

**PENGARUH BUBUR OKRA MERAH (*Abelmoschus esculentus*  
*L. Hongjiao*) TERHADAP KADAR SGOT  
(Studi Eksperimental pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar  
yang Diinduksi Streptozotosin dan Niasinamid)**

**Skripsi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh:

**Hesti Puji Nursyafa'ati**

**30102000084**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2024**

**SKRIPSI**

**PENGARUH BUBUR OKRA MERAH (*Abelmoschus esculentus*  
*L. Hongjiao*) TERHADAP KADAR SGOT  
(Studi Eksperimental pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar  
yang Diinduksi Streptozotosin dan Niasinamid)**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Hesti Puji Nursyafa'ati**


**30102000084**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 2 Mei 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

Pembimbing I

Anggota Tim Penguji

  
**dr. H. Sampurna, M.Kes**

  
**Azizah Hikma Safitri, S.Si., M.Si**

Pembimbing II

  
**dr. Nurina Tyagita, M.Biomed**

  
**Dr. Dra. Atina Husaana, Apt., M.Si**

Semarang, 13 Mei 2024

Fakultas Kedokteran  
Universitas Islam Sultan Agung  
Dekan,



**Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, Sp. KF., S.H.**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hesti Puji Nursyafa'ati

NIM : 30102000084

dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**“PENGARUH BUBUR OKRA MERAH (*Abelmoschus esculentus L.***

***Hongjiao*) TERHADAP KADAR SGOT**

**(Studi Eksperimental pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar yang Diinduksi Streptozotosin dan Niasinamid)”**

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

Semarang, 30 April 2024  
Yang menyatakan,



**Hesti Puji Nursyafa'ati**

## PRAKATA

*Assalamu'alaikumWarahmatullahiWabarakatuh*

*Alhamdulillah* *rabbil'alamin*, segala puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“PENGARUH BUBUR OKRA MERAH (*Abelmoschus esculentus L. Hongjiao*) TERHADAP KADAR SGOT (Studi Eksperimental pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar yang Diinduksi Streptozotosin dan Niasinamid)”. Shalawat serta salam penulis haturkan pada junjungan besar Rasullulah Muhammad SAW karena hanya beliau lah yang mampu membolak-balikkan jaman, dari jaman kegelapan (jahiliyah) menjadi jaman yang terang benderang.**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi tugas dan melengkapi syarat dalam menempuh program pendidikan sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Atas selesainya penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada:

1. Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, S.H., Sp.KF., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. dr. H. Sampurna, M.Kes dan dr. Nurina Tyagita, M.Biomed, selaku dosen pembimbing yang telah sabar dan perhatian dalam memberikan bimbingan, saran, dorongan, dan semangat sehingga penyusunan skripsi ini dapat selesai.

3. Ibu Azizah Hikma Safitri, S.Si, M.Si dan Dr. Dra. Atina Husaana, Apt.,M.Si selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk melakukan uji skripsi kepada penulis, memberikan bimbingan, dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Yamin, Ibu Nyami, Almh. Bapak Subandi orang tua yang sangat hebat. Alhamdulillah penulis sudah menyelesaikan karya tulis sederhana ini. Terima kasih sudah memberikan yang terbaik kepada penulis, baik dari segi moral, materi, dan doa yang selalu dipanjatkan. Terima kasih sudah banyak berjuang dan memberikan semangat kepada penulis, sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan dengan baik dan selesai.
5. Almh. Bapak Radin dan Ibu Partini orang tua kedua penulis yang sangat dicintai. Terima kasih telah merawat dan menjaga penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Terima kasih atas dukungan, semangat, dan doa yang telah diberikan.
6. Saudara penulis mas Nyari, mba Nanik, mba Juwanti, mas Lis, mas Anugerah Fitrianto, mba Riana Aninditya, dan mba Dyah Ayun yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doa dalam menyelesaikan karya tulis ini.
7. Arsyah Hilmana Rachmanto yang selalu memberikan semangat, dukungan, doa, solusi, mendengarkan cerita, dan menemani perjalanan dari awal hingga karya tulis ini dapat terselesaikan.
8. Adhela Bherti Stevani dan Ida Zulfa Lutfiani sahabat sekaligus saudara penulis. Terima kasih selalu memberikan dukungan, semangat, doa, setia

menemani penulis dan membantu dalam menyelesaikan karya tulis ini dengan baik.

9. Rekan perkuliahan dan penelitian saya Alya Nadhifa dan Ni'matul Husna yang memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa sripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat berterimakasih atas kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di semua disiplin ilmu serta bermanfaat bagi pembaca.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*



Semarang, 30 April 2024

Hesti Puji Nursyafa'ati

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1. Tujuan Umum.....	3
1.3.2. Tujuan Khusus.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1. Manfaat Teoritis.....	4
1.4.2. Manfaat Praktis.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT)</i> .....	5
2.1.1. Definisi.....	5
2.1.2. Produksi.....	5
2.1.3. Faktor yang Berpengaruh.....	6
2.2. Diabetus Mellitus.....	8
2.2.1. Definisi.....	8
2.2.2. Klasifikasi DM.....	8
2.2.3. Patogenesis DM tipe 2.....	9
2.2.4. Induksi Diabetus Mellitus pada Tikus.....	10

2.3.	Okra Merah ( <i>Abelmoschus esculentus L. Hongjiao</i> ) .....	12
2.3.1.	Definisi .....	12
2.3.2.	Klasifikasi .....	13
2.3.3.	Morfologi .....	14
2.3.4.	Kandungan Flavonoid dalam Okra Merah .....	14
2.4.	Hubungan Antara Okra Merah terhadap Kadar SGOT pada DM.....	18
2.5.	Kerangka Teori .....	20
2.6.	Kerangka Konsep.....	21
2.7.	Hipotesis .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....		<b>22</b>
3.1.	Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian.....	22
3.2.	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	23
3.2.1.	Variabel.....	23
3.2.2.	Definisi Operasional.....	23
3.3.	Subjek Uji .....	24
3.3.1.	Kriteria Inklusi .....	24
3.3.2.	Kriteria Eksklusi.....	24
3.3.3.	Kriteria <i>Drop Out</i> .....	24
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.4.1.	Alat.....	24
3.4.2.	Bahan.....	25
3.5.	Cara Penelitian .....	26
3.5.1.	Cara Pembuatan Bubuk Okra Merah .....	26
3.5.2.	Dosis Penelitian.....	26
3.5.3.	Prosedur Penelitian.....	27
3.5.4.	Pemberian Perlakuan.....	27
3.5.5.	Cara Pengambil Darah .....	28
3.5.6.	Cara Pemeriksaan Kadar SGOT.....	29
3.5.7.	Cara <i>Euthanasia</i> .....	29
3.6.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.7.	Alur Penelitian .....	30



3.8. Analisa Hasil.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Hasil Penelitian.....	32
4.2. Pembahasan.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	45



