

The Effect of Combination Extract of White Turi Flower and Vitamin C on Liver Function Through SGOT and SGPT Parameters in a Paracetamol-Induced Hepatotoxicity Model

Pengaruh Pemberian Ekstrak Kombinasi Bunga Turi Putih dan Vitamin C terhadap Fungsi Hati melalui Parameter SGOT dan SGPT pada Model Hepatotoksisitas yang Diinduksi Parasetamol

Nandita Putri Iszahra¹⁾, Jamilatur Rohmah^{*2)}

¹⁾Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Psikologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Psikologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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

Abstract. *Hepatotoxicity resulting from high-dose acetaminophen use occurs through the formation of the toxic metabolite N-acetyl-p-benzoquinone imine (NAPQI), which triggers oxidative stress and hepatocyte damage. This study aimed to analyze the effect of a combination of ethanol extract of white turi flowers (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) and vitamin C on liver function based on SGOT, SGPT, and malondialdehyde (MDA) levels. The study employed a pretest-posttest control group experimental design involving 32 male Wistar strain white rats divided into eight groups (Kn, K-, K+1, K+2, K+3, P1,P2,P3). All groups, except the normal control group, were paracetamol-induced and then treated according to their respective groups for seven days. The results showed that paracetamol induction increased SGOT, SGPT, and MDA levels and caused macroscopic changes in the liver in the form of steatosis. Administration of white turi flower extract, vitamin C, or a combination of both reduced liver damage biomarkers and improved the macroscopic appearance of the organ. Statistical analysis showed significant differences among treatments ($P < 0.05$). The combination of white turi flower extract and vitamin C has the potential to provide a hepatoprotective effect through antioxidant activity that reduces oxidative stress and supports the recovery of liver function.*

Keywords – hepatoprotective, paracetamol, *Sesbania grandiflora*, vitamin C, SGOT, SGPT, MDA

Abstrak. *Hepatotoksisitas yang disebabkan oleh penggunaan parasetamol dosis tinggi terjadi melalui pembentukan metabolit beracun N-asetil-p-benzoquinon imin (NAPQI), yang memicu stres oksidatif dan kerusakan hepatosit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi ekstrak etanol bunga turi putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) dan vitamin C terhadap fungsi hati berdasarkan kadar SGOT, SGPT, dan malondialdehida (MDA). Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental kelompok kontrol pretest-posttest yang melibatkan 32 tikus putih jantan strain Wistar yang dibagi menjadi delapan kelompok (Kn, K-, K+1, K+2, K+3, P1,P2,P3). Semua kelompok, kecuali kelompok kontrol normal, diinduksi dengan parasetamol dan kemudian diberi perlakuan sesuai kelompok masing-masing selama tujuh hari. Hasil menunjukkan bahwa induksi parasetamol meningkatkan kadar SGOT, SGPT, dan MDA serta menyebabkan perubahan makroskopis pada hati berupa steatosis. Pemberian ekstrak bunga turi putih, vitamin C, atau kombinasi keduanya menurunkan biomarker kerusakan hati dan memperbaiki penampilan makroskopis organ tersebut. Analisis statistik menunjukkan perbedaan antar perlakuan ($P < 0,05$). Kombinasi ekstrak bunga turi putih dan vitamin C berpotensi memberikan efek hepatoprotektif melalui aktivitas antioksidan yang mengurangi stres oksidatif dan mendukung pemulihan fungsi hati.*

Kata Kunci – hepatotoksisitas, parasetamol, bunga turi putih, vitamin C, SGOT, SGPT, MDA

I. PENDAHULUAN

Hati adalah organ vital yang berperan dalam metabolisme, detoksifikasi, dan sintesis berbagai zat yang penting bagi tubuh [1]. Salah satu penyebab paling umum kerusakan hati adalah paparan terhadap zat hepatotoksik, seperti parasetamol, yaitu obat analgesik dan antipireti yang menghasilkan metabolit beracun N-asetil-p-benzoquinon imin (NAPQI) bila overdosis, sehingga menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan sel hati [2]. Kondisi ini dapat ditandai dengan peningkatan kadar enzim SGOT dan SGPT, yang berfungsi sebagai penanda gangguan fungsi hati [3].

Kerusakan hati dapat dicegah melalui penggunaan bahan alami yang memiliki sifat antioksidan dan hepatoprotektif. Bunga turi putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, dan tanin yang berpotensi melindungi hati dari kerusakan akibat radikal bebas [4]. Selain itu, vitamin C merupakan antioksidan kuat yang mampu menetralkan radikal bebas, mengurangi stres oksidatif, dan membantu regenerasi jaringan hati [5].

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ekstrak bunga turi putih dan vitamin C, bila diberikan secara terpisah, dapat menurunkan kadar SGOT dan SGPT pada kasus hepatotoksitas [15]. Salah satu dari studi tersebut menemukan bahwa ekstrak etanol dari daun dan bunga turi putih secara efektif menurunkan kadar enzim SGOT dan SGPT pada tikus dengan kerusakan hati akibat pemberian parasetamol, melalui mekanisme antioksidan utama flavonoid dan saponin yang mencegah peroksidasi lipid [16]. Namun, penelitian mengenai kombinasi keduanya masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh kombinasi ekstrak bunga turi putih dan vitamin C terhadap fungsi hati pada tikus putih jantan yang mengalami hepatotoksitas akibat parasetamol, dengan mengamati kadar SGOT dan SGPT serta temuan makroskopis pada hati. Kombinasi kedua zat ini diharapkan memberikan efek sinergis yang lebih efektif dalam melindungi dan memulihkan fungsi hati dibandingkan dengan penggunaannya secara terpisah.

II. METODE

Penelitian ini telah lulus uji etik di Universitas Noor Huda Mustofa (UNHM) dengan nomor sertifikat: 3273/KEPK/UNIV-NHM/EC/IV/2026. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Farmakologi, Laboratorium Patologi Klinik, dan Laboratorium Hewan Coba Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Serta dilakukan juga di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Mei 2026.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental kuantitatif dengan desain kelompok kontrol *pretest-posttest*, yang bertujuan untuk menganalisis efek hepatoprotektif dari kombinasi ekstrak bunga turi putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) dan vitamin C terhadap kerusakan hati yang diinduksi parasetamol. Penelitian ini menggunakan 32 ekor tikus putih jantan strain Wistar (*Rattus norvegicus*) berusia sekitar 2 bulan dengan berat 200-300 gram, yang dibagi menjadi delapan kelompok, masing-masing terdiri dari empat ekor tikus. Bahan uji berupa *Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) bagian bunga yang diambil dari Tanggulangin, Sidoarjo.

Sampel bunga turi putih ditimbang sebanyak 3.500 gram, kemudian sampel dikeringkan dengan suhu ruang tanpa paparan matahari untuk mencegah kerusakan senyawa aktif pada bunga turi [6]. Kemudian sampel dihaluskan dan ditimbang sebanyak 2.200 gram dan direndam dengan etanol 70% selama 24 jam, setelahnya rendemen disaring menggunakan kertas saring dan proses maserasi tersebut dilakukan sebanyak tiga kali. Kemudian hasil rendemen di uji evaporasi dan fitokimia di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Negeri Surabaya.

Tikus diperlakukan sesuai dengan kelompok yang telah ditentukan, 8 kelompok tersebut terdiri dari: kelompok normal (Kn), kelompok negatif (K-), kelompok positif 1 (K+1) yang diberi Na-CMC 5%, kelompok positif 2 (K+2) diberi Vitamin C sebanyak 1000 mg/kgBB, kelompok positif 3 (K+3) diberi ekstrak bunga turi putih sebanyak 1000 mg/kgBB, kelompok perlakuan 1 (P1) diberi kombinasi ekstrak bunga turi dan vitamin C dengan perbandingan 1:1 (500 mg/kgBB : 500 mg/kgBB), kelompok perlakuan 2 (P2) diberi kombinasi ekstrak bunga turi dan vitamin C dengan perbandingan 1:2 (500 mg/kgBB : 1000 mg/kgBB), kelompok perlakuan 3 (P3) diberi kombinasi ekstrak bunga turi dan vitamin C dengan perbandingan 2:1 (1000 mg/kgBB : 500 mg/kgBB).

