

## Potensi Ekstrak Etil Asetat *Coprinus comatus* terhadap Kadar SGOT dan SGPT pada Tikus Putih Model Diabetes

Feryawan\*, Nuniek Ina Ratnaningtyas, Nuraeni Ekowati

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53122, Indonesia

Email: [feryawan@mhs.unsoed.ac.id](mailto:feryawan@mhs.unsoed.ac.id)

### Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 23/05/2021

Disetujui : 01/04/2022

### Abstract

*Coprinus comatus* or shaggy in cap mushroom contain bioactive compounds including flavonoids, alkaloids, terpenoids, tocopherols, comatin, and ergotionein which function as antioxidants and antidiabetic. Diabetes mellitus is a chronic disease associated with impaired insulin secretion or decreased insulin sensitivity which causes blood glucose levels to rise above normal (hyperglycaemia). Hyperglycemia conditions can cause oxidative stress and increase Reactive Oxygen Species (ROS), to trigger lipid peroxidation which damages the pancreas, kidneys and liver. One way to determine liver damage is by measuring the increase in liver enzyme levels of Serum Glutamate Oxaloacetate Transaminase (SGOT) and Serum Glutamate Pyruvate Transaminase (SGPT) in the bloods. The aim in this study is to determine the effect of administration and determine the effective doses of ethyl acetate *C. comatus* extract with different doses on the levels of SGOT and SGPT in the bloods of diabetic rats. The results showed that *C. comatus* ethyl acetate extract could reduce SGOT and SGPT levels as well as streptozotocin-induced rat bloods glucose levels. Ethyl acetate *C. comatus* extract with doses 500 mg / kg BW is the most effective doses in reducing SGOT and SGPT levels in the bloods of streptozotocin-induced rats with a mean SGOT level of  $57,96 \pm 1,58$  U/L and SGPT levels of  $29,67 \pm 3,56$  U/L, and the percentage reduction in SGOT and SGPT levels compared to negative controls respectively was 43,15% and 68,70%, and blood glucose was 19,62%.

**Keywords:** *Coprinus comatus*, diabetes mellitus, SGOT, SGPT

### Abstrak

*Coprinus comatus* atau jamur paha ayam mengandung senyawa bioaktif antara lain flavonoid, terpenoid, comatin, tokoferol, dan ergotionein yang berfungsi sebagai antioksidan dan antidiabetes. Diabetes mellitus merupakan penyakit kronis yang berkaitan dengan gangguan sekresi insulin atau menurunnya sensitivitas insulin yang menyebabkan kadar glukosa dalam darah meningkat melebihi normal (hiperglikemia). Hiperglikemia dapat menyebabkan stres oksidatif dan meningkatkan Reactive Oxygen Species (ROS) sehingga memacu terjadinya peroksidasi lipid yang merusak pankreas, ginjal, dan hati. Salah satu cara untuk mengetahui kerusakan hati dengan mengukur kadar enzim hati Serum Glutamat Oksaloasetat Transaminase (SGOT) dan Serum Glutamat Piruvat Transaminase (SGPT) yang meningkat dalam darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian dan menentukan berapakah dosis yang efektif ekstrak etil asetat *C. comatus* dengan dosis yang berbeda terhadap kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak etil asetat *C. comatus* dapat menurunkan kadar SGOT dan SGPT serta kadar glukosa darah tikus putih yang diinduksi streptozotocin. Ekstrak etil asetat *C. comatus* dosis 500 mg/kg BB merupakan dosis yang paling efektif dalam menurunkan kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus yang diinduksi streptozotocin dengan rerata kadar SGOT sebesar  $57,96 \pm 1,58$  U/L dan SGPT sebesar  $29,67 \pm 3,56$  U/L, serta presentase penurunan kadar SGOT dan SGPT yang dibandingkan kontrol negatif masing-masing sebesar 43,15% dan 68,70%, serta glukosa darah sebesar 19,62%.

**Kata kunci :** *Coprinus comatus*, diabetes mellitus, SGOT, SGPT

## PENDAHULUAN

*Coprinus comatus* atau jamur paha ayam atau shaggy ink cap mushroom mengandung beberapa senyawa bioaktif antara lain flavonoid, alkaloid, tokoferol, comatin, dan ergotionein yang berfungsi sebagai antioksidan (Li *et al.*, 2010). Senyawa bioaktif tersebut selain sebagai antioksidan juga memiliki beberapa peran seperti imunomodulator, hipolipidemik, antidiabetes, dan antikanker (Susanto *et al.*, 2018). Penarikan senyawa bioaktif dapat dilakukan

dengan cara maserasi menggunakan pelarut tertentu contohnya etil asetat. Etil asetat bersifat semi polar sehingga dapat melarutkan senyawa polifenol, alkaloid, dan tanin yang berpotensi sebagai antidiabetes (Susanti *et al.*, 2012).

Diabetes mellitus (DM) adalah kondisi kelainan metabolisme yang disebabkan kurangnya sekresi insulin atau menurunnya sensitivitas insulin yang mengakibatkan kadar glukosa darah menjadi berlebihan (hiperglikemia) (Haryoto & Nur'aini, 2018). Kondisi hiperglikemia dapat menyebabkan stres

oksidatif, yaitu kondisi yang tidak seimbang antara *reactive oxygen species* (ROS) dengan antioksidan endogen. Ketika ROS di dalam tubuh meningkat, akan memacu peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid merupakan degradasi oksidatif lemak akibat molekul radikal bebas yang mengambil  $H^+$  dari rantai samping PUFA penyusun membran sel sehingga menyebabkan kerusakan sel  $\beta$  organ pankreas dan hati (Hasim *et al.*, 2020).