## DAFTAR SINGKATAN

AGEs	: <i>Advanced Glycation end products</i>
AMPK	: <i>Adenosine Monophosphate</i>
DM	: Diabetes Mellitus
DNA	: <i>Deoxyribo Nucleic Acid</i>
GDS	: Gula Darah Sewaktu
GLUT 2	: <i>Glucose Transporter 2</i>
GLUT 4	: <i>Glucose Transporter 4</i>
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
NA	: Niasinamid
NAFLD	: <i>Non-Alcoholic Fatty Liver Disease</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
SGOT	: <i>Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase</i>
SGPT	: <i>Serum Glutamic Piruvic Transaminase</i>
STZ	: Streptozotosin



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Hasil uji normalitas, homogenitas, dan uji statistik parametrik kadar GDS setelah perlakuan 28 hari .....	33
Tabel 4. 2	Hasil uji normalitas, homogenitas, dan uji statistik parametrik kadar SGOT .....	34
Tabel 4. 3	Hasil uji Post-Hoc LSD rerata kadar SGOT .....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Struktur kimia streptozotosin .....	11
Gambar 2. 2	Struktur kimia niasinamid n-oxide .....	12
Gambar 2. 3	(a) Buah okra merah (b) Biji okra merah .....	13
Gambar 2. 4	Struktur kimia flavonoid.....	15
Gambar 2. 5	Senyawa kimia kaempferol .....	17
Gambar 2. 6	Senyawa kimia <i>quercetin</i> .....	18
Gambar 2. 7	Kerangka teori .....	20
Gambar 2. 8	Kerangka konsep .....	21
Gambar 3. 1	Skema rancangan penelitian .....	22
Gambar 3. 2	Alur penelitian .....	30
Gambar 4. 1	Rerata kadar GDS setelah perlakuan 28 hari.....	33
Gambar 4. 2	Rerata kadar SGOT semua kelompok .....	34



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Deskripsi data pengukuran kadar GDS setelah perlakuan 28 hari antar kelompok .....	45
Lampiran 2	Hasil analisis normalitas distribusi data dan homogenitas varian data rerata kadar GDS setelah perlakuan 28 hari dengan uji <i>Saphiro Wilk</i> dan <i>Levene Test</i> .....	47
Lampiran 3	Hasil analisis deskriptif dan signifikansi perbedaan rerata kadar GDS setelah perlakuan 28 hari dengan uji one way ANOVA .....	47
Lampiran 4	Deskripsi data pengukuran kadar SGOT antar kelompok .....	48
Lampiran 5	Hasil analisis normalitas distribusi data dan homogenitas varian data rerata kadar SGOT dengan uji <i>Saphiro Wilk</i> dan <i>Levene Test</i> .....	50
Lampiran 6	Hasil analisis deskriptif dan signifikansi perbedaan rerata kadar SGOT dengan uji <i>one way ANOVA</i> dan uji <i>Post Hoc LSD</i> .....	51
Lampiran 7	<i>Ethical clearance</i> .....	52
Lampiran 8	Surat keterangan bebas peminjaman .....	53
Lampiran 9	Surat keterangan laboratorium .....	54
Lampiran 10	Dokumentasi penelitian .....	60
Lampiran 11	Surat undangan ujian hasil skripsi .....	62

## INTISARI

Diabetes melitus merupakan kelainan metabolisme heterogen kronik dengan patogenesis yang kompleks. Kerusakan hepar merupakan salah satu akibat penyakit diabetes melitus. *Serum glutamat oxaloacetate transaminase* (SGOT) merupakan suatu enzim hepar yang dapat diukur dalam darah untuk membantu mengidentifikasi penyakit hepar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bubuk okra merah (*Abelmoschus esculentus L. Hongjiao*) terhadap kadar SGOT pada tikus putih jantan galur wistar yang diinduksi streptozotosin dan niasinamid.

Rancangan penelitian menggunakan *post test only control group design* dengan 15 tikus putih jantan galur wistar yang dibagi 3 kelompok secara random, yaitu kontrol, DM, dan okra merah. Semua kelompok diberikan pakan standar dan akuades. Kelompok DM dan okra diinduksi STZ-NA pada hari ke-8. Kelompok okra merah diberi bubuk okra merah 2 ml tiap tikus pada hari ke-12 selama 28 hari. Sampel darah diambil pada vena *ophthalmicus* di sudut bola mata tikus, selanjutnya dilakukan pengukuran kadar SGOT menggunakan spektrofotometer dan kadar gula darah menggunakan glukometer pada hari ke-40. Analisa data menggunakan uji *one way* anova dilanjutkan dengan uji *post-hoc* LSD.

Rerata kadar SGOT tertinggi hingga terendah yaitu kelompok DM ( $39,34 \pm 11,17$  U/L), kelompok okra merah ( $26,26 \pm 9,55$  U/L), dan kelompok kontrol ( $22,55 \pm 4,73$  U/L). Hasil uji *one way* anova menunjukkan perbedaan bermakna pada tiap kelompok ( $p < 0,05$ ). Hasil uji *post-hoc* LSD menyatakan terdapat perbedaan signifikan pada kelompok kontrol dengan kelompok DM dan kelompok DM dengan okra merah yaitu ( $p < 0,05$ ).

Kelompok okra merah terbukti memiliki kadar SGOT lebih rendah dibandingkan kelompok DM pada tikus putih jantan galur wistar.

**Kata Kunci :** Diabetes mellitus, SGOT, okra merah

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*American Diabetes Association (ADA)*, diabetes adalah sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah, yang mungkin disebabkan oleh ketidakaturan dalam kerja, sekresi, atau kedua insulin (Saputri, 2020). Diabetes mellitus (DM) dapat menyebabkan penyakit klinis yang lebih parah dan permanen dengan mempengaruhi sistem organ penting. Diabetes mellitus menyebabkan inflamasi sehingga terjadi akumulasi sel lemak berlebihan di hepar yang berpotensi terjadi cedera hepar dengan ditandai adanya peningkatan kadar SGOT (Ramadan *et al.*, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya peningkatan *serum glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT) pada pasien *Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD)* (Mohamed *et al.*, 2016). Okra merah (*Abelmoschus esculentus L. Hongjiao.*) dengan zat aktifnya dapat menurunkan glukosa darah (Tyagita *et al.*, 2019). Penelitian mengenai kemampuan okra merah dalam meningkatkan fungsi hepar pada diabetes melitus masih terbatas, oleh karena itu penelitian ini penting untuk dilakukan.

*The International Diabetes Federation (IDF)* menunjukkan peningkatan prevalensi DM 3 kali lipat lebih besar pada tahun 2021 (*International Diabetes Federation*, 2021). Prevalensi DM penduduk di Indonesia meningkat mencapai 19,6% pada penduduk berusia 55 hingga 74

tahun (Kementrian Kesehatan RI, 2018). Diabetes mellitus yang dibiarkan dan tidak ditangani dapat menimbulkan komplikasi, misalnya disfungsi hepar (Fatimah, 2015). Kondisi hiperglikemia dan hiperinsulinemia mengakibatkan inflamasi sistemik dan memicu stress oksidatif. Hepar pada diabetes mellitus tipe 2, merupakan salah satu organ utama yang rentan terhadap kerusakan akibat stres oksidatif. Peningkatan stres oksidatif diakibatkan oleh gangguan metabolisme lipid, protein, dan karbohidrat akibat kerusakan jaringan hepar (Mohamed *et al.*, 2016). Diabetes mellitus perlu penatalaksanaan agar angka morbiditas dan cedera hepar dapat ditekan salah satunya dengan menggunakan bahan alam yaitu okra merah.