Seluruh tikus hanya diberi pakan dan minum selama 3 hari pertama sebelum diberi perlakuan dengan tujuan agar tikus-tikus tersebut beradaptasi dan kondisi fisiologis tikus stabil. Kemudian untuk tikus kelompok K-, K+1, K+2, K+3, P1, P2, P3 diberi parasetamol 1000 mg/kgBB selama 7 hari sebanyak 1 ml perhari. Setelah 7 hari pemberian parasetamol, untuk kelompok P1, P2, P3 diberi perlakuan sesuai kelompok selama 7 hari dengan dosis yang telah ditentukan sebanyak 1 ml.

Pengambilan sampel darah tikus dilakukan dengan teknik retro orbital yakni melalui sinus mata menggunakan mikrohematokrit sebanyak 2 ml sampel. Kemudian sampel tersebut disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit untuk memperoleh sampel serum. Serum kemudian di uji kadar SGOT dan SGPT menggunakan fotometer (Microlab 3000), serta uji MDA menggunakan spektrofotometer UV-VIS *single beam* (VWR-1600PC) dengan panjang gelombang 520 nm sebelum dan sesudah perlakuan.

Pengukuran MDA dimulai dengan membuat larutan TCA 20%, dengan melarutkan TCA 20 gram dalam aquades 100mL. Lalu membuar larutan TBA 0,67%, yakni dengan melarutkan TBA 0,67 gram dalam 100 mL aquades. Pembuatan kurva standar bertujuan sebagai kalibrasi alat yang digunakan. Pembuatan kurva standar yang dilakukan yaitu membuat larutan induk 1,1,3,3- *Tetramethoxypropane* 10 ppm. Kemudian, larutan induk divariasikan dalam berbagai variasi yaitu 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; dan 0,1 ppm [16].

Setelah seluruh tahapan selesai, tikus tersebut diamati secara makroskopis dengan tindakan pembedahan dan pengambilan organ hati. Diawali dengan dislokasi serviks pada tikus, kemudian tikus diposisikan terlentang untuk

tindakan pembedahan, bagian bawah perut hingga bawah leher nya dibasahi, lalu gunting pada bagian bawah perut hingga rongga dada terbuka dan ambil organ hati tikus lalu amati warna, bentuk, dan tekstur organ. Morfologi organ tikus normal memiliki ciri warna organ merah kecoklatan, permukaan rata dan halus, serta tidak ada pembengkakan ataupun bintik putih. Hasil penelitian di analisis menggunakan uji Kruskal – Wallis dengan SPSS versi 26.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Sampel

Sampel bunga turi yang telah dikumpulkan kemudian dikeringkan, digiling hingga menjadi serbuk dan diekstrak secara maserasi dengan pelarut etanol 70% (Tabel 1). nilai rendemen yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa jumlah ekstrak yang diperoleh dari proses ekstraksi juga semakin besar. Rendemen ekstrak yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 20%. Rendemen adalah nilai yang menunjukkan perbandingan antara jumlah ekstrak yang diperoleh dengan simplisi yang digunakan, yang dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Nilai minimum rendemen ekstrak kental ialah 10 %, nilai rendemen yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa jumlah ekstrak yang diperoleh dari proses ekstraksi juga semakin besar [7]. Selanjutnya ekstrak pekat tersebut dilakukan uji fitokimia untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak tersebut (Tabel 2).

Tabel 1 Hasil Ekstrak Maserasi Bunga Turi Putih

Parameter	Berat sampel
Berat basah	3.500 gram
Berat kering	2.100 gram
Berat serbuk	220 gram
Hasil ekstrak pekat	44 gram
% Rendemen	20 %

Tabel 2 Hasil Uji Fitokimia Bunga Turi Putih

Uji fitokimia	Pereaksi	Hasil	Kesimpulan
Alkaloid	Mayer	Endapan putih	+
	Wagner	Endapan coklat	+
	Dragendorf	Endapan jingga	+
Flavonoid	Mg + Hcl pekat + etanol	Warna merah	-
Saponin	-	Adanya busa stabil	+
Steroid	Libermann-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	+

Keterangan : (+) ekstrak bereaksi positif, (-) ekstrak bereaksi negatif

Berdasarkan hasil uji fitokimia pada Tabel 2, ekstrak bunga turi putih positif mengandung alkaloid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik, tanin. Namun tidak terdeteksi adanya flavonoid, hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jenis pelarut, metode ekstraksi, bagian tanaman yang digunakan, usia tanaman, dan kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh.

B. Perlakuan

Tikus di aklimatisasi selama 3 hari untuk beradaptasi dengan lingkungan baru, kemudian dilanjutkan dengan pengamatan gejala klinis sebelum perlakuan. Pada hari ke 4 – 10 tikus diberi parasetamol 1ml selama 7 hari pada seluruh kelompok, terkecuali kelompok Kn. pemberian berulang mengakibatkan pembentukan metabolit toksik N-acetyl-p-benzoquinone imine (NAPQI), yang menghabiskan cadangan glutathione pada hati sehingga memperburuk stres oksidatif dan menyebabkan kerusakan hepatosit [8]. Pada hari ke 11 – 17 tikus diberikan ekstrak bunga turi, vitamin C, Na-CMC dan kombinasi sesuai kelompok yang telah ditentukan. Dilakukan juga pengamatan gejala toksik setelah perlakuan.

C. Gejala Toksik

Pengamatan terhadap efek toksik dilakukan 1 jam setelah pemberian perlakuan yang meliputi adanya gejala toksik (lemas, kejang, tremor, bulu rontok), perubahan berat badan, serta jumlah kematian. Selain itu, dilakukan pengamatan

makroskopis terhadap organ hati yang mencakup warna, bentuk, tekstur dan konsistensi jaringan untuk menilai kemungkinan adanya perubahan akibat pemberian ekstrak.

Tabel 3 Hasil Pengamatan Gejala Toksik

Kelompok	Jumlah Tikus	Gejala Klinis											
		Adaptasi				Paracetamol				Kombinasi			
		Lemas	Tremor	Kejang	Rontok	Lemas	Tremor	Kejang	Rontok	Lemas	Tremor	Kejang	Rontok
Kn	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K-	4	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
K+1	4	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
K+2	4	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
K+3	4	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
P1	4	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
P2	4	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
P3	4	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-

Keterangan :

Kn : Diberi pakan dan minum

K- : Diberi parasetamol dosis 1500mg/kgBB

K+1 : Diberi Na-CMC 0,5%

K+2 : Diberi vitamin C dosis 1000 mg/kgBB

K+3 : Diberi ekstrak bunga turi putih dosis 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB

P2 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 1000 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB

Berdasarkan Tabel 2 selama periode adaptasi seluruh tikus pada kelompok kontrol normal (Kn), kontrol negatif (K-), kontrol positif (K+1, K+2, K+3), serta kelompok perlakuan (P1, P2, P3) tidak memperlihatkan tanda-tanda toksisitas seperti lemas, kejang, tremor, atau kerontokan bulu. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa tikus dalam kondisi sehat dan berhasil beradaptasi terhadap lingkungan pemeliharaan, sehingga memenuhi syarat untuk digunakan dalam penelitian. Ketidadaan gejala klinis pada fase adaptasi juga menandakan bahwa faktor lingkungan, pakan, dan prosedur penanganan tidak menimbulkan stres yang berpotensi memengaruhi hasil penelitian.

Setelah induksi dengan parasetamol, semua kelompok perlakuan memperlihatkan gejala klinis berupa lemas, kejang, tremor, dan kerontokan bulu. Kemunculan tanda-tanda tersebut diduga efek toksik parasetamol pada dosis tinggi yang menyebabkan kerusakan jaringan hepatik (hepatotoksitas). Pada keadaan overdosis, parasetamol dimetabolisme oleh enzim sitokrom P450 menjadi metabolit reaktif *N-acetyl-p-benzoquinone imine* (NAPQI). Dalam kondisi fisiologis normal, NAPQI dinetralisir oleh glutathione (GSH) namun ketika terjadi kelebihan dosis, cadangan GSH menurun sehingga NAPQI mengalami penumpukan dan berikatan dengan protein sel hepatosit. Tumpukan NAPQI selanjutnya memicu stres oksidatif, kerusakan mitokondria, peroksidasi lipid, dan nekrosis hepatosit, yang secara keseluruhan mengganggu fungsi fisiologis hewan uji [9].