Kerusakan hati pada penderita DM tidak dapat mendeteksi keberadaan glukosa yang berlebihan. Sel-sel hati akan meningkatkan produksi glukosa dari substrat lain (glukoneogenesis). Hal tersebut jika terjadi secara terus-menerus akan meningkatkan asam lemak dan perlemakan pada hati sehingga hati menjadi rusak (Mohamed, 2016). Keberadaan enzim hati yang berlebihan di dalam darah dapat memberikan informasi terhadap kerusakan hati, contohnya enzim Serum Glutamat Oksaloasetat Transaminase (SGOT) dan Serum Glutamat Piruvat Transaminase (SGPT). Kedua enzim ini merupakan enzim intraseluler tetapi apabila ada kerusakan pada hati, akan diekskresikan ke dalam darah dan menjadi enzim ekstraseluler sehingga dapat diukur melalui pemeriksaan darah pada penderita DM dengan kadar SGOT dan SGPT yang meningkat (Hasanuddin *et al.*, 2019).

Penginduksian DM pada hewan dapat dilakukan dengan pemberian *streptozotocin* (STZ). *Streptozotocin* adalah senyawa diabetogenik untuk menginduksi DM sehingga hiperglikemia (Firdaus *et al.*, 2016). *Streptozotocin* biasanya diberikan melalui intraperitoneal yang mengakibatkan sel  $\beta$  pankreas menjadi rusak, karena memiliki sedikit antioksidan endogen contohnya SOD, GPx, dan CAT sehingga lebih peka terhadap ROS. Pembentukan radikal bebas yang sangat reaktif dapat menimbulkan kerusakan pada membran sel, protein, dan DNA akibat dari kerja STZ, sehingga sekresi insulin oleh sel  $\beta$  pankreas menjadi terganggu (Ananta *et al.*, 2016).

Hewan uji yang umum digunakan sebagai model DM adalah tikus putih jantan galur wistar (*Rattus norvegicus*). Alasannya karena tikus memiliki anatomi dan fisiologi yang hampir sama seperti manusia sehingga lebih cocok dan mudah dipelihara (Fajrin & Athiroh, 2017). Penelitian mengenai ekstrak etil asetat *C. comatus* sebagai antidiabetes sampai saat ini masih jarang dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian tersebut.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, menarik untuk dikaji bagaimana pengaruh pemberian ekstrak etil asetat *C. comatus* dengan dosis yang berbeda terhadap kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes dan berapa dosis yang efektif ekstrak etil asetat *C. comatus* terhadap kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Mengetahui pengaruh pemberian ekstrak etil asetat *C. comatus* dengan dosis yang berbeda terhadap

kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes.

2. Menentukan dosis yang efektif ekstrak etil asetat *C. comatus* terhadap kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes.

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah untuk memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan *C. comatus* sebagai bahan obat herbal antidiabetes dan antioksidan.

## MATERI DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang tikus, spuit, sonde lambung, glukometer, strip glukometer, pipet kapiler hematokrit, *vacuum tube* EDTA, tube eppendorf, sentrifugator, dan spektrofotometer. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi tubuh buah *C. comatus* dari CV. Asa Agro Corporation Cianjur, tikus putih jantan galur wistar (*R. norvegicus*) dari CV. Wistar Yogyakarta, etil asetat absolut, streptozotocin, metformin, Dimethyl Sulfoksida (DMSO) 5%, buffer sitrat konsentrasi 22,5 ml 0,1 M pH 4,5, ether, akuabides, Kit SGOT dan SGPT merk Glory.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi dan Fitopatologi, Laboratorium Pengajaran 3 Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. *Animal House* Laboratorium Farmakologi Klinik Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman Fakultas Biologi. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan yaitu sejak Desember 2020 hingga Februari 2021.

### Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 5 kali ulangan. Perlakuan yang dilakukan sebagai berikut :

- a. K+ yaitu kelompok kontrol positif yang hanya diberikan akuabides.
- b. K- yaitu kelompok kontrol negatif yang hanya diinduksi STZ dosis 50 mg/kg BB.
- c. KP yaitu kelompok kontrol pembanding yang diinduksi STZ dosis 50 mg/kg BB dan diberikan metformin dosis 45 mg/kg BB.
- d. P1 yaitu kelompok perlakuan yang diinduksi STZ dosis 50 mg/kg BB dan diberikan ekstrak etil asetat *C. comatus* dosis 250 mg/kg BB.
- e. P2 yaitu kelompok perlakuan yang diinduksi STZ dosis 50 mg/kg BB dan diberikan ekstrak etil asetat *C. comatus* dosis 500 mg/kg BB.
- f. P3 yaitu kelompok perlakuan yang diinduksi STZ dosis 50 mg/kg BB dan diberikan ekstrak etil asetat *C. comatus* dosis 750 mg/kg BB.

Variabel bebasnya adalah variasi dosis ekstrak etil asetat *C. comatus*, sedangkan variabel terikatnya adalah perubahan kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes, kemudian parameter utamanya adalah kadar SGOT dan SGPT darah tikus putih model

diabetes sedangkan parameter pendukungnya adalah kadar glukosa darah tikus putih model diabetes.

### **Cara Kerja Penelitian**

#### *a. Pembuatan Ekstrak etil asetat C. comatus (Susanto et al., 2018)*

Tubuh *C. comatus* segar dirajang 3-5 cm dan dikeringkan dengan oven pada suhu 55<sup>0</sup> C selama 2 x 24 jam hingga kering, kemudian dihaluskan dengan *blender* sampai menjadi simplisia dan ditimbang sebanyak 200 g. Simplisia jamur dimasukkan ke dalam *beaker glass* kemudian dilakukan maserasi menggunakan pelarut etil asetat absolut dengan perbandingan 1:5 kemudian diaduk selama 1 menit dan diinkubasi selama 1 x 24 jam. Maserat disaring menggunakan kertas saring dan ditampung dalam wadah. Simplisia yang tersisa dapat diremaserasi hingga 3 kali dengan pelarut etil asetat yang baru. Maserat kemudian digabungkan dan dipisahkan dengan pelarutnya menggunakan *hot plate* pada suhu 77°C hingga terbentuk ekstrak kental.