Okra hijau (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) telah terbukti memiliki sifat antihiperglikemik, antihiperlipidemia, antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, dan antikanker (Saatchi *et al.*, 2022). Okra merah (*Abelmoschus esculentus* L. Hongjiao) memiliki kandungan flavonoid sebagai antidiabets dan antioksidan (Damayanthi *et al.*, 2018). Kadar glukosa darah dapat diturunkan dengan okra merah (Yikmi *et al.*, 2022). Kerusakan hepar dapat dihindari dengan menurunkan kadar glukosa darah, sehingga kadar SGOT menurun (Qodriyati *et al.*, 2016).

Okra adalah sayuran umum dengan nutrisi yang baik dan sifat terapeutik yang spesifik (Aplugi *et al.*, 2019). Antioksidan alami seperti bahan kimia fenolik dan flavonoid yang ditemukan dalam okra lebih kuat dibandingkan yang diproduksi. Antioksidan dapat menghilangkan radikal bebas dari jaringan tubuh manusia, menurunkan stres oksidatif dalam sel,



dan melindungi hepar dari efek toksik keracunan xenobiotik (Wahyuningsih *et al.*, 2021). Okra memiliki sejumlah flavonoid, termasuk *anthocyanin* dan *quercetin*, yang efektif sebagai antioksidan. Ekstrak okra merah berhasil mengembalikan pembengkakan dan fungsi hepar yang normal (Wahyuningsih *et al.*, 2021). Salah satu parameter untuk melihat kerusakan pada hepar adalah kadar SGOT. Pengaruh okra merah terhadap SGOT pada DM masih terbatas sehingga penting untuk diteliti.

## 1.2. Rumusan Masalah

Apakah okra merah berpengaruh terhadap kadar SGOT pada tikus putih jantan galur wistar yang diinduksi streptozotosin dan niasinamid?

## 1.3. Tujuan Penelitian

### 1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh bubuk okra merah terhadap kadar SGOT pada tikus putih jantan galur wistar yang diinduksi streptozotosin dan niasinamid.

### 1.3.2. Tujuan Khusus

1.3.2.1. Untuk mengetahui rerata kadar SGOT pada tikus yang tidak diinduksi streptozotosin dan niasinamid yang tidak diberi okra merah.

1.3.2.2. Untuk mengetahui rerata kadar SGOT pada tikus yang diinduksi streptozotosin dan niasinamid yang tidak diberi okra merah.

1.3.2.3. Untuk mengetahui rerata kadar SGOT pada tikus yang diinduksi streptozotosin dan niasinamid yang diberi okra merah.

1.3.2.4. Menganalisis perbedaan antar kelompok perlakuan.

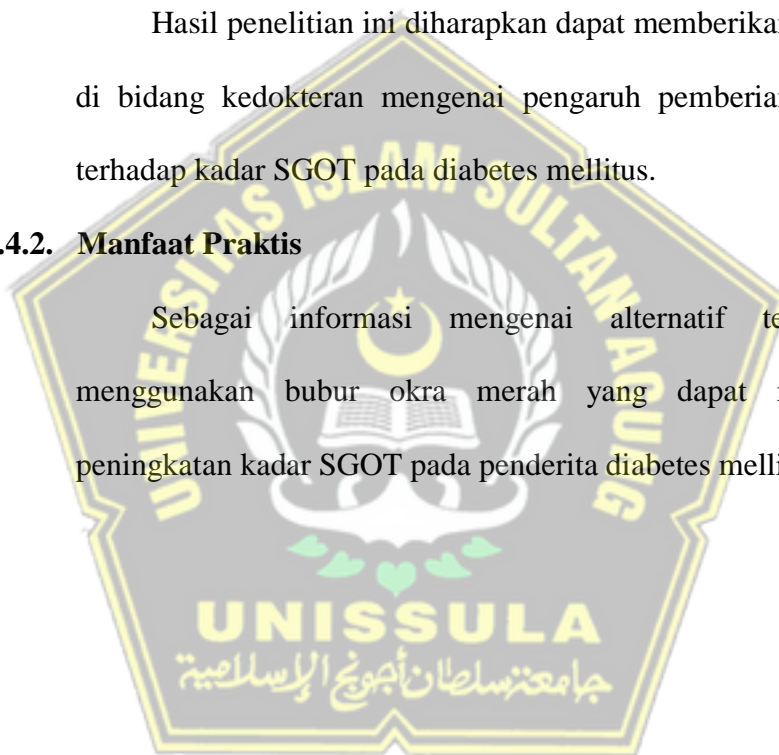
#### **1.4. Manfaat Penelitian**

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

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan di bidang kedokteran mengenai pengaruh pemberian okra merah terhadap kadar SGOT pada diabetes mellitus.

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

Sebagai informasi mengenai alternatif terapi dengan menggunakan bubur okra merah yang dapat meminimalisir peningkatan kadar SGOT pada penderita diabetes mellitus.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT)*

##### 2.1.1. Definisi

*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT)* merupakan suatu enzim dalam tubuh yang terdeteksi segera di sirkulasi perifer apabila cedera atau nekrosis terjadi di suatu area jaringan. Pemeriksaan SGOT untuk menilai kerusakan hepar atau penyakit lain yang berkaitan dengan penyakit hepar (Qodriyati *et al.*, 2016).

##### 2.1.2. Produksi

Peningkatan kadar SGOT 5-15 kali dari normal yang terjadi pada pasien cedera hepatoseluler. Peningkatan konsentrasi SGOT adalah hasil dari kerusakan mitokondria yang berkaitan dengan perkembangan fibrosis hepar. Kerusakan hepatosit menyebabkan peningkatan kadar SGOT. *Fatty liver*, hepatitis virus, hepatitis akibat obat, hepatitis autoimun, dan penyakit hepar terkait alkohol adalah penyebab utama peningkatan nilai SGOT. Nekrosis jaringan yang luas diikuti dengan peningkatan SGOT serum yang substansial. Penyakit hepar terjadi secara menetap akan mengakibatkan konsentrasi SGOT meningkat. Racun menyebabkan nekrosis hepar akan terjadi peningkatan kadar enzim hepar yang signifikan (>20 kali lipat, 1000 U/L) (Aleya, 2014).