Gejala lemas yang tampak pada hewan uji kemungkinan timbul akibat terganggunya fungsi hepatik dalam proses metabolisme energi sebagai konsekuensi kerusakan hepatosit. Sebagai organ utama penyimpanan glikogen dan pengatur metabolisme karbohidrat, gangguan pada hati dapat menurunkan kemampuan sintesis dan pelepasan glukosa sehingga menimbulkan penurunan produksi energi yang tercermin pada menurunnya aktivitas hewan. Di samping itu, peningkatan stres oksidatif melalui pembentukan radikal bebas turut berperan dalam menurunkan kondisi fisiologis tikus [9].

Tremor dan kejang yang muncul pasca-pemberian parasetamol pada dosis toksik diduga juga disebabkan oleh peningkatan stres oksidatif sistemik serta terganggunya keseimbangan metabolik sebagai akibat kerusakan hepatosit. Kerusakan pada sel-sel hati dapat menyebabkan penumpukan metabolit toksik dalam peredaran darah, yang selanjutnya berpotensi mengganggu fungsi sistem saraf pusat. Selain itu, pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) dan *reactive nitrogen species* (RNS) meningkatkan stres oksidatif yang merusak sel saraf, sehingga memicu manifestasi neurologis seperti tremor dan kejang [9].

Kerontokan bulu yang teramati pada hewan uji kemungkinan terkait dengan toksisitas sistemik yang mengganggu proses metabolisme dan meningkatkan stres oksidatif. Kerusakan pada hati dapat menurunkan kemampuan organisme

untuk mensintesis protein serta mengatur metabolisme nutrisi yang esensial bagi pertumbuhan bulu. Selain itu, peningkatan pembentukan radikal bebas akibat hepatotoksitas dapat merusak sel folikel rambut sehingga mempermudah terjadinya kerontokan [9].

Setelah penerapan kombinasi perlakuan tidak lagi terlihat gejala klinis, yang mengindikasikan berkurangnya tanda-tanda lemas, kejang, tremor, dan kerontokan bulu. Perbaikan tersebut berkaitan dengan aktivitas antioksidan dari kombinasi perlakuan yang menekan pembentukan radikal bebas, memperkuat mekanisme pertahanan antioksidan endogen, serta mempercepat regenerasi hepatosit yang rusak. Senyawa antioksidan diketahui dapat menurunkan tingkat stres oksidatif, mempertahankan kadar *glutathione*, dan mengurangi kerusakan jaringan hati akibat paparan parasetamol. Dengan pemulihan fungsi hepatic, kondisi fisiologis hewan uji kembali membaik sehingga gejala toksitas tidak lagi tampak [10].

D. Berat Badan Tikus

Setelah 3 hari adaptasi, tikus ditimbang untuk mengamati berat badan tikus, dilanjutkan dengan penimbangan berat badan setelah 7 hari pemberian parasetamol dan 7 hari setelah perlakuan kombinasi. Adanya penurunan BB menandakan adanya indikator toksik pada tikus. Sedangkan adanya peningkatan BB setelah pengkangan berakhir, tidak menandakan adanya pemulihan BB [11].

Tabel 4 Berat Badan Tikus

Kelompok	Jumlah tikus	Berat badan rata-rata $\pm$ SD (U/L)		
		Adaptasi	Parasetamol	Kombinasi
Kn	4	258,5 $\pm$ 21,920	274,5 $\pm$ 9,192	263,5 $\pm$ 23,334
K-	4	187,5 $\pm$ 4,949	155,0 $\pm$ 12,727	192 $\pm$ 45,254
K+1	4	184,0 $\pm$ 29,698	161,5 $\pm$ 20,506	182,5 $\pm$ 7,778
K+2	4	192,5 $\pm$ 16,176	174,0 $\pm$ 13,466	189 $\pm$ 16,522
K+3	4	214,5 $\pm$ 13,768	183,0 $\pm$ 16,378	196,5 $\pm$ 10,984
P1	4	223,5 $\pm$ 26,845	180,0 $\pm$ 19,397	193 $\pm$ 12,148
P2	4	228,5 $\pm$ 25,073	190,0 $\pm$ 19,754	207 $\pm$ 22,487
P3	4	187,5 $\pm$ 22,276	162,5 $\pm$ 17,745	182,5 $\pm$ 34,941

Keterangan :

Kn : Diberi pakan dan minum

K- : Diberi parasetamol dosis 1500mg/kgBB

K+1 : Diberi Na-CMC 0,5%

K+2 : Diberi vitamin C dosis 1000 mg/kgBB

K+3 : Diberi ekstrak bunga turi putih dosis 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB

P2 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 1000 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB

Berdasarkan Tabel 4, berat badan tikus pada seluruh kelompok menunjukkan pola perubahan yang berbeda selama tiga tahapan penelitian, yaitu tahap adaptasi, setelah induksi parasetamol, dan setelah pemberian perlakuan. Secara umum, kelompok yang memperoleh induksi parasetamol mengalami penurunan berat badan dibandingkan tahap adaptasi, sedangkan setelah pemberian perlakuan berat badan kembali mengalami peningkatan pada hampir seluruh kelompok. Pola tersebut menunjukkan bahwa pemberian parasetamol dosis toksik memengaruhi kondisi fisiologis hewan uji, sedangkan pemberian ekstrak bunga turi putih, vitamin C, maupun kombinasi keduanya memberikan kecenderungan perbaikan terhadap kondisi tersebut.

Tahap setelah induksi parasetamol, kelompok kontrol negatif mengalami penurunan berat badan sebesar 32,5 g dibandingkan tahap adaptasi. Penurunan juga terjadi pada kelompok K+1 sebesar 22,5 g, K+2 sebesar 18,5 g, K+3 sebesar 31,5 g, P1 sebesar 43,5 g, P2 sebesar 38,5 g, dan P3 sebesar 25,0 g. Sebaliknya, kelompok kontrol normal justru mengalami peningkatan berat badan sebesar 16,0 g, yang menunjukkan pertumbuhan fisiologis normal karena tidak mendapatkan paparan parasetamol. Penurunan berat badan yang terjadi pada kelompok yang diinduksi parasetamol mengindikasikan adanya efek toksik yang menyebabkan gangguan metabolisme dan penurunan kondisi kesehatan hewan uji. Kerusakan hepatosit akibat pembentukan metabolit toksik *N-acetyl-p-benzoquinone imine* (NAPQI) mengganggu fungsi hati dalam metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein sehingga berdampak pada berkurangnya efisiensi pemanfaatan nutrisi serta menurunkan berat badan. Mekanisme tersebut telah dijelaskan oleh McGill dan Jaeschke dalam tinjauan mengenai hepatotoksitas parasetamol, yang

menyatakan bahwa akumulasi NAPQI memicu deplesi glutation, stres oksidatif, disfungsi mitokondria, dan nekrosis hepatosit sehingga mengganggu fungsi metabolik hati [9]

Setelah pemberian perlakuan, hampir seluruh kelompok menunjukkan peningkatan berat badan dibandingkan kondisi setelah induksi parasetamol. Kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan sebesar 37,0 g, K+1 sebesar 21,0 g, K+2 sebesar 15,0 g, K+3 sebesar 13,5 g, P1 sebesar 13,0 g, P2 sebesar 17,0 g, dan P3 sebesar 20,0 g. Sementara itu, kelompok kontrol normal mengalami penurunan sebesar 11,0 g dibandingkan tahap sebelumnya, namun nilainya masih berada dalam kisaran fisiologis dan kemungkinan dipengaruhi oleh variasi biologis individu maupun konsumsi pakan selama penelitian. Adanya peningkatan berat badan pada kelompok yang memperoleh perlakuan menunjukkan bahwa kondisi fisiologis tikus mulai membaik setelah berakhirnya paparan parasetamol dan setelah pemberian bahan yang berpotensi memiliki aktivitas hepatoprotektif. Pemulihan fungsi hati akan memperbaiki metabolisme zat gizi sehingga proses sintesis protein, penyimpanan glikogen, dan metabolisme energi dapat berlangsung kembali secara lebih optimal.

