdasarkan Tabel 8. hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa semua kelompok perlakuan memiliki hati berwarna merah kecokelatan, bertekstur kenyal yang menggambarkan kondisi hati normal. Sebaliknya, kelompok kontrol negatif (K-) menunjukkan perubahan warna menjadi merah kehitaman, meskipun konsistensinya masih kenyal. Perubahan warna tersebut mengindikasikan adanya kerusakan jaringan hati akibat induksi parasetamol. Hasil makroskopis yang didapatkan sesuai dengan penelitian [28] yang menunjukkan bahwa (K-) terdapat perubahan warna menjadi merah kehitaman karena terpapar hepatotoksik karena induksi parasetamol berturut-turut tanpa diberikan perlakuan.

VII. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak etanol daun turi putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) dan vitamin C memiliki aktivitas antioksidan serta berpotensi memberikan efek hepatoprotektif pada tikus putih jantan galur Wistar yang diinduksi parasetamol dosis toksik. Ekstrak daun turi putih terbukti mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik, dan tanin yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan dan proteksi terhadap sel hati. Pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C secara signifikan menurunkan kadar *malondialdehid* (MDA), SGOT, dan SGPT dibandingkan kondisi setelah induksi parasetamol ($p < 0,05$), serta memperbaiki gambaran makroskopis hati. Kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C dengan perbandingan 1:1 menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan kadar MDA dan SGOT, sedangkan perbandingan 1:2 memberikan penurunan kadar SGPT terbesar. Meskipun kadar MDA, SGOT, dan SGPT setelah pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C belum sepenuhnya kembali ke rentang nilai normal, seluruh parameter menunjukkan penurunan dibandingkan kondisi setelah induksi parasetamol, sehingga menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dan efek hepatoprotektif dari kombinasi perlakuan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi variasi dosis maupun memperpanjang durasi pemberian kombinasi ekstrak daun turi putih dan vitamin C untuk memperoleh efektivitas yang lebih optimal sehingga parameter biokimia hati dapat mencapai rentang nilai normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta memfasilitasi seluruh proses perkuliahan dan pelaksanaan penelitian. Segala pengorbanan, perhatian, dan motivasi yang diberikan menjadi kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan serta penyusunan artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] Q. Chen *et al.*, "Molecular mechanisms in liver repair and regeneration: From Physiology to Therapeutics," *Signal Transduction and Targeted Therapy*, vol. 12, no. 1, pp. 124, 2025. DOI: [10.1038/s41392-024-02104-8](https://doi.org/10.1038/s41392-024-02104-8).
- [2] A. Hionides-Gutierrez, B. L. Woolbright, and H. Jaeschke, "Novel Emerging Mechanisms in Acetaminophen (APAP) Hepatotoxicity," *Liver International*, vol. 45, no. 2, pp. 456-468, 2025. DOI: [10.1111/liv.16167](https://doi.org/10.1111/liv.16167).
- [3] H. Jaeschke, A. Ramachandran, M. L. Chao, and B. L. Woolbright, "Acetaminophen Hepatotoxicity: Paradigm for Understanding Mechanisms of Drug-Induced Liver Injury," *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*, vol. 19, pp. 405-428, 2024. DOI : [10.1146/annurev-pathmechdis-051122-094016](https://doi.org/10.1146/annurev-pathmechdis-051122-094016).
- [4] Y. Wang *et al.*, "Acetaminophen-induced liver injury: Molecular mechanism and treatments from natural products," *Frontiers in Pharmacology*, vol. 14, pp. 1122632, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1122632>.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

- [5] A. G. Panggayo and J. Rohmah, "Antioxidant Activity of White Turi (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) Leaf Extract on the Kidney Organ of White Rats, BUN and Creatinine Parameters Induced by Toxic Doses of Paracetamol," Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, pp. 1–16, 2024. DOI : <https://doi.org/10.21070/ups.6781>.
- [6] E. W. Kusuma and Y. A. M. Agami, "Uji aktivitas hepatoprotektor kombinasi ekstrak etanol daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) dan kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap kadar MDA yang diinduksi parasetamol," *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, pp. 68–73, Jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34035/jk.v12i1.580>.
- [7] K. Du *et al.*, "Oxidative stress during acetaminophen hepatotoxicity: Sources, Pathophysiological Role and Therapeutic Potential," *Redox Biology*, vol. 41, pp. 101899, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2016.10.001>.
- [8] P. R. Pratiwi, W. Herdwiani, and T. Wijayanti, "Uji aktivitas hepatoprotektor ekstrak etanol dan fraksi n-heksana, etil asetat, dan air umbi bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) pada Tikus Jantan Galur Wistar," *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, vol.14, no.1, pp. 77–82, Jan. 2023, DOI: <https://forikes-ejournal.com/index.php/SF/article/view/sf14116>.