### 2.1.3. Faktor yang Berpengaruh

Hepar, jantung, ginjal, otak, sel darah merah, dan otot rangka semuanya mengandung enzim SGOT. Penyakit yang berdampak pada organ lain dapat menyebabkan peningkatan kadar SGOT, seperti serangan jantung, peradangan pankreas akut, penurunan jumlah sel darah merah secara tiba-tiba, luka bakar parah, gangguan fungsi ginjal yang akut, gangguan muskuloskeletal, dan cedera fisik. Kenaikan tingkat SGOT bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kehamilan, penggunaan obat-obatan, penyakit kardiovaskular (Reza & Rachmawati, 2017), aktifitas fisik *interval running* (Harahap & Pranata, 2019).

a. Kondisi hamil

Ibu yang sedang hamil akan memiliki variasi hormon estrogen, peningkatan hormon esterogen yang tinggi dapat menyebabkan gangguan fungsi hepar dengan ditandainya peningkatan kadar SGOT (Pondaag *et al.*, 2014).

b. Penggunaan obat-obatan

Konsumsi obat-obatan secara berlebihan dengan dosis yang tidak sesuai dapat berpengaruh dalam fungsi hepar. Hepar akan mengalami cedera sehingga dapat meningkatkan kadar SGOT (Pondaag *et al.*, 2014).

c. Penyakit kardiovaskular

Cedera dapat terjadi pada jaringan sel lain, seperti pada infark miokard, kadar SGOT meningkat. Enzim ini masuk ke aliran darah ketika terjadi kerusakan jaringan, terutama pada otot jantung dan hepar. Pada infark miokard, penelitian sebelumnya menunjukkan peningkatan kadar SGOT setelah 10 jam tidak terjadi infark lebih lanjut, kadarnya akan kembali normal dalam 4-6 hari. Besarnya kerusakan pada daerah infark yang melepaskan enzim SGOT ke dalam aliran darah ditunjukkan dengan peningkatan kadar SGOT pada awal infark miokard (Susanti *et al.*, 2021).

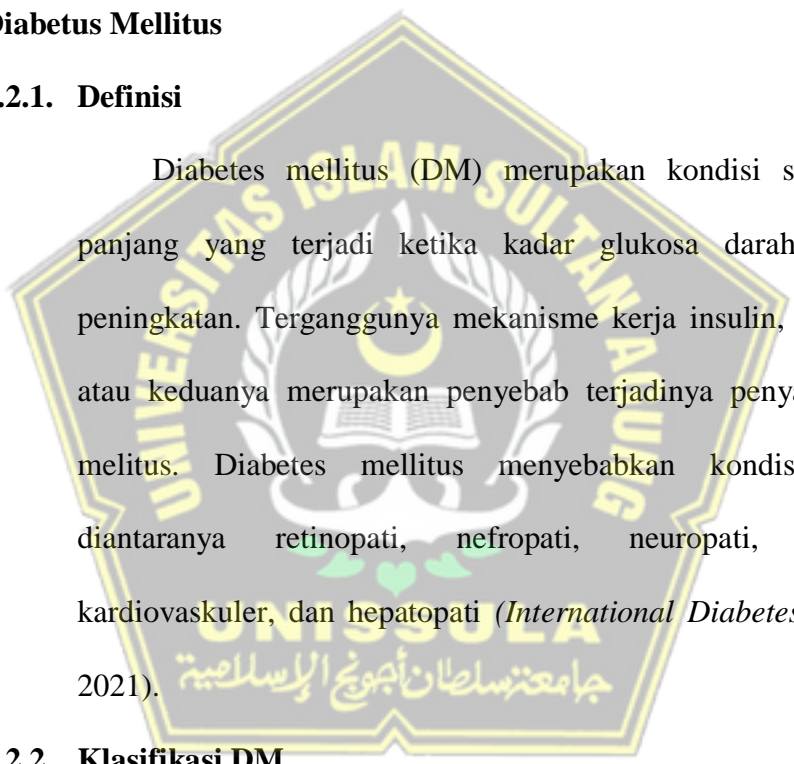
d. Aktivitas fisik

Enzim yang terlibat dalam metabolisme hepar disebut *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT), karena hepar cenderung lebih aktif dalam aktivitas fisik dibandingkan dengan kegiatan lain. Risiko kerusakan pada membran sel hepar saat melakukan aktivitas aerobik dalam jangka panjang menjadi lebih tinggi. *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* merupakan enzim yang hadir dalam banyak sel tubuh, terutama di jantung dan hepar, sementara konsentrasinya lebih rendah di ginjal dan otot. Enzim ini termasuk dalam kelompok transaminase, yang berfungsi mentransfer faktor amino dari asam amino ke asam alpha,

mengkatalisis transfer satu gugus amino dari asam alphaketoglutarat. Konsentrasi SGOT dapat meningkat seiring dengan aktivitas fisik yang melibatkan pelatihan dan ketahanan, terutama pada kegiatan dengan intensitas tinggi, olahraga eksentrik, dan bahkan dalam olahraga di mana tidak ada beban yang diterapkan (Harahap & Pranata, 2019)

## **2.2. Diabetus Mellitus**

### **2.2.1. Definisi**

Diabetes mellitus (DM) merupakan kondisi serius jangka panjang yang terjadi ketika kadar glukosa darah mengalami peningkatan. Terganggunya mekanisme kerja insulin, produksinya, atau keduanya merupakan penyebab terjadinya penyakit diabetes melitus. Diabetes mellitus menyebabkan kondisi patologis, diantaranya retinopati, nefropati, neuropati, vaskulopati, kardiovaskuler, dan hepatopati (*International Diabetes Federation, 2021*).  


### **2.2.2. Klasifikasi DM**

#### **2.2.2.1. DM Tipe 1 (DM1)**

Serangan sistem kekebalan terhadap sel  $\beta$  pankreas, yang bertugas membuat insulin, menyebabkan diabetes tipe 1. Hal ini mengakibatkan tubuh sangat sedikit atau tidak menghasilkan insulin sama sekali (*International Diabetes Federation, 2021*).

### 2.2.2.2. DM Tipe 2 (DM2)

Diabetes tipe 2 merupakan respon sel tubuh yang tidak efektif terhadap insulin, yang dikenal sebagai resistensi insulin. Seiring berjalannya waktu, kurangnya produksi insulin dapat terjadi karena sel  $\beta$  di pankreas tidak dapat mengimbangi permintaan insulin yang meningkat (*International Diabetes Federation, 2021*).

### 2.2.2.3. DM Gestasional

Diabetes melitus gestasional kondisi intoleransi terhadap glukosa terjadi selama kehamilan atau ditemukan untuk pertama kali selama masa kehamilan. Status toleransi glukosa pada pasien perlu diperiksa kembali 6 minggu setelah melahirkan. Perlu dicatat bahwa penurunan toleransi glukosa dapat terjadi selama kehamilan normal, terutama pada trimester ketiga (*Atlas of Diabetes Mellitus Third Edition, 2007*).

### 2.2.3. Patogenesis DM tipe 2

Resistensi insulin, penyebab utama hiperglikemia dan hiperinsulinemia kompensasi, merupakan faktor penyebab utama. Pasien DM tipe 2 mengalami kelainan pengikatan insulin pada reseptor sel target akibat berkurangnya tempat reseptor yang responsif terhadap insulin. Berkurangnya jumlah reseptor menyebabkan gangguan abnormal antara sistem transportasi glukosa

dan kompleks reseptor insulin. Kerja insulin mungkin terhambat oleh pengikatan reseptor yang abnormal, menyebabkan disfungsi sel  $\beta$  dan mengurangi jumlah insulin yang bersirkulasi (Ozougwu, 2013). Salah satu organ utama yang rentan terhadap dampak berbahaya dari stres oksidatif yang disebabkan oleh hiperglikemia adalah hepar, yang terdiri dari berbagai jaringan yang sensitif terhadap insulin. Gangguan metabolisme lemak, protein, dan karbohidrat meningkatkan stres oksidatif dan akhirnya memicu kaskade inflamasi. Faktor penyebab kerusakan yang memperburuk keadaan patogenik DM meliputi stres oksidatif dan reaksi inflamasi (Mohamed *et al.*, 2016).