#### *b. Persiapan Kandang Hewan Uji*

Sebanyak 6 kandang tikus dengan ukuran 60x40x20 cm pada bagian alasnya diberikan sekam padi yang diganti setiap seminggu 2 kali, ditutup dengan anyaman kawat, dan diletakkan botol minum serta tempat pakan. Setiap kandang berisi 5 ekor tikus.

#### *c. Aklimasi Hewan Uji*

Sebanyak 30 ekor tikus putih jantan galur wistar (*R. norvegicus*) berumur 2 bulan dengan berat awal 150-200 g per ekor dibagi menjadi 6 kelompok perlakuan, kemudian tikus diadaptasikan dengan lingkungan laboratorium selama 7 hari.

#### *d. Penimbangan Berat Badan Hewan Uji*

Tikus ditimbang setiap seminggu dua kali selama penelitian berlangsung.

#### *e. Pembuatan Dosis Larutan Perlakuan Streptozotocin (Mardiah et al., 2015)*

Dosis STZ ditimbang sebanyak 50 mg/kg BB kemudian dilarutkan dalam buffer sitrat 22,5 ml 0,1 M pH 4,5.

#### *f. Ekstrak etil asetas C. comatus (Ratnaningtyas et al., 2019)*

Pembuatan ekstrak dilakukan sesuai dosis masing-masing perlakuan. Ekstrak etil asetat *C. comatus* dilarutkan dalam *Dimethyl Sulfokside* (DMSO) 5% dan akuabides.

#### *g. Metformin (Syamsuddin et al., 2013)*

Dosis metformin tablet ditimbang sebanyak 45 mg/kg BB, dihaluskan dengan mortar, kemudian dilarutkan dalam 22,5 ml akuabides dan dihomogenkan.

#### *h. Induksi Streptozotocin (Ananta et al., 2016)*

Semua hewan uji kecuali kontrol positif dibuat kondisi DM menggunakan STZ yang diinduksi secara intraperitoneal sebanyak 0,5 ml untuk setiap tikus dengan dosis 50 mg/kg BB yang sudah dilarutkan dalam buffer sitrat konsentrasi 22,5 ml 0,1 M pH 4,5. Setelah itu, pakan pelet diberikan kepada tikus secara *ad libitum*. Tiga hari kemudian kadar glukosa darah diukur, jika kadar glukosa darah  $\geq 126$  mg/dl maka tikus sudah dikategorikan mengalami kondisi DM.

#### *i. Pemberian Ekstrak Etil Asetat C. comatus dan Metformin (Ratnaningtyas et al., 2019)*

Hari ke-4 setelah diinduksi STZ dan setelah kadar glukosa darah tikus menjadi  $\geq 126$  mg/dl, ekstrak etil asetat *C. comatus* dan metformin diberikan pada hewan uji sesuai dosis masing-masing perlakuan. Banyaknya ekstrak etil asetat *C. comatus* dan metformin yang diberikan sesuai dengan berat badan tikus, dengan patokan sebanyak 2 ml untuk tikus dengan BB 200 g, yang dilakukan dengan menggunakan metode sonde lambung selama 14 hari.

#### *j. Pengambilan Sampel Darah (Momuat et al., 2011)*

Pengambilan sampel darah dilakukan setelah tikus dipuasakan selama  $\pm 18$  jam. Darah diambil dari vena ekor tikus dengan disayat menggunakan *cutter* pada hari ke 1 dan 4 untuk dilakukan pengukuran kadar glukosa darah awal sebelum dan sesudah induksi STZ. Darah diambil melalui vena plexus orbitalis menggunakan pipet kapiler hematokrit pada hari ke 15 sebanyak 3-4 ml untuk mengetahui kadar glukosa darah akhir setelah pemberian ekstrak etil asetat *C. comatus* maupun metformin, selanjutnya darah ditampung dalam *vacuum tube* EDTA, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama 10 menit, untuk memisahkan serumnya, kemudian diukur kadar SGOT dan SGPT.

#### *k. Pengukuran Kadar Glukosa Darah (Ridwan et al., 2012)*

Pengukuran glukosa darah dilakukan pada kondisi tikus dipuasakan selama  $\pm 18$  jam sebanyak tiga kali. Darah diambil dari vena ekor tikus yang disayat dengan *cutter* pada hari ke 1 dan 4, kemudian ditempelkan pada strip glukometer. Darah diambil melalui vena plexus orbitalis pada hari ke 15 menggunakan pipet kapiler hematokrit, kemudian darah yang keluar dari pipet kapiler hematokrit diteteskan pada strip glukometer, kemudian setelah beberapa detik angka kadar glukosa darah akan muncul pada monitor glukometer.

#### *l. Pengukuran Kadar Serum Glutamat Oksaloasetat Transaminase (SGOT) (Meisyayati et al., 2017)*

Pengukuran kadar SGOT menggunakan metode kinetik modifikasi *International Federation of Clinical Chemistry* (IFCC). KIT SGOT terdiri dari reagen 1 dan 2 (R1 dan R2), kemudian R1 dan R2 dihomogenkan dengan perbandingan 4:1. *Working reagen* dipipetkan 1000  $\mu$ L pada tabung sampel, ditambahkan 100  $\mu$ L

sampel plasma darah tikus putih selanjutnya divortex. Nilai absorbansi dibaca pada menit ke-1, 2, dan 3, terhadap blanko udara pada spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 340 nm. Nilai rata-rata dihitung dari jumlah selisih absorbansinya pada menit ke-1, 2, dan 3. Kadar SGOT dapat diukur dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar SGOT (U/L)} = \Delta A/\text{min} \times 1746 \\ = \frac{(A3-A2)+(A2-A1)}{2} \times 1746$$

Keterangan:

$\Delta A/\text{min}$  : Nilai rata-rata dari jumlah selisih absorbansi  
1746 : Faktor aktivitas enzim SGOT darah permenit  
A1, A2, A3 : Menit ke-1, 2, dan 3