Di antara kelompok perlakuan, peningkatan berat badan terbesar setelah pemberian terapi ditemukan pada kelompok kontrol negatif, sedangkan peningkatan terkecil terdapat pada kelompok K+3. Namun demikian, apabila dibandingkan dengan berat badan pada tahap adaptasi, sebagian besar kelompok perlakuan belum sepenuhnya kembali mencapai nilai awal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa meskipun telah terjadi perbaikan kondisi fisiologis, proses regenerasi hepatosit dan pemulihan fungsi metabolik hati kemungkinan masih berlangsung. Regenerasi jaringan hati memerlukan waktu karena melibatkan perbaikan struktur sel, pemulihan cadangan glutation, serta normalisasi aktivitas enzim metabolik. Selain itu, kemampuan antioksidan dalam ekstrak bunga turi putih yang mengandung senyawa fenolik, saponin, tanin, steroid, dan triterpenoid, bersama vitamin C sebagai antioksidan eksogen, diduga berperan dalam menurunkan stres oksidatif sehingga mendukung proses perbaikan jaringan hati. Aktivitas antioksidan tersebut dapat mengurangi kerusakan membran sel, meningkatkan kapasitas antioksidan endogen, serta mempercepat pemulihan fungsi hepatosit sebagaimana dijelaskan dalam berbagai penelitian mengenai efek hepatoprotektif senyawa antioksidan terhadap hepatotoksisitas akibat parasetamol [10].

Tabel 5 Hasil Uji Normalitas Berat Badan

Tahap Perlakuan	Df	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)	Shapiro-Wilk (Sig.)	Kesimpulan
Adaptasi	32	0,200	0,479	Data berdistribusi normal
Parasetamol	32	0,042	0,002	Data tidak berdistribusi normal
Kombinasi	32	0,004	0,006	Data tidak berdistribusi normal

Hasil uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data pada setiap parameter penelitian berdistribusi normal sehingga dapat menentukan jenis analisis statistik yang sesuai. Pada penelitian ini, pengujian normalitas menggunakan Shapiro–Wilk karena jumlah sampel pada masing-masing kelompok kurang dari 50 ekor ($n = 32$). Uji Shapiro–Wilk memiliki sensitivitas yang lebih baik dibandingkan Kolmogorov–Smirnov dalam mendeteksi penyimpangan distribusi data pada ukuran sampel kecil. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05, sedangkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 menunjukkan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal.

Uji homogenitas selanjutnya dilakukan untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok perlakuan sebelum dilakukan uji komparatif. Pada penelitian ini, homogenitas data dianalisis menggunakan Levene's Test, dengan kriteria bahwa data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Kesamaan varians merupakan salah satu asumsi penting dalam penggunaan uji parametrik, khususnya *One Way ANOVA*.

Tabel 6 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis H Berat Badan

Tahap	Kruskal-Wallis H	df	Sig
Adaptasi	7,423	2	.024
Parasetamol	7,411	2	.025
Kombinasi	7,420	2	.024

Hasil uji Kruskal–Wallis H terhadap parameter berat badan, seluruh tahapan pengamatan menunjukkan nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna terhadap berat badan tikus antar kelompok perlakuan pada setiap tahap penelitian. Dengan demikian, perlakuan

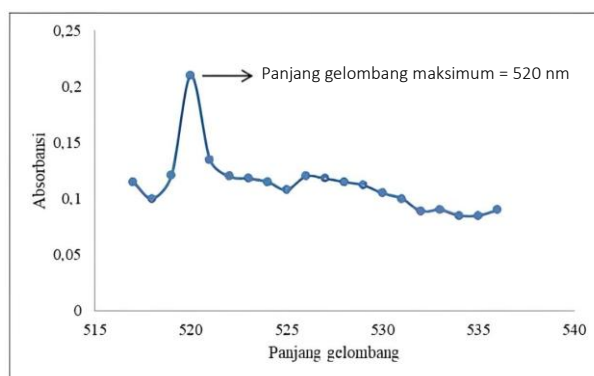
yang diberikan memberikan pengaruh terhadap perubahan berat badan hewan uji sejak tahap adaptasi, setelah induksi parasetamol, maupun setelah pemberian kombinasi perlakuan.

E. Uji Antioksidan

Uji antioksidan pada penelitian ini dinilai melalui pengukuran perubahan kadar malondialdehida (MDA). Malondialdehida merupakan produk peroksidasi lipid yang digunakan sebagai indikator keberadaan radikal bebas dalam organisme. Pada kondisi stres oksidatif yaitu ketika konsentrasi radikal bebas melebihi kapasitas antioksidan endogen terjadi peningkatan kadar MDA. Kadar Malondialdehyde (MDA) yang tinggi menandakan kerusakan pada sel-sel tubuh. Pada penelitian ini, bahan kontrol yang digunakan adalah 1% Na-CMC dengan menggunakan metode Wills sebagai pengukur konsentrasi MDA, serta diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 520 nm.

a. Penentuan Panjang Gelombang

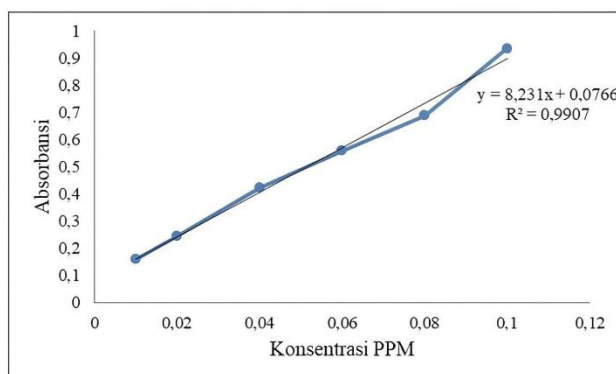
Tujuan penentuan panjang gelombang maksimum adalah untuk mengidentifikasi panjang gelombang yang paling sensitif dalam mengukur sampel. Penentuan panjang gelombang maksimum suatu senyawa dapat bervariasi tergantung pada kondisi dan peralatan yang digunakan. Penelitian ini melibatkan penentuan panjang gelombang maksimum dalam rentang 514 hingga 535 nm. Berdasarkan grafik pada Gambar 1, panjang gelombang maksimum diperoleh pada 520 nm. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, aktivitas antioksidan ekstrak batang dan daun turi putih diukur berdasarkan kadar MDA pada panjang gelombang 520 nm, sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa panjang gelombang maksimum adalah 520 nm [15].



Gambar 1 Panjang Gelombang

b. Pembuatan Kurva Standart

Tujuan pembuatan kurva standar adalah untuk mengkalibrasi instrumen yang digunakan. Kurva standar disiapkan dengan membuat larutan induk 1,1,3,3-tetrametoksipropena berkonsentrasi 10 ppm. Larutan induk tersebut kemudian diencerkan menjadi berbagai konsentrasi, yaitu 0,01, 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, dan 0,1 ppm. Kurva standar yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 2, dengan persamaan regresi linier ($y = 8,231x + 0,0766$, $R^2 = 0,9928$). Regresi linier sederhana adalah analisis terhadap dua variabel, Y dan X (tergantung dan bebas), yang diplot terhadap suatu fungsi tertentu.



Gambar 2 Kurva Standart

Berdasarkan Tabel 8, kurva baku menunjukkan hubungan linier antara konsentrasi standar dengan nilai absorbansi, yang ditunjukkan oleh persamaan regresi $y = 8,231x + 0,0766$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9907. Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier yang sangat kuat antara konsentrasi dan absorbansi, sehingga sekitar 99,07% variasi nilai absorbansi dapat dijelaskan oleh perubahan konsentrasi larutan standar. Hal ini menunjukkan bahwa metode analisis yang digunakan memiliki linearitas yang sangat baik dan memenuhi syarat untuk penetapan kadar malondialdehida (MDA). Persamaan regresi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menghitung konsentrasi MDA pada sampel penelitian melalui interpolasi nilai absorbansi yang diperoleh.