#### **2.2.4. Induksi Diabetes Mellitus pada Tikus**

##### **2.2.4.1. Tikus Wistar**

Tikus adalah hewan model yang cocok untuk dipelajari karena harganya yang murah, mudah didapat, memiliki beragam strain, dan memiliki banyak sistem fisiologis dan bagian tubuh yang sama dengan manusia. Dalam penyelidikan biomedis penyakit kardiovaskular, metabolisme, neurologis, perilaku, kanker, dan ginjal, tikus digunakan sebagai model hewan. Tikus yang sering digunakan antara lain tikus putih Wistar dan tikus Sprague-Dawley (*Rattus norvegicus*). Tikus Wistar Putih jantan akan digunakan dalam penelitian ini (Nugroho *et al.*, 2018).



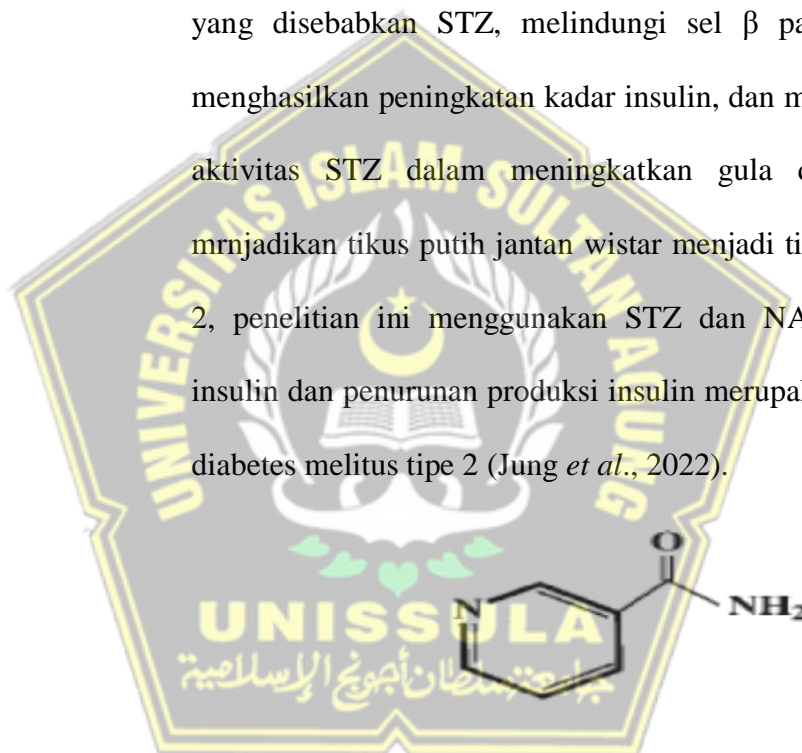
#### 2.2.4.2. Induksi Streptozotosin dan Niasinamid

Streptozotosin menginduksi diabetes dengan menghancurkan sel  $\beta$ . Streptozotocin menghasilkan radikal bebas yang sangat tidak menentu sehingga menyebabkan kerusakan pada membran, protein, dan DNA mengganggu kemampuan sel  $\beta$  langerhans pankreas untuk membuat insulin. *Glucose transporter 2* (GLUT 2) mengakibatkan streptozotocin menembus sel  $\beta$  langerhans pankreas dan meningkatkan enzim *xanthine oxidase*, menghambat siklus krebs, dan mengurangi jumlah adenosin trifosfat yang terbentuk di mitokondria sebagai akibat dari pertumbuhan radikal bebas. Hal ini menyebabkan alkilasi. Induksi streptozotocin adalah etiologi diabetes tipe 1 dan tipe 2 (Saputra *et al.*, 2018).



Gambar 2. 1 Struktur kimia streptozotosin  
(Saputra *et al.*, 2018)

Niasinamid juga dikenal dengan nikotinamid adalah prekursor nikotinamida adenin dinukleotida, yang mendorong reaksi kerusakan DNA. Niasinamid dapat mengakibatkan gangguan sekresi insulin. Mekanisme pemberian NA secara intraperitoneal atau intravena, akan memberikan efek meminimalkan penurunan berat badan yang disebabkan STZ, melindungi sel  $\beta$  pankreas, dan menghasilkan peningkatan kadar insulin, dan menghentikan aktivitas STZ dalam meningkatkan gula darah. Agar mrnjadikan tikus putih jantan wistar menjadi tikus DM tipe 2, penelitian ini menggunakan STZ dan NA. Resistensi insulin dan penurunan produksi insulin merupakan ciri khas diabetes melitus tipe 2 (Jung *et al.*, 2022).



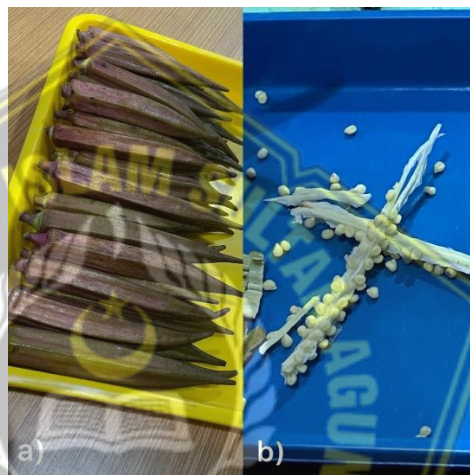
Gambar 2. 2 Struktur kimia niasinamid n-oxide (Jung *et al.*, 2022)

### 2.3. Okra Merah (*Abelmoschus esculentus L. Hongjiao*)

#### 2.3.1. Definisi

Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*) merupakan salah satu tanaman sayuran yang dapat tumbuh subur di daerah tropis dan subtropis. Okra merah dan hijau adalah dua varietasnya (Nkongho *et al.*, 2022). Okra merah dan hijau memiliki komposisi yang serupa,

meskipun persentasenya berbeda-beda. Okra merah (*Abelmoschus esculentus* L. *Hongjiao*) memiliki kandungan yang lebih tinggi daripada okra merah, misalnya kandungan *quercetin* dan *kaempferol* yang memiliki manfaat dalam antidiabetes yang lebih kuat, kadar insulin, dan gula darah yang rendah (Tyagita *et al.*, 2021).



Gambar 2. 3 (a) Buah okra merah (b) Biji okra merah  
(Dokumentasi pribadi)

### 2.3.2. Klasifikasi

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Malvales
Family	: Malvaceae
Genus	: <i>Abelmoschus</i>
Species	: <i>Esculentus</i>

(Departement of Biotechnology Ministry of Science and Technology  
Government of India, 2011)

### 2.3.3. Morfologi

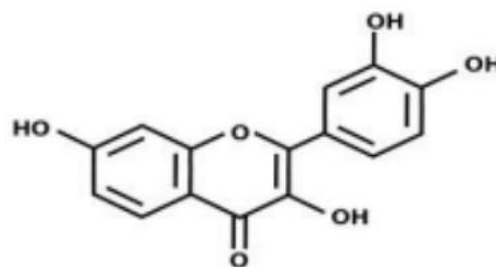
Okra adalah tanaman dikotil tahunan yang memiliki tinggi sekitar 2 meter. Lokasi yang cukup sinar matahari dan tanah yang sehat, tanaman ini dapat bertahan hidup. Berbeda dari tanaman lainnya, okra memiliki keunikan daun, bunga, buah, dan biji. Daunnya kasar, bulat, dan memiliki batang panjang berukuran 10-20 sentimeter. Tanaman ini mempunyai bunga soliter berdiameter 4–8 cm di ketiak daun. Bercak merah tua atau ungu dapat dilihat di dasar masing-masing dari lima kelopak bunga berwarna putih hingga kuning. Dengan deretan biji berbentuk bulat, panjang buah sekitar 10–25 cm, diameter 1,5–3 cm, meruncing hingga tumpul. Bentuknya bulat dan putih, biji okra (Roy *et al.*, 2014).