*m. Pengukuran Kadar Serum Glutamat Piruvat Transaminase (SGPT) (Maulida et al., 2016)*

Pengukuran kadar SGPT menggunakan metode kinetik modifikasi *International Federation of Clinical Chemistry (IFCC)*. KIT SGPT terdiri dari reagen 1 dan 2 (R1 dan R2), kemudian R1 dan R2 dihomogenkan dengan perbandingan 4:1. *Working reagen* dipipetkan 1000  $\mu\text{L}$  pada tabung sampel, ditambahkan 100  $\mu\text{L}$  sampel plasma darah tikus putih selanjutnya divortex. Nilai absorbansi dibaca pada menit ke-1, 2, dan 3, terhadap blanko udara pada spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 340 nm. Nilai rata-rata dihitung ndari jumlah selisih absorbansinya pada menit ke-1, 2, dan 3. Kadar SGPT dapat diukur dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar SGPT (U/L)} = \Delta A/\text{min} \times 1746 \\ = \frac{(A3-A2)+(A2-A1)}{2} \times 1746$$

Keterangan:

$\Delta A/\text{min}$  : Nilai rata-rata dari jumlah selisih absorbansi  
1746 : Faktor aktivitas enzim SGPT darah permenit  
A1, A2, A3 : Menit ke-1, 2, dan 3

*l. Terminasi Hewan Uji*

Hewan uji dimasukkan ke dalam toples yang sudah berisi kapas mengandung *ether* kemudian ditutup rapat, dan didiamkan selama 10 menit hingga tikus tidak bergerak kemudian didekapitasi leher. Tikus dikubur ke dalam tanah pada kedalaman 50-75 cm.

**Analisis Data**

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *Analysis of Varians (ANOVA)* dengan tingkat kesalahan sebesar 5%, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan. Data dianalisis pada *software SPSS 23*.

**Ethical Clearance**

Penelitian ini dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari komisi etik penelitian kesehatan RSUD Dr. Moewardi, Surakarta, Jawa Tengah dengan nomor 297/II/HREC/2020.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengukuran kadar SGOT dan SGPT pada tikus putih model DM dilakukan pada hari ke-15 setelah perlakuan pemberian ekstrak etil asetat *C. comatus* maupun metformin.

Tabel 1. menunjukkan hewan uji kelompok kontrol negatif (K-) yang diinduksi STZ sebanyak 50 mg/kg BB memiliki kadar SGOT dan SGPT paling tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan pemberian metformin maupun ekstrak etil asetat *C. comatus* (KP, P1, P2, dan P3), yaitu dengan rerata kadar SGOT sebesar  $101,96 \pm 3,28$  U/L dan SGPT sebesar  $94,80 \pm 13,64$  U/L. Kadar SGOT dan SGPT normalnya pada tikus masing-masing 45-90 U/L dan 10-40 U/L. Kelompok kontrol negatif merupakan kelompok hewan uji yang mengalami kondisi DM dan tidak diberikan ekstrak *C. comatus* maupun metformin selama 14 hari, sehingga kerusakan hati lebih parah akibat terpapar radikal bebas dalam kondisi DM. Hal ini mengindikasikan bahwa kerusakan pada hati tikus diakibatkan reaksi berantai peroksidasi lipid yang merusak membran sel hati, sehingga enzim hati dapat terdeteksi pada serum karena keluar menuju ruang ekstraseluler.

**Tabel 1.** Rerata Kadar SGOT dan SGPT Tikus Putih Model DM

Perlakuan	Rerata Kadar SGOT dan SGPT (U/L)	
	SGOT	SGPT
K+	$50,45 \pm 1,67^a$	$20,59 \pm 3,78^a$
K-	$101,96 \pm 3,28^d$	$94,80 \pm 13,64^c$
KP	$52,20 \pm 2,57^a$	$27,78 \pm 7,53^{ab}$
P1	$63,61 \pm 3,38^c$	$35,96 \pm 3,37^b$
P2	$57,96 \pm 1,58^b$	$29,67 \pm 3,56^{ab}$
P3	$61,94 \pm 4,00^c$	$32,47 \pm 4,71^b$

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda secara signifikan pada taraf nyata  $p < 0,05$ .

Menurut Hasanuddin *et al.* (2019), kadar glukosa darah yang meningkat pada penderita diabetes mellitus akan menyebabkan kadar SGOT dan SGPT di dalam darah jumlahnya meningkat. Menurut Siregar (2019), karena pada hati penderita diabetes mellitus tidak dapat mendeteksi keberadaan glukosa yang berlebih di dalam tubuh karena ROS, sehingga hati tidak peka terhadap sinyal yang dihantarkan insulin, sehingga pembentukan glukosa untuk kebutuhan energi diperoleh dari memecah substrat lain (glukoneogenesis) seperti asam amino dan asam lemak, jika terjadi secara terus-menerus akan meningkatkan oksidasi asam lemak bebas dan menyebabkan akumulasi lemak di hati, sehingga menyebabkan disfungsi hati.

Aktivitas SGOT dan SGPT akan meningkat apabila terjadi disfungsi hati, seperti pada nekrosis, gangguan ginjal, dan pankreas. SGOT sensitif tetapi kurang spesifik dalam menentukan kerusakan hati karena distribusinya lebih luas pada jantung, ginjal, dan otak, sedangkan SGPT memiliki konsentrasi yang paling tinggi pada organ hati dibandingkan dengan organ lain seperti ginjal dan jantung sehingga memiliki spesifikasi yang tinggi untuk menentukan kerusakan hati (Gorasia *et al.*, 2013).