Linearitas yang baik merupakan salah satu parameter penting dalam validasi metode analisis karena menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi analit akan diikuti oleh peningkatan absorbansi secara proporsional sesuai dengan Hukum Lambert–Beer. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Siregar et al. (2022) yang melaporkan bahwa kurva baku dengan nilai koefisien determinasi (R^2) lebih dari 0,99 menunjukkan linearitas yang sangat baik, sehingga persamaan regresi dapat digunakan untuk menentukan kadar analit secara akurat dan presisi. Dengan demikian, kurva baku yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode spektrofotometri UV-Vis yang digunakan layak untuk analisis kadar MDA.

c. Pengukuran Kadar MDA

Aktivitas antioksidan (kadar MDA) diukur dengan mengambil 2 mL darah dari tikus melalui sinus retro orbital menggunakan pipet hematokrit. Sampel kemudian disentrifugasi pada 2000 rpm selama 10 menit untuk memperoleh serum guna uji antioksidan. Antioksidan memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan manusia dengan melindungi tubuh dari efek berbahaya radikal bebas. Turi mengandung senyawa antioksidan aktif (alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik, dan tanin). Dalam uji antioksidan, pengujian dilakukan setelah masa adaptasi selama 3 hari, setelah pemberian acetaminophen selama 7 hari, dan setelah pemberian ekstrak daun turi putih selama 7 hari. Aktivitas antioksidan diukur dengan menganalisis sampel serum menggunakan spektrofotometer UV-Vis sinar tunggal VWR UV-1600PC.

Uji antioksidan pada penelitian ini dinilai melalui pengukuran perubahan kadar malondialdehida (MDA). Malondialdehida merupakan produk peroksidasi lipid yang digunakan sebagai indikator keberadaan radikal bebas dalam organisme. Pada kondisi stres oksidatif yaitu ketika konsentrasi radikal bebas melebihi kapasitas antioksidan endogen terjadi peningkatan kadar MDA. Kadar Malondialdehyde (MDA) yang tinggi menandakan kerusakan pada sel-sel tubuh. Pada penelitian ini, bahan kontrol yang digunakan adalah 0,5% Na-CMC dengan menggunakan metode Wills sebagai pengukur konsentrasi MDA, serta diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 520 nm. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data kadar MDA pada tahap adaptasi, setelah induksi parasetamol, maupun setelah pemberian kombinasi perlakuan tidak berdistribusi normal.

Tabel 7 Hasil Uji Normalitas MDA

Tahap Perlakuan	Df	Shapiro-Wilk (Sig.)	Kesimpulan
Adaptasi	32	0,000	Data tidak berdistribusi normal
Parasetamol	32	0,001	Data tidak berdistribusi normal
Kombinasi	32	0,001	Data tidak berdistribusi normal

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 7 menunjukkan nilai signifikansi pada uji Shapiro–Wilk yang lebih kecil dari 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data pada seluruh tahap penelitian tidak mengikuti distribusi normal. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa data berdistribusi normal ditolak, sehingga asumsi normalitas tidak terpenuhi.

Tabel 8 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis H MDA

Tahap	Kruskal-Wallis H	df	Sig
Adaptasi	5,084	2	.079
Parasetamol	7,679	2	.022
Kombinasi	5,297	2	.071

Hasil uji Kruskal–Wallis H terhadap kadar MDA Tabel 8, pada tahap adaptasi dan tahap kombinasi perlakuan tidak ditemukan perbedaan yang bermakna antar kelompok, sedangkan pada tahap setelah induksi

parasetamol terdapat perbedaan yang bermakna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebelum perlakuan seluruh kelompok memiliki tingkat stres oksidatif yang relatif seragam. Setelah induksi parasetamol terjadi perbedaan kadar MDA antar kelompok, yang mengindikasikan adanya perbedaan tingkat peroksidasi lipid sebagai respons terhadap toksisitas yang ditimbulkan. Sementara itu, pada tahap kombinasi perlakuan, tidak ditemukannya perbedaan yang bermakna menunjukkan bahwa kadar MDA antar kelompok cenderung kembali mendekati kondisi yang serupa.

Tabel 9 Hasil Pengukuran MDA

Kelompok	Jumlah tikus	Hasil MDA rata - rata $\pm$ SD (U/L)		
		Adaptasi	Parasetamol	Kombinasi
Kn	4	0,210 $\pm$ 0,005	0,214 $\pm$ 0,006	0,216 $\pm$ 0,001
K-	4	0,292 $\pm$ 0,013	0,341 $\pm$ 0,051	0,321 $\pm$ 0,067
K+1	4	0,209 $\pm$ 0,007	0,335 $\pm$ 0,069	0,325 $\pm$ 0,066
K+2	4	0,261 $\pm$ 0,031	0,349 $\pm$ 0,044	0,301 $\pm$ 0,055
K+3	4	0,287 $\pm$ 0,041	0,381 $\pm$ 0,057	0,332 $\pm$ 0,060
P1	4	0,239 $\pm$ 0,033	0,334 $\pm$ 0,044	0,288 $\pm$ 0,008
P2	4	0,249 $\pm$ 0,043	0,313 $\pm$ 0,045	0,282 $\pm$ 0,051
P3	4	0,246 $\pm$ 0,025	0,324 $\pm$ 0,043	0,284 $\pm$ 0,012

Nilai Normal : 0,2 - 0,6 [14]

Keterangan :

Kn : Diberi pakan dan minum

K- : Diberi parasetamol dosis 1500mg/kgBB

K+1 : Diberi Na-CMC 0,5%

K+2 : Diberi vitamin C dosis 1000 mg/kgBB

K+3 : Diberi ekstrak bunga turi putih dosis 1000 mg/kgBB

P1 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB

P2 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 1000 mg/kgBB

P3 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 1000 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB

Berdasarkan hasil pengukuran kadar malondialdehid (MDA) pada Tabel 9, seluruh kelompok perlakuan menunjukkan peningkatan kadar MDA setelah induksi parasetamol dibandingkan dengan tahap adaptasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemberian parasetamol dosis toksik mampu meningkatkan proses peroksidasi lipid sebagai akibat dari meningkatnya pembentukan radikal bebas di dalam jaringan hati. Malondialdehid merupakan produk akhir peroksidasi lipid yang banyak digunakan sebagai biomarker stres oksidatif. Peningkatan kadar MDA mengindikasikan bahwa produksi spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*/ROS) telah melebihi kapasitas sistem antioksidan endogen sehingga menyebabkan kerusakan membran sel. Hal ini sesuai dengan pernyataan pada dokumen penelitian bahwa MDA merupakan indikator keberadaan radikal bebas dan akan meningkat pada kondisi stres oksidatif.

Apabila dibandingkan dengan tahap adaptasi, kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan kadar MDA sebesar 0,049 nmol/mL, sedangkan kelompok K+1 meningkat sebesar 0,126 nmol/mL, K+2 sebesar 0,088 nmol/mL, K+3 sebesar 0,094 nmol/mL, P1 sebesar 0,095 nmol/mL, P2 sebesar 0,064 nmol/mL, dan P3 sebesar 0,078 nmol/mL. Sementara itu, kelompok kontrol normal hanya mengalami peningkatan sebesar 0,004 nmol/mL, yang menunjukkan bahwa tanpa paparan parasetamol kadar MDA relatif stabil. Peningkatan terbesar ditemukan pada kelompok K+1, sedangkan peningkatan terkecil terdapat pada kelompok kontrol normal. Temuan ini menunjukkan bahwa induksi parasetamol mampu meningkatkan stres oksidatif secara nyata, sedangkan pada kelompok yang tidak diinduksi parasetamol peningkatan kadar MDA hanya mencerminkan variasi fisiologis yang masih dalam batas normal.