### 2.3.4. Kandungan Flavonoid dalam Okra Merah

Tanaman okra memiliki kandungan fenolik dan flavonoid. Senyawa flavonoid lebih dominan dalam buah okra yaitu katekin, *epicatechin*, *procyanidin B1*, *procyanidin B2*, *rutin* dan *quercetin*. Senyawa-senyawa tersebut bersifat antioksidan, antidiabetes, anti-hiperglikemik, anti-kanker, dan antidepresi (Aplugi *et al.*, 2019). Buah okra memberikan manfaat nutrisi seperti protein, niasin, riboflavin, fosfor, seng, tembaga, kalium, vitamin A, B6, C dan K, tiamin, magnesium, folat, kalsium, dan mangan (Malayao *et al.*,

2013). Senyawa flavonoid memiliki kemampuan dalam aktivitas antioksidan, hepatoprotektif, antibakteri, anti-peradangan, dan anti-kanker. Flavonoid memiliki katekin, apigenin, *quercetin*, naringenin, dan *rutin* sebagai aktivitas hepatoprotektif (Kumar & Pandey, 2013).

Aktivitas hepatoprotektif okra dijumpai juga pada penyakit kronis, seperti DM. Pemberian flavonoid dapat meningkatkan kemampuan dalam menghambat kebocoran seluler hepatosit SGOT dan SGPT (*Serum Glutamic Piruvic Transaminase*) (Kumar & Pandey, 2013). Oksidasi lipid oleh ROS mengakibatkan kerusakan pada membran sel. Potensi dalam membran sel yang positif dan negatif di dalam sel. Kerusakan pada membran mengubah potensial dan tekanan osmotik sel, yang akhirnya mengakibatkan kematian sel. Flavonoid berperan sebagai antioksidan eksogen dan langsung dioksidasi oleh radikal, membentuk spesies yang kurang reaktif melalui empat mekanisme, yaitu menghambat aktivitas oksida nitrat sintase, menghambat aktivitas xantin oksidase, mengatur jalur-jalur, atau berinteraksi dengan sistem enzim lain (Ullah *et al.*, 2020).



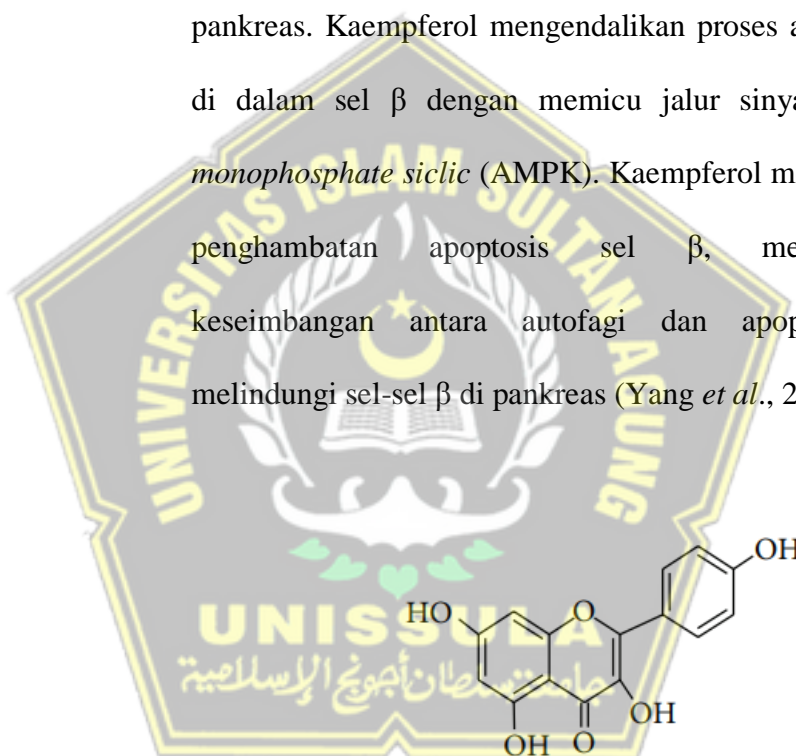
Gambar 2. 4 Struktur kimia flavonoid  
(Kumar & Pandey, 2013)

#### 2.3.4.1. Kaempferol

Salah satu derivat flavonoid dalam okra merah adalah kaempferol. Senyawa kaempferol memiliki efek antidiabetes. Kaempferol berfungsi sebagai penghambat glucosidase (Tyagita *et al.*, 2021).  $\alpha$ -Glucosidase berperan dalam proses menguraikan ikatan glukosida menjadi glukosa dalam metabolisme karbohidrat. Kaempferol merupakan penghambat baru bagi  $\alpha$ -glucosidase. Kaempferol menghentikan proses katalisis yang mengubah glukosida menjadi glukosa dengan memasukkan dirinya ke dalam situs aktif  $\alpha$ -glucosidase, mengambil tempat di pusat katalitik enzim, dan mengakibatkan perubahan dalam konformasi enzim. Kaempferol dapat mengurangi penyerapan karbohidrat dan mengurangi kadar glukosa setelah makan (Yang *et al.*, 2022).

Kaempferol juga menghambat kerusakan pankreas. Autofagi dapat dijelaskan sebagai proses intraseluler lisosom yang menghancurkan protein-protein rusak, makromolekul, organel yang rusak, dan agregat beracun, yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan intraseluler. Ketika sel-sel pulau  $\beta$  manusia terpapar asam lemak dan kadar glukosa yang tinggi, menyebabkan sel-sel tersebut mengalami kematian melalui proses apoptosis

dengan menghambat jalur autofagi. Apabila autofagi terlalu aktif, ini dapat terkait dengan peningkatan lipolisis yang mengakibatkan penimbunan lemak di tempat yang tidak semestinya (lipid ektopik) dan kerusakan yang disebabkan oleh lemak (lipotoksik) pada sel-sel pulau  $\beta$ . Kaempferol merangsang autofagi dengan tujuan melindungi sel  $\beta$  di pankreas. Kaempferol mengendalikan proses autofagi lipid di dalam sel  $\beta$  dengan memicu jalur sinyal *adenosine monophosphate ciclic* (AMPK). Kaempferol mengakibatkan penghambatan apoptosis sel  $\beta$ , mengembalikan keseimbangan antara autofagi dan apoptosis, serta melindungi sel-sel  $\beta$  di pankreas (Yang *et al.*, 2022).