Berdasarkan Uji ANOVA dengan tingkat kesalahan 5 % pada *software* SPSS 23, ekstrak etil asetat *C. comatus* yang diberikan selama 14 hari memiliki nilai signifikan ( $p < 0,05$ ) yang artinya terbukti secara signifikan dapat menurunkan kadar SGOT dan SGPT pada tikus putih model diabetes yang diinduksi STZ. Kelompok perlakuan dengan dosis 250, 500, dan 750 mg/kg BB memiliki rerata masing-masing kadar SGOT sebesar  $63,61 \pm 3,38$ ,  $57,96 \pm 1,58$ , dan  $61,94 \pm 4,00$  U/L lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol positif sebesar  $50,45 \pm 1,67$  U/L, sedangkan kadar SGPT sebesar  $35,96 \pm 3,37$ ,  $29,67 \pm 3,56$ , dan  $32,47 \pm 4,71$  U/L, lebih tinggi dibandingkan kontrol positif sebesar  $20,59 \pm 3,78$  U/L, tetapi kadar SGOT dan SGPT sudah normal. Penurunan rerata kadar SGOT dan SGPT menunjukkan bahwa antioksidan yang terdapat dalam ekstrak etil asetat *C. comatus* mampu mendonorkan ion H<sup>+</sup> ke molekul radikal bebas, sehingga menjadi netral dan dapat memperbaiki kerusakan hati dan pankreas tikus.

Menurut Zhao *et al.* (2019), ekstrak *C. comatus* dosis 200, 400, dan 800 mg/kg BB dapat menurunkan kadar SGOT dan SGPT pada tikus dengan disfungsi hati, presentase penurunan SGOT pada masing-masing dosis sebesar 41,5%, 40,6% dan 30,9%. Presentase penurunan SGPT pada masing-masing dosis sebesar 47,4%, 45,6%, dan 33,1%, sehingga ekstrak *C. comatus* dapat memperbaiki fungsi hati. Menurut Yuneldi *et al.* (2016) jika sudah terjadi penurunan kadar glukosa darah, maka proses glukoneogenesis, glukogenolisis, dan lipolisis dapat dihentikan, sehingga hati yang rusak akibat ROS menjadi normal dan kadar SGOT dan SGPT mengalami penurunan.

Streptozotocin dapat memasuki sel  $\beta$  pankreas melalui transporter glukosa GLUT-2 karena sifat STZ menyerupai glukosa, sehingga menurunkan ekspresi dari GLUT-2 yang menyebabkan sensitifitas reseptor insulin perifer turun dan resistensi insulin meningkat, sehingga hormon insulin yang diproduksi menjadi terganggu. Streptozotocin membentuk radikal bebas yang sangat reaktif, dapat menyebabkan membran plasma, protein, dan DNA menjadi rusak (Firdaus *et al.*, 2016). Nitric Oxide (NO) dapat ditingkatkan oleh STZ, kemudian membentuk ROS dan peroksi nitrit (ONOO<sup>-</sup>) sehingga merusak sel  $\beta$  pankreas.

Tabel 2. menunjukkan pemberian ekstrak etil asetat *C. comatus* dosis 500 mg/kg BB memiliki presentase penurunan kadar SGOT sebesar 43,15% dan SGPT sebesar 68,70%, lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dosis 250 dan 750 mg/kg BB yaitu SGOT sebesar 37,61 dan 39,25 serta SGPT sebesar 62,06% dan 65,74%, tetapi masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol pembanding SGOT sebesar 48,80% dan SGPT sebesar 70,69%. Hal ini juga diikuti dengan kadar SGOT dan SGPT dosis 500 mg/kg paling rendah diantara ketiga perlakuan dosis tersebut berdasarkan uji Duncan yaitu dengan rerata kadar SGOT sebesar  $57,96 \pm 1,58$  U/L dan SGPT sebesar  $29,67 \pm 3,56$  U/L. Menurut Zhao *et al.* (2019), ekstrak *C. comatus* dosis 200, mg/kg BB memiliki presentase penurunan kadar SGOT dan SGPT tertinggi sebesar 41,5% dan 47,4%, menurunnya kadar SGOT dan SGPT menandakan bahwa kondisi hati sudah normal, sehingga pemberian ekstrak *C. comatus* sebagai hepatoprotektor.

**Tabel 2.** Presentase Penurunan Kadar SGOT dan SGPT Dibandingkan Kontrol Negatif Tikus Putih Model DM

Perlakuan	Presentase Penurunan Kadar SGOT dan SGPT (%)	
	SGOT	SGPT
KP	48,80	70,69
P1	37,61	62,06
P2	43,15	68,70
P3	39,25	65,74

Pemberian metformin dengan dosis 50 mg/kg BB pada tikus putih model DM dapat menurunkan kadar SGOT dan SGPT dengan rerata  $52,20 \pm 2,57$  U/L, SGPT  $27,78 \pm 7,53$  U/L, hal ini disebabkan bahwa metformin dapat mengurangi proses glukoneogenesis hati dengan menghambat kompleks I sehingga produksi ATP berkurang, yang digunakan dalam proses glukoneogenesis dan meningkatkan sensitivitas insulin. Menurut Pratiwi *et al.* (2020), pemberian metformin dengan dosis 50 mg/kg BB dapat menurunkan kadar SGOT dan SGPT dengan masing-masing rerata  $23,40 \pm 0,18$  dan  $17,77 \pm 0,19$ .

Menurut Pathni (2018), metformin dapat menekan terjadinya proses glukoneogenesis pada hati sehingga kerja hati tidak menjadi berat dan pada usus dapat menurunkan penyerapan glukosa postprandial dengan meningkatkan GLP-1, sehingga glukosa di dalam darah tidak bertambah. GLP-1 berikatan dengan reseptor G Protein GPCRs pada sel  $\beta$  pankreas yang menyebabkan peningkatan c-AMP intraseluler sehingga terjadi sekresi insulin. Pengukuran kadar glukosa darah pada tikus putih model diabetes dilakukan sebelum dan sesudah selama perlakuan percobaan pemberian metformin maupun ekstrak etil asetat *C. comatus*.