Setelah pemberian perlakuan, sebagian besar kelompok mengalami penurunan kadar MDA dibandingkan dengan tahap setelah induksi parasetamol. Kelompok kontrol negatif mengalami penurunan sebesar 0,020 nmol/mL, kelompok K+1 sebesar 0,010 nmol/mL, K+2 sebesar 0,048 nmol/mL, K+3 sebesar 0,049 nmol/mL, P1 sebesar 0,046 nmol/mL, P2 sebesar 0,031 nmol/mL, dan P3 sebesar 0,040 nmol/mL. Berbeda dengan kelompok lainnya, kelompok kontrol normal masih menunjukkan peningkatan ringan sebesar 0,002 nmol/mL, namun perubahan tersebut relatif kecil dan kemungkinan masih merupakan variasi biologis normal. Penurunan kadar MDA terbesar terjadi pada kelompok K+3, diikuti oleh kelompok K+2 dan P1. Sebaliknya, penurunan paling kecil ditemukan pada kelompok K+1. Meskipun belum seluruh kelompok kembali mencapai kadar MDA

pada tahap adaptasi, kecenderungan penurunan tersebut menunjukkan adanya proses perbaikan terhadap kondisi stres oksidatif setelah pemberian perlakuan

F. SGOT dan SGPT

Pengukuran kadar SGOT dan SGPT pada tikus dilakukan untuk menilai efek pemberian parasetamol selama tujuh hari sebagai induktor hepatotoksisitas, serta untuk mengevaluasi pengaruh pemberian vitamin C, Na-CMC dan ekstrak bunga turi putih terhadap fungsi hepatic. SGOT terdapat pada berbagai jaringan misalnya hati, jantung, otot rangka, ginjal, dan otak sedangkan SGPT lebih banyak lokalisasinya pada sel hati sehingga sering digunakan sebagai penanda kerusakan hepatoseluler [1]. Kenaikan kadar kedua enzim tersebut dalam serum mencerminkan gangguan integritas membran hepatosit yang mengakibatkan keluarnya enzim ke peredaran darah. Eliminasi senyawa toksik terutama berlangsung melalui reaksi biotransformasi di hati, dengan metabolit selanjutnya diekskresikan melalui ginjal. Oleh karena itu, perubahan kadar SGOT dan SGPT dipakai sebagai parameter untuk menilai tingkat kerusakan maupun pemulihan fungsi hati.

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 12, seluruh kelompok yang diinduksi parasetamol menunjukkan peningkatan kadar SGOT dibandingkan tahap adaptasi. Kenaikan tersebut berturut-turut sebesar 69,0 U/L pada kelompok kontrol normal, 133,5 U/L pada kontrol negatif, 75,5 U/L pada K+1, 94,5 U/L pada K+2, 125,5 U/L pada K+3, 90,0 U/L pada P1, 105,5 U/L pada P2, dan 110,0 U/L pada P3. Peningkatan terbesar terjadi pada kelompok kontrol negatif, sedangkan peningkatan terkecil terjadi pada kelompok kontrol normal. Setelah pemberian perlakuan, kadar SGOT pada seluruh kelompok mengalami penurunan, yaitu sebesar 20,0 U/L pada kontrol normal, 19,0 U/L pada kontrol negatif, 39,5 U/L pada K+1, 28,5 U/L pada K+2, 83,0 U/L pada K+3, 22,5 U/L pada P1, 17,5 U/L pada P2, dan 27,5 U/L pada P3. Penurunan terbesar ditemukan pada kelompok K+3, sedangkan penurunan terkecil terjadi pada kelompok P2. Walaupun terjadi penurunan setelah perlakuan, kadar SGOT pada sebagian besar kelompok masih lebih tinggi dibandingkan tahap adaptasi, yang menunjukkan bahwa proses regenerasi hepatosit masih berlangsung.

Tabel 10 Hasil Pengukuran SGOT

Kelompok	Jumlah tikus	Hasil SGOT rata - rata $\pm$ SD (U/L)		
		Adaptasi	Parasetamol	Kombinasi
Kn	4	146,5 $\pm$ 2,121	215,5 $\pm$ 37,615	195,5 $\pm$ 19,091
K-	4	174,0 $\pm$ 32,062	307,5 $\pm$ 4,949	288,5 $\pm$ 9,569
K+1	4	203,5 $\pm$ 2,121	279,0 $\pm$ 31,112	239,5 $\pm$ 51,618
K+2	4	204,0 $\pm$ 42,295	298,5 $\pm$ 39,609	270,0 $\pm$ 50,378
K+3	4	184,0 $\pm$ 18,117	309,5 $\pm$ 15,195	226,5 $\pm$ 31,506
P1	4	197,0 $\pm$ 8,286	287,0 $\pm$ 22,677	264,5 $\pm$ 19,906
P2	4	209,5 $\pm$ 12,355	315,0 $\pm$ 14,821	297,5 $\pm$ 24,589
P3	4	199,0 $\pm$ 9,673	309,0 $\pm$ 42,895	281,5 $\pm$ 23,727
Nilai Normal : 85,7 – 213,3 U/L [12]				

Tabel 11 Hasil Pengukuran SGPT

Kelompok	Jumlah tikus	Hasil SGPT rata - rata $\pm$ SD (U/L)		
		Adaptasi	Parasetamol	Kombinasi
Kn	4	35,5 $\pm$ 2,121	41,5 $\pm$ 4,949	39,0 $\pm$ 19,091
K-	4	39,5 $\pm$ 2,121	84,5 $\pm$ 6,363	74,0 $\pm$ 7,071
K+1	4	49,0 $\pm$ 2,828	78,0 $\pm$ 2,607	69,5 $\pm$ 3,535
K+2	4	49,0 $\pm$ 5,099	75,5 $\pm$ 7,325	72,5 $\pm$ 5,916
K+3	4	50,0 $\pm$ 7,527	80,5 $\pm$ 1,290	72,5 $\pm$ 6,952
P1	4	55,5 $\pm$ 2,449	79,0 $\pm$ 3,862	76,5 $\pm$ 5,597
P2	4	46,0 $\pm$ 3,201	84,5 $\pm$ 8,421	74,5 $\pm$ 7,438
P3	4	47,5 $\pm$ 5,118	77,5 $\pm$ 4,349	71,0 $\pm$ 4,787
Nilai Normal : 45,7 – 80,8 U/L [13]				

Keterangan :

Kn : Diberi pakan dan minum

- K- : Diberi parasetamol dosis 1500mg/kgBB
 K+1 : Diberi Na-CMC 0,5%
 K+2 : Diberi vitamin C dosis 1000 mg/kgBB
 K+3 : Diberi ekstrak bunga turi putih dosis 1000 mg/kgBB
 P1 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB
 P2 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 1000 mg/kgBB
 P3 : Diberi kombinasi ekstrak bunga turi putih 1000 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB

Perubahan kadar SGPT pada Tabel 11 menunjukkan kecenderungan yang serupa dengan SGOT. Setelah induksi parasetamol, kadar SGPT meningkat sebesar 6,0 U/L pada kelompok kontrol normal, 45,0 U/L pada kontrol negatif, 29,0 U/L pada K+1, 26,5 U/L pada K+2, 30,5 U/L pada K+3, 23,5 U/L pada P1, 38,5 U/L pada P2, dan 30,0 U/L pada P3. Peningkatan paling besar terjadi pada kelompok kontrol negatif, sedangkan peningkatan paling kecil terdapat pada kelompok kontrol normal. Setelah pemberian perlakuan, kadar SGPT mengalami penurunan masing-masing sebesar 2,5 U/L, 10,5 U/L, 8,5 U/L, 3,0 U/L, 8,0 U/L, 2,5 U/L, 10,0 U/L, dan 6,5 U/L. Penurunan terbesar terjadi pada kelompok kontrol negatif, diikuti kelompok P2, sedangkan penurunan terkecil ditemukan pada kelompok kontrol normal dan P1. Dibandingkan SGOT, perubahan SGPT cenderung lebih kecil, namun enzim ini lebih mencerminkan kerusakan spesifik pada hepatosit karena sebagian besar aktivitasnya berada di jaringan hati.

Peningkatan kadar SGOT dan SGPT setelah induksi parasetamol terjadi akibat pembentukan metabolit reaktif N-acetyl-p-benzoquinone imine (NAPQI) yang dihasilkan melalui metabolisme parasetamol oleh enzim sitokrom P450. Pada kondisi dosis toksik, pembentukan NAPQI melebihi kapasitas glutathione sehingga terjadi deplesi glutathione intraseluler, peningkatan pembentukan reactive oxygen species (ROS), disfungsi mitokondria, serta nekrosis hepatosit. Kerusakan membran sel hati menyebabkan SGOT dan SGPT keluar ke dalam aliran darah sehingga aktivitas kedua enzim meningkat [3]. Mekanisme tersebut telah dijelaskan oleh Hartmut Jaeschke dan Matthew R. McGill yang menyatakan bahwa hepatotoksitas parasetamol diawali oleh pembentukan NAPQI, deplesi glutathione, dan stres oksidatif yang berujung pada nekrosis hepatosit.