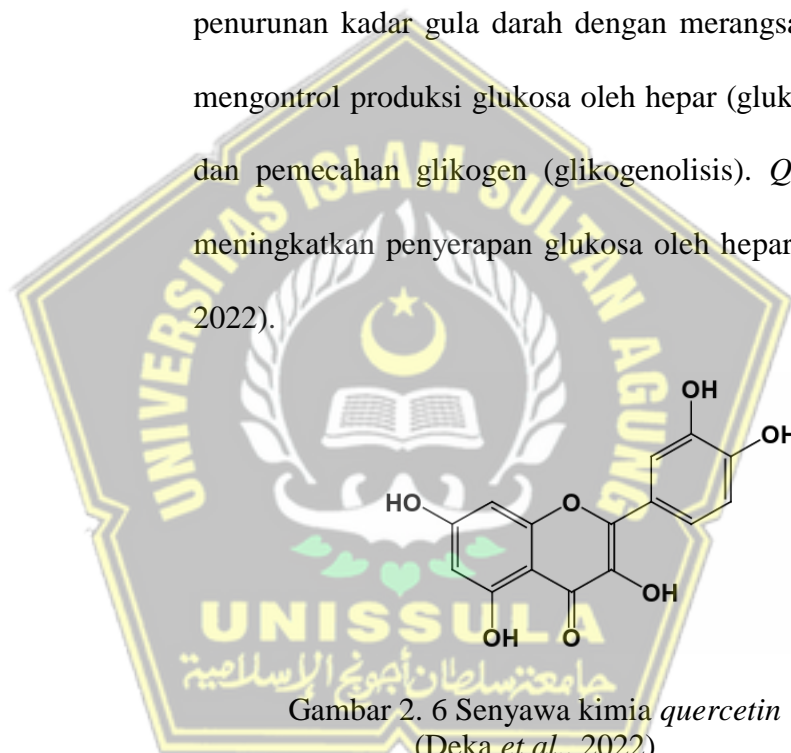


Gambar 2. 5 Senyawa kimia kaempferol  
(Kumar & Pandey, 2013)

#### 2.3.4.2. Quercetin

Senyawa *quercetin* dapat berperan sebagai antidiabetes. *Quercetin* memiliki kemampuan untuk mengurangi risiko diabetes dengan memicu jalur AMPK yang bekerja tanpa bergantung pada insulin. Berdampak

pada perlambatan konsumsi oksigen adenosin difosfat dan merangsang perpindahan serta ekspresi *transporter glukosa tipe 4* (GLUT 4) di dalam mitokondria yang terisolasi. *Quercetin* dan turunannya meningkatkan pengambilan glukosa dalam sel otot melalui aktivasi AMPK. *Quercetin* menghambat aktivitas glukokinase, yang berkontribusi pada penurunan kadar gula darah dengan merangsang GLUT 4, mengontrol produksi glukosa oleh hepar (glukoneogenesis), dan pemecahan glikogen (glikogenolisis). *Quercetin* juga meningkatkan penyerapan glukosa oleh hepar (Deka *et al.*, 2022).



#### 2.4. Hubungan Antara Okra Merah terhadap Kadar SGOT pada DM

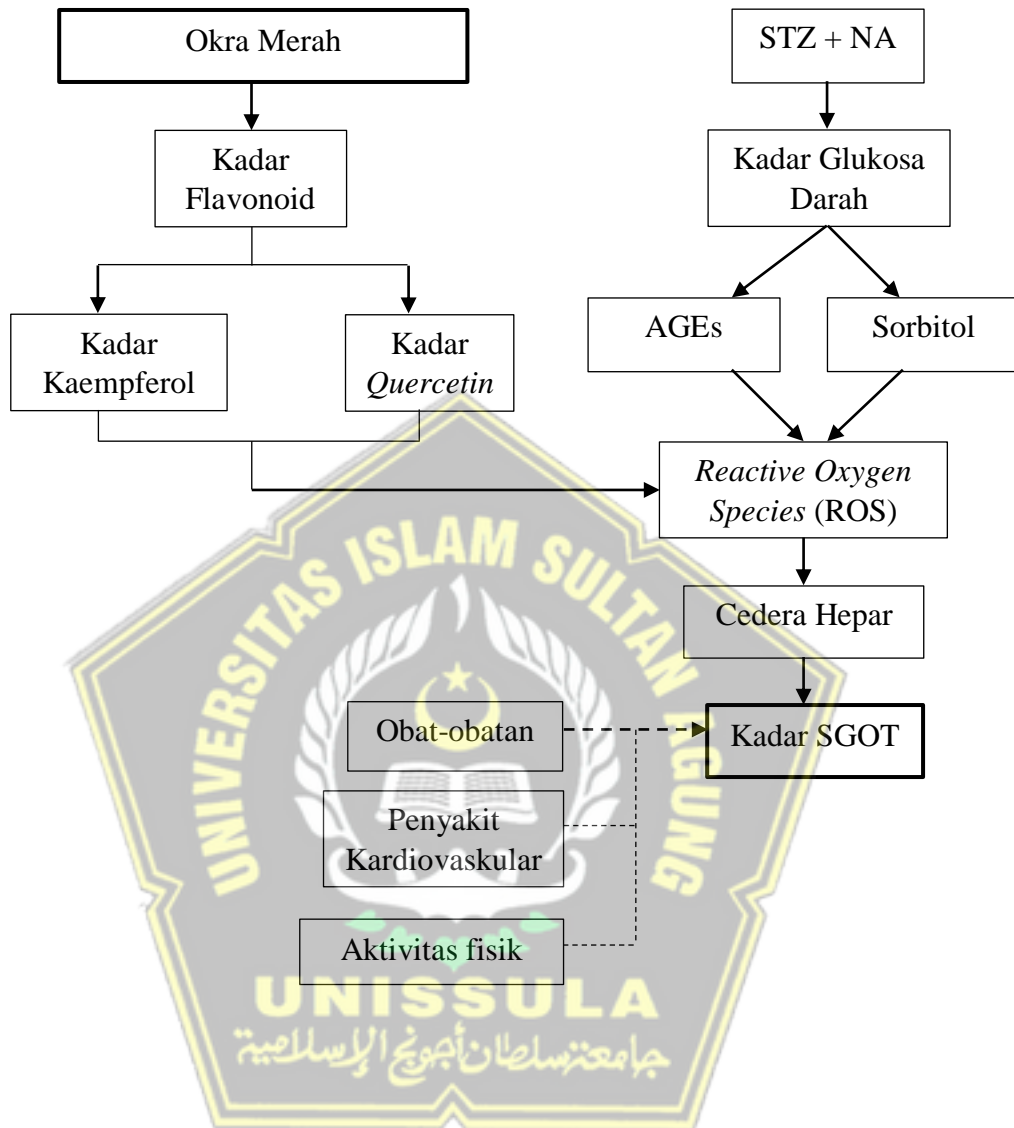
Hiperglikemia pada diabetes tipe 2 disebabkan oleh penurunan produksi insulin dan resistensi insulin (Ozougwu, 2013). Peningkatan kadar glukosa darah menyebabkan penumpukan sel lemak berlebihan di hepar sehingga menyebabkan perlemakan hepar *non-alcoholic fatty liver disease* (NAFLD). Hiperglikemia menjadi faktor pembentuk ROS.