- [9] Fitria *et al.*, "Ekstrak etanol batang ashitaba (*Angelica keiskei* Koidz.) sebagai hepatoprotektor tikus putih galur Wistar yang diinduksi parasetamol," *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian*, vol. 3, Universitas Bakti Tunas Husada, Tasikmalaya, Indonesia, pp. 97–104, Sept. 2023. DOI: <https://ejurnal.universitas-bth.ac.id/index.php/PSNDPV3/article/view/1137>.
- [10] F. A. Mokhtar, M. Ahmed, A. S. Al Dhanhani, S. E. I. Elbehairi, M. Y. Alfaifi, A. A. Shati, and A. M. Fakhry, "Distribution, Phytochemical Insights, and Cytotoxic Potential of the *Sesbania* Genus: A Comprehensive Review of *Sesbania grandiflora*, *Sesbania sesban*, and *Sesbania cannabina*," *Pharmaceuticals*, vol. 18, no. 1, pp. 64, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph18010064>.
- [11] F. A. Ivandah and J. Rohmah, "Antioxidant Activity of White Turi (*Sesbania Grandiflora* (L.) Pers.) Leaf Extract on the Liver Organ of White Rats, SGOT and SGPT Parameters Induced by Toxic Doses of Paracetamol: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Turi Putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) Terhadap Organ Hati Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Parameter SGOT dan SGPT yang Diinduksi Paracetamol Dosis Toksik," 2024. DOI: <https://doi.org/10.21070/ups.6498>.
- [12] V. Oktaruliawan and J. Rohmah, "Differences in ALP and Gamma GT levels of Hepar Male White Rats (*Rattus norvegicus*) Induced by Toxic Doses of Paracetamol by Administration of Turi Leaf Extract (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.): Perbedaan kadar ALP dan Gamma GT Hepar Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) yang di Induksi Parasetamol Dosis Toksik dengan Pemberian Ekstrak Daun Turi (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.)," 2024. DOI: <https://doi.org/10.21070/ups.9300>.
- [13] N. L. D. Octavrina and J. Rohmah, "Acute Toxicity Test of Ethanol Extract of White Turi Flowers (*Sesbania Grandiflora* (L.) Pers.) Against Kidney Organs (BUN and Creatinine) In Male White Rats (*Rattus Norvegicus*) Wistar Strain: Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Bunga Turi Putih (*Sesbania Grandiflora* (L.) Pers.) terhadap Organ Ginjal (Bun Dan Kreatinin) pada Tikus Putih Jantan (*Rattus Norvegicus*) Galur Wistar," 2024. DOI : <https://doi.org/10.21070/ups.2386>.
- [14] M. Makrufah and J. Rohmah, "Toxicity of White Turi Leaf Extract on Liver Function in Mice: Toksisitas Ekstrak Daun Turi Putih pada Fungsi Hati Mencit," *Indonesian Journal on Health Science and Medicine*, vol. 2, no. 2, 2025. DOI: <https://doi.org/10.21070/ijhsm.v2i2.246>.
- [15] M. A. Hidayat and J. Rohmah, "White Turi Flower Acute Toxicity Test (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) on Organs Kidney Electrolyte Parameters (Na and K) in Male White Rats (*Rattus norvegicus*) Wistar Strain: Uji Toksisitas Akut Ekstrak Bunga Turi Putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) terhadap Organ Ginjal Parameter Elektrolit (Na dan K) pada Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar," 2024. DOI: <https://doi.org/10.21070/ijhsm.v2i2.246>.
- [16] E. K. Mas'udah, D. Y. N. Hidayati, S. Santoso, W. W. Astuti, A. Malia, and D. W.K. K. Wardani, "The effect of red Turi leaf extract (*Sesbania glandiflora* L. Pers) on the reduced levels of TNF- α , IL-1 β and the number of bacterial colonies on the puerperium Mus Musculus ovarian inoculated by *Staphylococcus aureus*," 2022. DOI: 10.30574/gscbps.2022.18.2.0085.
- [17] D. Novianti, S. Alam, and P. Wati, "Effect of red turi extract on ulcer length and leukocyte count," *Int. J.*

- Herbal Med.*, vol. 11, no. 2, pp. 78-84, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n1.p70-81>.
- [18] A. Kuttiaippan et al., "Hepatoprotective potential of *Sesbania grandiflora* leaf extract: An integrated *in vivo*, *in vitro* and Molecular Docking Approach," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 318, pp. 117045, 2024. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2024.101036>.