Setelah pemberian ekstrak bunga turi putih, vitamin C, maupun kombinasi keduanya, kadar SGOT dan SGPT menunjukkan kecenderungan menurun pada hampir seluruh kelompok. Penurunan tersebut diduga berkaitan dengan aktivitas antioksidan senyawa bioaktif yang terkandung dalam bunga turi putih, seperti flavonoid, fenolik, tanin, saponin, steroid, dan triterpenoid, yang mampu menangkap radikal bebas, menghambat peroksidasi lipid, serta melindungi membran hepatosit dari kerusakan oksidatif. Vitamin C juga berperan sebagai antioksidan nonenzimatik yang mendonorkan elektron untuk menetralkan ROS sekaligus membantu regenerasi antioksidan endogen. Berkurangnya stres oksidatif akan mempertahankan integritas membran hepatosit sehingga pelepasan SGOT dan SGPT ke dalam sirkulasi darah menurun. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian mengenai aktivitas antioksidan *Sesbania grandiflora* yang menunjukkan bahwa kandungan fenolik dan flavonoid berkontribusi dalam menurunkan stres oksidatif dan memperbaiki fungsi hati, sehingga berpotensi memberikan efek hepatoprotektif terhadap kerusakan hati akibat paparan parasetamol [9], [10].

Tabel 12 Hasil Uji Normalitas SGOT

Tahap Perlakuan	Df	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)	Shapiro-Wilk (Sig.)	Kesimpulan
Adaptasi	32	0,000	0,000	Data tidak berdistribusi normal
Parasetamol	32	0,018	0,009	Data tidak berdistribusi normal
Kombinasi	32	0,200	0,105	Data berdistribusi normal

Tabel 13 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis H SGOT

Tahap	Kruskal-Wallis H	df	Sig
Adaptasi	0,463	2	.793
Parasetamol	8,769	2	.012
Kombinasi	7,304	2	.026

Tabel 14 Hasil Uji Normalitas SGPT

Tahap Perlakuan	Df	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)	Shapiro-Wilk (Sig.)	Kesimpulan
Adaptasi	32	0,087	0,419	Data berdistribusi normal
Parasetamol	32	0,000	0,000	Data tidak berdistribusi normal
Kombinasi	32	0,001	0,000	Data tidak berdistribusi normal

Tabel 15 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis H SGPT

Tahap	Kruskal-Wallis H	df	Sig
Adaptasi	9,305	2	.010
Parasetamol	8,639	2	.013
Kombinasi	8,346	2	.015

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 12, parameter SGOT menunjukkan bahwa data pada tahap adaptasi dan setelah induksi parasetamol tidak berdistribusi normal, sedangkan pada tahap setelah pemberian perlakuan kombinasi telah memenuhi asumsi normalitas. Sebaliknya, parameter SGPT pada Tabel 14 hanya menunjukkan distribusi normal pada tahap adaptasi, sedangkan tahap setelah induksi parasetamol maupun setelah pemberian perlakuan kombinasi tidak memenuhi asumsi normalitas. Perbedaan distribusi data antar tahapan tersebut menunjukkan bahwa respons biologis setiap kelompok terhadap induksi parasetamol maupun pemberian perlakuan tidak berlangsung secara seragam. Variasi kemampuan metabolisme, derajat kerusakan hepatosit, kapasitas sistem antioksidan endogen, serta kemampuan regenerasi jaringan hati pada masing-masing hewan uji diduga menjadi faktor yang memengaruhi penyebaran data sehingga tidak seluruh tahapan memenuhi distribusi normal.

Selanjutnya dilakukan uji Kruskal-Wallis H dikarenakan pada uji normalitas SGOT dan SGPT terdapat data yang tidak terdistribusi normal namun pada uji homogenitas keduanya menunjukkan hasil yang homogen. Hasil uji pada Tabel 13 kadar SGOT menunjukkan bahwa pada tahap adaptasi tidak ditemukan perbedaan yang bermakna antar kelompok, sedangkan pada tahap setelah induksi parasetamol dan setelah pemberian kombinasi perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sebelum perlakuan seluruh kelompok memiliki kondisi fisiologis yang relatif homogen, sehingga tidak terdapat perbedaan fungsi hati yang signifikan. Setelah pemberian parasetamol, muncul perbedaan respons antar kelompok yang menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap kadar SGOT.

Uji Kruskal-Wallis H terhadap kadar SGPT pada Tabel 15 menunjukkan bahwa pada seluruh tahapan penelitian diperoleh perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memengaruhi kadar SGPT sejak tahap awal hingga tahap akhir penelitian. Karena SGPT merupakan enzim yang lebih spesifik terhadap jaringan hati dibandingkan SGOT, perubahan kadar enzim ini menggambarkan adanya variasi tingkat kerusakan hepatosit maupun efektivitas perlakuan yang diberikan.

G. Makroskopis Organ

Tikus-tikus tersebut dibedah untuk mengambil hatinya, dan pembedahan tersebut dilakukan untuk memeriksa organ-organ tersebut. Hati diambil dan ditimbang; warna serta teksturnya diamati beratnya diukur; dan temuan-temuan ini didokumentasikan. Tujuan pengamatan ini adalah untuk menilai secara langsung kondisi hati setelah menjalani pengobatan tertentu. Hati digunakan sebagai indikator sensitif untuk mengevaluasi gejala-gejala toksik yang mungkin timbul.

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis pada Tabel 16, sebagian kelompok menunjukkan adanya bercak putih pada permukaan hati. Temuan tersebut mengindikasikan terjadinya perlemakan hati (*hepatic steatosis*), yaitu kondisi yang ditandai oleh akumulasi lemak, terutama trigliserida, di dalam hepatosit. Secara makroskopis, hati yang mengalami steatosis umumnya tampak lebih pucat, kekuningan hingga keputihan, permukaannya lebih kusam, bertekstur lebih lunak, dan pada kondisi tertentu dapat memperlihatkan bercak putih akibat penumpukan lemak yang tidak merata. Perubahan morfologi tersebut mencerminkan adanya gangguan metabolisme lipid di dalam sel hati sebagai respons terhadap cedera hepatoseluler.

Penelitian ini menunjukkan munculnya bercak putih diduga berkaitan dengan pemberian parasetamol dosis toksik yang menyebabkan gangguan metabolisme hepatosit. Parasetamol dimetabolisme oleh enzim sitokrom P450 menjadi metabolit reaktif *N-acetyl-p-benzoquinone imine* (NAPQI). Dalam kondisi normal, NAPQI akan dinetralisasi oleh glutathione. Akan tetapi, pada dosis toksik, cadangan glutathione menjadi habis sehingga

NAPQI berikatan dengan protein seluler dan memicu pembentukan *reactive oxygen species* (ROS). Peningkatan stres oksidatif tersebut menyebabkan disfungsi mitokondria, menghambat β -oksidasi asam lemak, serta meningkatkan akumulasi trigliserida di dalam hepatosit. Akumulasi lipid inilah yang akhirnya memunculkan gambaran perlemakan hati secara makroskopis.

Tabel 16 Hasil Makroskopis Organ Hati

Kelompok	Jumlah Tikus	Pengamatan Organ Hati Tikus				Gambar
		Warna	Bentuk	Tekstur	Konsistensi	
Kn	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Rata dan halus	Kenyal	
K-	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Adanya bercak putih	Kenyal	
K+1	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Rata dan halus	Kenyal	
K+2	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Rata dan halus	Kenyal	
K+3	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Adanya bercak putih	Kenyal	
P1	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Rata dan halus	Kenyal	
P2	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Adanya bercak putih	Kenyal	
P3	4	Merah kecokelatan	Berlobus	Rata dan halus	Kenyal	

Keberadaan perlemakan hati pada kelompok yang diinduksi parasetamol juga menunjukkan bahwa kerusakan hati yang terjadi tidak hanya ditandai oleh peningkatan enzim transaminase maupun kadar MDA, tetapi juga telah menimbulkan perubahan struktur organ yang dapat diamati secara kasat mata. Secara patofisiologi, akumulasi lemak di dalam hepatosit merupakan salah satu respons awal terhadap cedera hati. Apabila paparan toksikan berlangsung terus-menerus, steatosis dapat berkembang menjadi steatohepatitis yang disertai inflamasi, nekrosis, hingga fibrosis hati. Oleh karena itu, pengamatan makroskopis menjadi salah satu indikator penting untuk mendukung hasil pemeriksaan biokimia dalam mengevaluasi tingkat kerusakan hati.