Tabel 3. menunjukkan rerata kadar glukosa darah pada tikus kontrol positif sebelum dan sesudah pengobatan masing-masing sebesar 101,60 dan 102,00 mg/dl hal ini menunjukkan kadar glukosa darah yang stabil. Peningkatan rerata kadar glukosa darah pada kontrol negatif sebelum dan sesudah pengobatan masing-masing sebesar 138,40 dan 141,80 mg/dl, hal ini terjadi karena kontrol negatif tidak diberikan pengobatan sehingga hiperglikemia yang disebabkan STZ semakin parah. Tabel 4

menunjukkan penurunan kadar glukosa pada KP, P1, P2, dan P3 setelah pemberian metformin atau ekstrak etil asetat *C. comatus* dapat meningkatkan sensitivitas insulin pada pankreas sehingga kadar glukosa darah menjadi normal dengan presentase penurunan pada KP, P1, P2, dan P3 sebesar 25,46, 10,46, 19,62, 16,91%. Kelompok P2 menunjukkan presentase penurunan terbesar diantara kelompok P1 dan P3, tetapi lebih rendah dibandingkan KP.

Menurut Ratnaningtyas *et al.*, (2019), pemberian ekstrak *C. comatus* dosis 500 mg/kg BB menunjukkan penurunan kadar glukosa darah terbesar, sehingga secara otomatis kondisi pankreas dan hati sudah kembali normal. Ekstrak etil asetat *C. comatus* memiliki senyawa flavonoid sebagai antidiabetes dan antioksidan karena mengandung mineral Cu dan Zn yang berfungsi sebagai kofaktor SOD. Menurut Song *et al.* (2002), flavonoid sebagai hipoglikemik bekerja dengan cara menekan GLUT-2 pada mukosa usus oleh senyawa quersetin, yang dapat mengurangi penyerapan glukosa di mukosa usus, sehingga glukosa darah menjadi menurun. Fosfodiesterase juga dapat dihambat oleh flavonoid, sehingga memacu peningkatan cAMP. cAMP yang meningkat dapat menstimulasi sekresi protein kinase A yang akan merangsang peningkatan sekresi insulin.

Pemberian senyawa flavonoid dapat memperbaiki sel hepatosit sehingga dapat menurunkan kadar SGOT dan SGPT dalam darah. Menurut Yuneldi, *et al.* (2018), senyawa flavonoid dapat meregenerasi sel  $\beta$ -pankreas akibat stres oksidatif, sehingga menurunkan kadar glukosa darah. Flavonoid dapat merangsang pemanfaatan glukosa perifer dengan meningkatkan jalur glikolisis dan glikogenesis, yang secara bersamaan menurunkan jalur glikogenolisis dan glukoneogenesis.

**Tabel 3.** Rerata Kadar Glukosa Darah Tikus Putih Model DM

Perlakuan	Rerata Kadar Glukosa Darah (mg/dl)	
	Pretest	Posttest
K+	101,60	102,00
K-	138,40	141,80
KP	141,40	105,40
P1	133,80	119,80
P2	135,60	109,00
P3	137,20	114,00

**Tabel 4.** Presentase Penurunan Kadar Glukosa Darah tikus putih model DM

Perlakuan	Presentase Penurunan Kadar Glukosa Darah (%)
K+	-0,39
K-	-2,46
KP	25,46
P1	10,46
P2	19,62
P3	16,91

Ergotionin yang terdapat dalam ekstrak *C. comatus* dapat meningkatkan GSH, karena ergotionin menjadi prekursor dari GSH dan substrat GPx yang selanjutnya akan mengubah H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menjadi H<sub>2</sub>O dan O<sub>2</sub> sehingga tidak berbahaya bagi tubuh (Ratnaningtyas *et al.*, 2019). Aktivitas ergotionin sebagai antioksidan pada tubuh buah *C. comatus*, dapat menyebabkan produk akhir peroksidasi lipid yaitu malondialdehida (MDA) dapat menurun secara signifikan (Li *et al.*, 2010).

Produk akhir dari glikosilasi non-enzimatik seperti AGEs dan AOPP dapat dihambat oleh comatin. AGEs dan AOPP dapat meningkat ketika terjadi diabetes mellitus dan jumlah radikal bebas yang tinggi (Gao *et al.*, 2021), serta dapat mengurangi komplikasi diabetes mellitus (Ding *et al.*, 2012). Comatin dapat menghambat aktivitas DPP-4 yang berlebih dan meningkatkan GLP-1. Aktivitas DPP-4 dapat dihambat dalam mendegradasi secara cepat GLP-1 yang menyebabkan kadar GLP-1 meningkat, sehingga sekresi insulin oleh sel beta pankreas menjadi stabil. Comatin dapat memberikan efek hipoglikemik dan menunjukkan aktivitas penurunan glukosa darah puasa, glukosa darah postprandial, trigliserida, fruktosamin, dan hemoglobin A1c glikosilasi (HbA1c) (Ding *et al.*, 2010).

Ekstrak etil asetat *C. comatus* mengandung senyawa alkaloid dan saponin Alkaloid dapat berperan sebagai antidiabetes karena meningkatkan GLUT-4, sehingga glukosa akan diubah menjadi glikogen atau lemak pada hati atau otot (Sharma *et al.*, 2009). Saponin dapat menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase yang akan menyebabkan penurunan kadar glukosa darah sehingga. Penurunan glukosa darah mengakibatkan aktivitas SGOT dan SGPT dalam darah juga menurun (Fiana & Oktaria, 2016).

Ekstrak etil asetat *C. comatus* juga memiliki kandungan vitamin C, E, senyawa rutin, dan quersetin. Vitamin C dan E mampu mendonorkan H<sup>+</sup> karena memiliki banyak gugus OH. Anion superoksida (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), dan radikal tokoferol akan bereaksi dengan vitamin C, menjadi asam monodehidroaskorbat yang tidak reaktif. Vitamin E dapat larut dalam lemak sehingga dapat menjaga PUFA penyusun membran sel dari radikal bebas yang menyebabkan peroksidasi lipid, sehingga dapat menjaga kondisi sel  $\beta$  pankreas dan memberikan efek yang stabil dalam memproduksi insulin, serta menjaga kondisi sel heptosit yang memberikan efek kadar SGOT dan SGPT menjadi stabil (Winarsi, 210).