- [19] K. Eawsakul and K. Bunluepuech, "Exploring Synergistic Inhibition of Inflammatory and Antioxidant Potential: Integrated *In Silico* and *In Vitro* Analyses of *Garcinia mangostana*, *Curcuma comosa*, and *Acanthus ebracteatus*," *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, vol. 2024, Article ID 8584015, 27 pages, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1155/2024%2F8584015>.
- [20] F. P. A. Nabila and J. Rohmah, "Acute Toxicity Test of White Turi Flower (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) Ethanol Extract on SGOT and SGPT Parameters in the Liver of Wistar Strain Male White Rats (*Rattus norvegicus*)," *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 1578–1589, Oct.–Dec. 2023. DOI: <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i4.244>.
- [21] A. Pratiwi, Yusran, Islawati, and Artati, "Analisis Kadar Antioksidan pada Ekstrak Daun Binahong Hijau *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis," *Bioma J. Biol. Makassar*, vol. 8, no. August 2022, pp. 66–74, 2023, DOI: <https://doi.org/10.20956/bioma.v8i2.24968>.
- [22] R. Putriawaty, Uji Karakteristik Formula Gel Peeling Scrub Daun Turi (*Sesbania grandiflora* L.). Mataram, Indonesia: Universitas Muhammadiyah Mataram, 2021. DOI: <https://repository.ummat.ac.id/4136/>.
- [23] O. T. Mahardani and L. Yuanita, "Efek Metode Pengolahan Dan Penyimpanan Terhadap Kadar Senyawa Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan," *Unesa J. Chem.*, vol. 10, no. 1, pp. 64–78, 2021, DOI: <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p64-78>.
- [24] S. Aisyah, A. S. Gumelar, M. S. Maulana, dan R. A. H. T. Amalia, "Identifikasi Karakteristik Hewan Vertebrata Mamalia Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Berdasarkan Morfologi dan Anatominya," dalam Prosiding SEMNAS BIO 2023 UIN Raden Fatah Palembang, Palembang, Indonesia, 2023, pp. 484-493. DOI: <https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/download/602/573>.
- [25] FK UNUD, "Modul Praktikum Penanganan Hewan Coba," pp. 1–9, 2019. DOI: <https://www.coursehero.com/file/157756545/MODUL-PRAKTIKUM-Penanganan-Hewan-Cobapdf/>.
- [26] J. A. Obernier and R. L. Baldwin, "Establishing an Appropriate Period of Acclimatization Following Transportation of Laboratory Animals," *ILAR Journal*, vol. 47, no. 4, pp. 364–369, 2006, DOI: [10.1093/ilar.47.4.364](https://doi.org/10.1093/ilar.47.4.364)
- [27] S. U. Nipanihar, S. S. Chitlange, and D. Nagore, "Pharmacological Evaluation of Hepatoprotective Activity of AHPL/AYTAB/0613 Tablet in Carbon Tetrachloride-, Ethanol-, and Paracetamol-Induced Hepatotoxicity Models in *Wistar Albino Rats*," *Pharmacognosy Research*, vol. 9, Suppl. 1, pp. S41–S47, 2017, DOI: [10.4103/pr.pr.44.17](https://doi.org/10.4103/pr.pr.44.17)
- [28] A. Febrianti and J. Rohmah, "Antioxidant Activity of Turi Bark Extract (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) on Liver Organs SGOT and SGPT Parameters in Rats Induced by Toxic Doses of Paracetamol (Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Turi (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) terhadap Organ Hati Parameter SGOT dan SGPT pada Tikus yang Diinduksi Paracetamol Dosis Toksik)," *Preprint*, Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia, 2025. DOI : <https://doi.org/10.21070/ups.7857>.
- [29] S. Patel, S. Patel, A. Kotadiya, S. Patel, B. Shrimali, N. Joshi, T. Patel, H. Trivedi, J. Patel, A. Joharapurkar, and M. Jain, "Age-related changes in hematological and biochemical profiles of *Wistar rats*," *Laboratory Animal Research*, vol. 40, no. 7, 2024. DOI: [10.1186/s42826-024-00194-7](https://doi.org/10.1186/s42826-024-00194-7)
- [30] K. A. D. Mukharomah, M. F. Andriansyah, T. Anggraini, A. Banowati, dan F. D. J. Sayekti, "Uji Aktivitas Hepatoprotektif Kombinasi Madu dan Jintan Hitam terhadap Kadar SGOT-SGPT Tikus Putih yang Diinduksi Minuman Bersoda," *Biogenic: Jurnal Ilmiah Biologi*, vol. 1, no. 2, pp. 29–35, 2023. DOI : <https://doi.org/10.36841/biogenic.v1i2.3771>

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.