Sebaliknya, kelompok yang memperoleh ekstrak turi putih, vitamin C, maupun kombinasi keduanya menunjukkan kecenderungan berkurangnya bercak putih pada permukaan hati. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya perbaikan morfologi hati yang diduga berkaitan dengan aktivitas antioksidan dari senyawa bioaktif dalam bunga turi putih, seperti flavonoid, fenolik, tanin, saponin, dan triterpenoid, serta vitamin C sebagai antioksidan nonenzimatik. Senyawa-senyawa tersebut mampu menurunkan pembentukan ROS, mempertahankan fungsi mitokondria, dan mengurangi akumulasi lipid di dalam hepatosit sehingga proses perlemakan hati dapat ditekan. Perbaikan gambaran makroskopis tersebut juga sejalan dengan kecenderungan penurunan kadar SGOT, SGPT, dan MDA yang menunjukkan berkurangnya kerusakan hepatoseluler dan stres oksidatif setelah pemberian perlakuan.

VII. SIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa model hepatotoksisitas yang diinduksi parasetamol berhasil memicu perubahan fisiologis, biokimia, dan morfologis pada hati, yang mengakibatkan gangguan fungsi organ. Pemberian ekstrak etanol bunga turi putih (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.), vitamin C, atau kombinasi keduanya cenderung memperbaiki kondisi tersebut, sebagaimana dibuktikan dengan membaiknya kondisi hewan uji, penurunan biomarker kerusakan hati dan stres oksidatif, serta perubahan yang menguntungkan pada penampakan makroskopis hati. Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan senyawa bioaktif dengan sifat antioksidan berperan dalam mengurangi kerusakan sel hati dengan menghambat stres oksidatif dan mendukung regenerasi jaringan hati. Hasil analisis statistik juga menunjukkan bahwa metode pengujian yang digunakan sesuai dengan karakteristik distribusi dan varians data, sehingga memastikan bahwa interpretasi efek perlakuan bersifat ilmiah. Dengan demikian, ekstrak etanol bunga turi putih berpotensi bertindak sebagai agen hepatoprotektif terutama bila dikombinasikan dengan vitamin C dalam mengurangi efek hepatotoksik akibat paparan parasetamol [9], [10]. Berdasarkan hasil pengukuran pada seluruh parameter, kelompok kombinasi P1 (ekstrak bunga turi putih 500 mg/kgBB : vitamin C 500 mg/kgBB) menunjukkan respons yang lebih baik dibandingkan P2 dan P3, terutama dalam mempertahankan berat badan, menurunkan kadar MDA, serta menurunkan kadar SGOT dan SGPT mendekati ke kadar normal. Dibandingkan dengan kelompok kontrol positif, kombinasi perlakuan juga menunjukkan adanya efek hepatoprotektif yang sebanding, bahkan pada beberapa parameter memperlihatkan hasil yang lebih baik daripada pemberian vitamin C atau ekstrak bunga turi putih secara tunggal. Sementara itu, kelompok K+1 (Na-CMC) secara konsisten menunjukkan efektivitas paling rendah, sehingga dapat dikatakan tidak memberikan perlindungan hati yang memadai setelah induksi parasetamol.

REFERENSI

- [1] A. Kumar, J. B. Kumar, and B. M. Goud, "Liver Function Tests: Biochemical Overview for Clinical Correlation," *Indian J. Med. Biochem.*, vol. 25, no. 1, pp. 31–37, 2021, doi: 10.5005/jp-journals-10054-0171.
- [2] A. Anindyaguna, S. Mustofa, D. I. Anggraini, and R. Z. Oktarlina, "Drug-induced Liver Injury Due to Paracetamol Abuse," *Med. Prof. J. Lampung*, vol. 12, no. 3, pp. 500–507, 2022, [Online]. Available: <https://www.journalofmedula.com/index.php/medula/article/view/561>
- [3] A. A. Zulizar, "Terhadap Kadar Serum Glutamat Oksaloasetat," *Skripsi*, p. 11, 2013.
- [4] F. Amiliya 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 novergicus*) Parameter SGOT dan SGPT Yang di Induksi Paracetamol Dosis Toksik]," pp. 1–14, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.21070/ups.6498>
- [5] N. sebastian Anggoro and A. Marianti, "Efek Sinergis Kitosan Teriradiasi Gamma Cobalt60 Dan Vitamin E Terhadap Sgot Dan Sgpt Tikus Putih Yang Diinduksi Timbal Asetat," *Pros. Semnas Biol. ke-9 Tahun 2021*, pp. 55–66, 2021.
- [6] S. Dev, "Andrographis paniculata," *Prime Ayurvedic Plant Drugs*, vol. 06, no. 01, pp. 103–110, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-22075-3_11.
- [7] L. Badriyah and D. Fariyah, "Optimalisasi ekstraksi kulit bawang merah (*Allium cepa* L) menggunakan metode maserasi," *J. Sint. Penelit. Sains, Terap. dan Anal.*, vol. 3, no. 1, pp. 30–37, 2023, doi: 10.56399/jst.v3i1.32.
- [8] K. Da, A. Zhj, and R. Ahmed I, "Dose-Dependent Histopathological and Biochemical Hepatotoxicity of Paracetamol in Rats Dose-Dependent Paracetamol Hepatotoxicity in Rats," *Babcock Univ. Med. J.*, vol. 8, no. 1, pp. 217–223, 2025, doi: 10.38029/babcockuniv.med.j.v8i1.809.
- [9] E. D. Kryl'skii, S. E. Kravtsova, T. N. Popova, L. V. Matasova, K. S. Shikhaliev, and S. M. Medvedeva, "6-Hydroxy-2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline Demonstrates Anti-Inflammatory Properties and Reduces Oxidative Stress in Acetaminophen-Induced Liver Injury in Rats," *Curr. Issues Mol. Biol.*, vol. 45, no. 10, pp. 8321–8336, 2023, doi: 10.3390/cimb45100525.
- [10] M. Acharya and C. A. Lau-Cam, "Comparison of the protective actions of N-acetylcysteine, hypotaurine and taurine against acetaminophen-induced hepatotoxicity in the rat," *J. Biomed. Sci.*, vol. 17, no. SUPPL. 1, pp. 1–11, 2010, doi: 10.1186/1423-0127-17-S1-S35.
- [11] R. B. S. Harris, T. D. Mitchell, J. Simpson, S. M. Redmann, B. D. Youngblood, and D. H. Ryan, "Weight loss in rats exposed to repeated acute restraint stress is independent of energy or leptin status," *Am. J. Physiol. - Regul. Integr. Comp. Physiol.*, vol. 282, no. 1 51-1, pp. 77–88, 2002, doi: 10.1152/ajpregu.2002.282.1.r77.
- [12] S. Patel *et al.*, "Age-related changes in hematological and biochemical profiles of Wistar rats," *Lab. Anim. Res.*, vol. 40, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.1186/s42826-024-00194-7.
- [13] Mukharomah, K. A. D., Andriansyah, M. F., Anggraini, T., Banowati, A., & Sayekti, F. D. J. (2023). UJI AKTIVITAS HEPATOPROTEKTIF KOMBINASI MADU DAN JINTAN HITAM TERHADAP KADAR SGOT-SGPT TIKUS PUTIH YANG DIINDUKSI MINUMAN BERSODA. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(2), 29-35.
- [14] Tjakradidjaja, F. A., & Tjakradidjaja, A. S. (2011). Pomegranate (*Punica granatum* L) powder reduced malondialdehyde (MDA) level in cigarette smoke exposed rats. *Medical Journal of Indonesia*, 20(1), 34-9.
- [15] De Leon, J. A. D., & Borges, C. R. (2020). Evaluation of oxidative stress in biological samples using the thiobarbituric acid reactive substances assay. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (159), 10-3791.
- [16] Esterbauer, H., & Cheeseman, K. H. (1990). [42] Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxynonenal. In *Methods in enzymology* (Vol. 186, pp. 407-421). Academic Press.

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.