Senyawa rutin memiliki aktivitas yang sama seperti quersetin karena memiliki banyak gugus OH yang dapat mendonorkan H<sup>+</sup> pada molekul radikal bebas sehingga molekul radikal bebas tidak reaktif dan dapat memperbaiki membran sel dari peroksidasi lipid. Sintesis radikal anion superoksida (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) dan radikal hidroksil (OH<sup>-</sup>) yang berlebihan dari reaksi fenton serta pada reaksi peroksidasi lipid membran sel yang menghasilkan radikal peroksil

(OH<sup>2-</sup>) dan peroksi nitrit (ONOO<sup>-</sup>) mampu dihambat oleh senyawa rutin dan quersetin (Morel *et al.* 1993).

Aktivitas enzim SGOT dan SGPT telah mengalami penurunan di dalam darah tikus putih model diabetes yang mengindikasikan bahwa sudah terjadi regenerasi sel hati yang sebelumnya rusak akibat ROS. Regenerasi ini dapat dibantu oleh senyawa antioksidan yang terdapat pada ekstrak etil asetat *C. comatus* sehingga mampu menetralkan stres oksidatif dan peroksidasi lipid pada sel  $\beta$  pankreas dan sel hati akibat induksi STZ. Kondisi tersebut menandakan terjadinya peningkatan kesehatan tikus dengan meningkatnya regenerasi sel  $\beta$  pankreas dan sel hati, yang diikuti dengan penurunan kadar glukosa darah serta kenaikan berat badan pada kelompok hewan uji yang diberikan perlakuan ekstrak etil asetat *C. comatus*. Hal tersebut juga dibuktikan oleh penelitian Ratnaningtyas *et al.* (2019), bahwa ekstrak *C. comatus* dapat menurunkan kadar MDA dan meningkatkan kadar SOD pada tikus model diabetes. MDA merupakan senyawa yang bersifat toksik karena produk akhir dari peroksidasi lipid, sedangkan SOD merupakan antioksidan enzimatik.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan pemberian ekstrak etil asetat *C. comatus* dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes. Dosis ekstrak etil asetat *C. comatus* 500 mg/kg BB merupakan dosis yang efektif untuk menurunkan kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus putih model diabetes.

## DAFTAR REFERENSI

- Ananta, M.G., Suartha, I.N. & Dharmayudha, A.A. G.O., 2016. Pengaruh Partisi Etil Asetat Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia*) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Tikus Putih (*Rattus novvergicus*) yang Diinduksi Streptozotolin. *Indonesia Medicus Veterinus*, 5(5), pp. 422-429.
- Ding, Z., Lu, Y., Lu, Z., Lv, F., Wang, Y., Bie, X. & Zhang, K., 2010. Hypoglycaemic Effect of Comatin, an Antidiabetic Substance Separated from *Coprinus comatus* Broth, on Alloxan-Induced-Diabetic Rats. *Food Chemistry*, 121(1), pp. 39-43.
- Ding, Z., Wang, W., Wang, F., Wang, Q. & Zhang, K., 2012. The Biology of Edible Mushrooms. Polysaccharides Production by Submerged Fermentation of *Coprinus comatus* and Their Inhibitory Effects on Nonenzymatic Glycosylation. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(7), pp. 1375-1381.
- Fajrin, S.A. & Athiroh, N., 2017. Studi Kadar Lipid Trigliserida pada Tikus Wistar Setelah Pemberian Ekstrak Metanolik *Scurrula*

- atropurpurea* (Bl.) dan secara Subkronik Selama 90 Hari. *Biosaintropis*, 3(4), 24-29.
- Fiana, N. & Oktaria, D., 2016. Pengaruh Kandungan Saponin dalam Daging Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah. *Jurnal Majority*, 5(4), pp. 128-132.
- Firdaus, F., Rimbawan, R., Marliyati, S.A. & Roosita, K., 2016. Model Tikus Diabetes yang Diinduksi Streptozotocin-Sukrosa untuk Pendekatan Penelitian Diabetes Melitus Gestasional. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 12(1), pp. 29-34.
- Gao, Z., Kong, D., Cai, W., Zhang, J. & Jia, L., 2021. Characterization and Anti-diabetic Nephropathic Ability of Mycelium Polysaccharides from *Coprinus comatus*. *Carbohydrate Polymers*, 2(51), pp. 117-128.
- Gorasia, J., Kamariya, C. & Vachhani, U., 2013. Requirement of Newer Parameters to Replace Conventional Liver Function Tests for Differentiation of Liver Disease from Non-liver Disease. *International Journal of Scientific and Research Publication*. 3(8), pp. 2250-3156.
- Haryoto, H. & Nur'aini, A.R., 2018. Antidiabetes Melitus Ekstrak Etanol Batang Dan Daun Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea Batatas* Linn.) terhadap Kadar Glukosa Darah pada Tikus Jantan. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 4(2), pp. 1-8.
- Hasanuddin, A., Thahir, S. & Hardianti, D., 2019. Gambaran Kadar Serum Glutamate Oxalocetic Transaminase (SGOT) dan Glutamate Pyruvat Transaminase (SGPT) pada Pasien Diabetes Melitus di RSUD Syekh Yusuf Kab. Gowa. *Jurnal Media Laboran*, 9(2), pp. 23-28.
- Hasim, H., Nuris, M.A., Setyono, A., Qomaliyah, E. N. & Faridah, D. N., 2020. Ekstrak Angkak dan Bekatul untuk Mencegah Peroksidasi Lipid Tikus Spague-Dawley Hiperglikemik. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(2), pp. 62-69.
- Li, B., Lu, F., Suo, X., Nan, H. & Li, B., 2010. Antioxidant Properties of Cap and Stipe from *Coprinus comatus*. *Molecules*, 15(3), pp. 1473-1486.
- Mardiah, Zakaria, F.R., Prangdimurti, E. & Damanik, R., 2015. Anti-inflammatory of Purple Roselle Extract in Diabetic Rats Induced by Streptozotocin. *Procedia Food Science*, 3(1), pp. 182-189.
- Maulida, F.P., Hairrudin, H. & Sakinah, E.N., 2016. Aktivitas Hepatoprotektor Cuka Apel 'A' terhadap Kadar SGOT dan SGPT Serum Tikus Wistar yang Diinduksi Parasetamol Dosis Toksik. *e-Journal Pustaka Kesehatan*, 4(3), pp. 603-607.
- Meisyayati, S., Safitri, S. & Hasanah, M., 2017. Efek Hepatoprotektor Beberapa Fraksi dari Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap Mencit Putih Jantan Galur Swiss Webster yang Diinduksi Parasetamol. *Scientia: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 7(2), pp. 129-133.
- Mohamed, J., 2016. Mechanism of Diabetes-Induced Liver Damage the Role of Oxidative Stress and Inflammation. *Sultan Qaboos University Med J*, 1(6), pp. 132-141
- Momuat, L.I., Sangi, M. S. & Purwati, N.P., 2011. Pengaruh VCO Mengandung Ekstrak Wortel terhadap Peroksidasi Lipid Plasma. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), pp. 296-301.
- Morel, I., Gerard, L., Pascale, C., Odile, S., Nicole, P., Pieere, B., Pieere, C. & Josiane, C., 1993. Antioxidant and Iron-Chelating Activities of The Flavonoids Catechin, Quercetin and Diosmetin on Iron-Loaded Rat Hepatocyte Cultures. *Biochemical Pharmacology*, 1(7), pp. 13-19.
- Pathni, P.M.S.D., 2018. Terapi Diabetes dengan GLP-1 Receptor Agonist. *Cermin Dunia Kedokteran*, 45(4), pp. 291-296.
- Pratiwi, D.B., Fitriyanto, R. & Mulyaningrum, U., 2020. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Kadar SGOT dan SGPT Tikus Galur Wistar yang Diinduksi Diabetes Melitus dengan Streptozotocin. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat dengan tema "Kesehatan Modern dan Tradisional"*, 3(15), pp. 76-81.
- Ratnaningtyas, N.I., Hernayanti, Ekowati, N., Sukmawati, D. & Widiandia, H., 2019. Chicken Drumstick Mushroom (*Coprinus comatus*) Ethanol Extract Exerts a Hypoglycaemic Effect in the *Rattus norvegicus* Model of Diabetes. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 19(1), pp. 1-4.
- Rena, G., Hardie, D.G. & Pearson, E.R., 2017. The Mechanisms of Action of Metformin. *Diabetologia*, 60(9), pp. 1577-1585.
- Ridwan, A., Astrian, R.T. & Barlian, A., 2012. Pengukuran Efek Antidiabetes Polifenol (*Polyphenon 60*) Berdasarkan Kadar Glukosa Darah dan Histologi Pankreas Mencit (*Mus musculus* L.) S.W. Jantan yang Dikondisikan Diabetes Mellitus. *Jurnal Matematika & Sains*, 17(2), pp. 78-82.
- Sharma, B., Salunke, R., Balomajumder, C., Daniel, S. & Roy, P., 2009. Anti-Diabetic Potential of Alkaloid-Rich Fraction From *Capparis deciduas* on Diabetic Mice. *Journal*



- Ethnopharmacol*, 12(7), pp. 457-462.
- Siregar, I.P.A., 2019. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap Kadar SGOT dan SGPT Darah Tikus Diabetes yang Diinduksi Aloksan. (Doctoral Dissertation). Jember: Fakultas Farmasi, Universitas Jember.
- Song, J., Kwon, O., Chen, S., Daruwala, R., Eck, P., Park, J. B. & Levine, M., 2002. Flavonoid Inhibition of SVCT1 and GLUT2, Intestinal Transporters for Vitamin C and Glucose. *Journal of Biological Chemistry*, 8(21), pp. 145-150.
- Susanti, A.D., Ardiana, D., Gumelar, G.P. & Bening, Y.G., 2012. Polaritas Pelarut sebagai Pertimbangan dalam Pemilihan Pelarut untuk Ekstraksi Minyak Bekatul dari Bekatul Varietas Ketan (*Oriza sativa* Glatinosa). *Simposium Nasional*, 9(1), pp. 8-14.
- Susanto, A., Ratnaningtyas, N.I. & Ekowati, N., 2018. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tubuh Buah Jamur Paha Ayam (*Coprinus comatus*) dengan Pelarut Berbeda. *Biosfera*, 35(2), pp. 63-68.
- Syamsuddin, S.M.S., Edy, H.J. & Supriati, H.S., 2013. Uji Efektivitas Eksrak Kulit Pisang Gorocho (*Musa Acuminate* L.) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar yang diinduksi Sukrosa. *Pharmakon*, 2(1), pp. 35-41.
- Winarsi, H., 2010. *Antioksidan alami dan radikal bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yuneldi, R.F., Saraswati, T.R. & Yuniwanti, E.Y. W., 2018. Profile of SGPT and SGOT on Male Rats (*Rattus norvegicus*) Hyperglycemic After Giving Insulin Leaf Extract (*Tithonia diversifolia*). *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 10(3), pp. 519-525.
- Zhao, H., Li, H., Lai, Q., Yang, Q., Dong, Y., Liu, X. & Jia, L., 2019. Antioxidant and Hepatoprotective Activities of Modified Polysaccharides from *Coprinus comatus* in Mice with Alcohol-induced Liver Injury. *International Journal of Biological Macromolecules*, 1(27), pp. 476-485.