Hiperglikemia dapat menyebabkan stress oksidatif sehingga terjadi cedera hepatosit dengan ditandainya kadar SGOT meningkat (Ullah *et al.*, 2020). Flavonoid okra merah bersifat sebagai antioksidan yang dapat meminimalisir stress oksidatif (Kumar & Pandey, 2013). Kaempferol dan quercetin merupakan derivat flavonoid yang berperan sebagai antidiabetes dengan meningkatkan utilisasi glukosa sehingga hiperglikemia menurun dan perlemakan hepar tidak terjadi (Deka *et al.*, 2022). Kaempferol berperan sebagai protektor sel  $\beta$  pankreas dengan cara mengaktifkan kerja insulin sehingga hiperglikemia tidak terjadi dan perlemakan hepar tidak terjadi sehingga kadar SGOT normal (Yang *et al.*, 2022).



## 2.5. Kerangka Teori



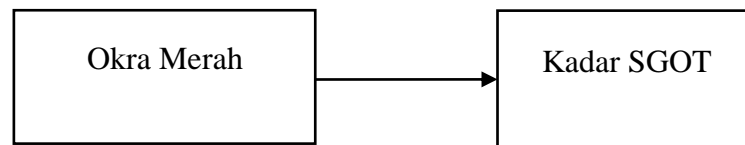
Keterangan :

----- : Faktor-faktor yang memengaruhi SGOT

□ : Yang diteliti

Gambar 2. 7 Kerangka teori

## 2.6. Kerangka Konsep



Gambar 2. 8 Kerangka konsep

## 2.7. Hipotesis

Okra merah memengaruhi kadar SGOT pada tikus putih jantan galur wistar yang diinduksi streptozotosin dan niasinamid.

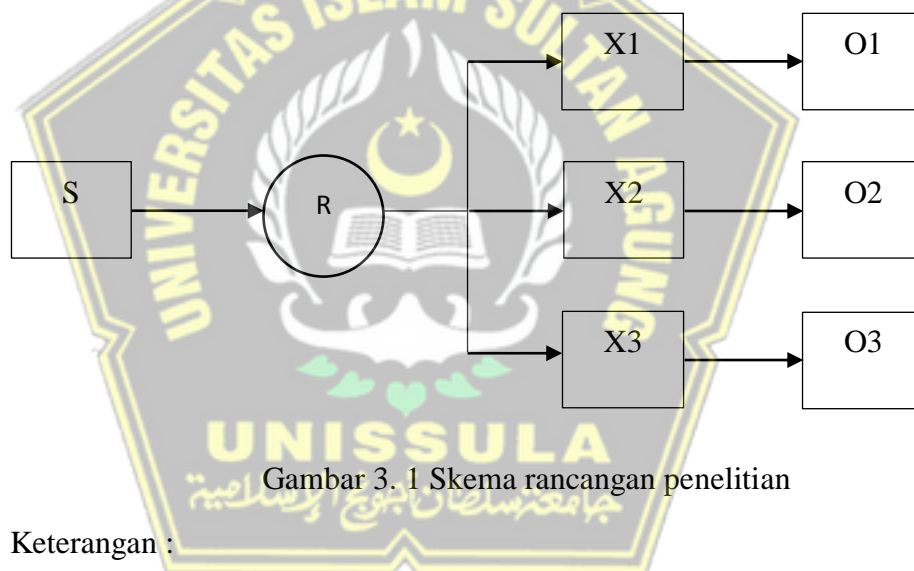


### BAB III

#### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan *post test only control group design* pada penelitian eksperimental dengan menggunakan delapan belas ekor tikus wistar jantan. Tikus kemudian dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Perawatan yang dilakukan antara lain sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Skema rancangan penelitian

Keterangan :

S = subjek berupa tikus putih jantan galur wistar 18 ekor.

R = randomisasi.

X1 = kelompok kontrol terdiri atas 6 ekor tikus putih jantan galur wistar.

X2 = kelompok DM terdiri atas 6 ekor tikus putih jantan galur wistar.

X3 = kelompok okra merah terdiri atas 6 ekor tikus putih jantan galur wistar.

O1 = observasi kelompok kontrol. Tikus diberi pakan standar dan minum tanpa diinduksi STZ-NA dan tanpa diberi okra merah.

O2 = observasi kelompok DM. Tikus diinduksi STZ-NA, diberi pakan standar, minum, dan dibiarkan.

O3 = observasi kelompok okra merah. Tikus diinduksi STZ-NA, diberi pakan standar, minum, dan okra merah.

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

#### **3.2.1. Variabel**

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

Okra merah (*Abelmoschus esculentus L. Hongjiao*)

##### **3.2.1.2. Variabel Tergantung**

Kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*  
(SGOT)

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

##### **3.2.2.1. Okra Merah**

Serbuk okra merah terbuat dari okra merah segar yang dikeringkan. Bubur okra merah diberikan pada tikus di pagi hari selama 28 hari dengan dosis 40 mg/200gBB menggunakan sonde secara peroral setelah tikus diinduksi dengan STZ.

Skala : nominal

##### **3.2.2.2. Kadar *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT)**

Kadar SGOT dilihat dari darah tikus yang diambil melalui pembuluh darah sinus retro orbital pada hari ke-11.

Pengukuran kadar SGOT menggunakan metode *enzymatic colorimetric* dengan alat spektrofotometer yang hasilnya dinyatakan dalam IU/L.

Skala : rasio

### 3.3. Subjek Uji

Jumlah subjek sesuai dengan pedoman WHO adalah setidaknya 5 ekor hewan uji dalam setiap kelompok, dengan penambahan 1 ekor untuk mencegah kemungkinan *lost of follow up*, maka jumlah tiap kelompok terdapat 6 ekor tikus. Jumlah subjek yang digunakan diambil secara random yaitu 18 ekor tikus yang kemudian dibagi menjadi 3 kelompok secara acak (randomisasi kelompok subjek).

#### 3.3.1. Kriteria Inklusi

- Tikus jantan yang sehat
- Tikus berumur 2-3 bulan
- Berat badan tikus 200-250 gram

#### 3.3.2. Kriteria Eksklusi

- Tikus yang tidak mengalami diabetes mellitus setelah diinduksi streptozotosin dan niasinamid

#### 3.3.3. Kriteria *Drop Out*

- Tikus mati atau sakit selama penelitian

### 3.4. Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.4.1. Alat

1. Kandang tikus lengkap dengan tempat pakan dan minum

2. Timbangan tikus
3. Sduit untuk pengambilan darah
4. Tabung reaksi
5. Kasa steril
6. Pengering kabinet
7. Alat dan tabung sentrifuse
8. Tabung untuk menampung sampel darah yang sudah ditetesi EDTA
9. Sonde oral
10. Glukometer
11. Beaker glass
12. Alat mikrohematokrit
13. Fotometer portable microlab 300 LX

#### **3.4.2. Bahan**

1. Streptozotosin
2. Niasinamid
3. Akuades
4. Pakan standar
5. Sampel darah
6. Serbuk okra merah

### **3.5. Cara Penelitian**

#### **3.5.1. Cara Pembuatan Bubuk Okra Merah**

Buah okra merah 500 gram dicuci bersih, kemudian dipisahkan antara biji dan kulit okra merah. Okra merah dipotong-potong menjadi bagian kecil dan ditata pada loyang oven. Biji dan kulit okra merah dimasukan ke dalam pengering kabinet selama 3 hari atau hingga kadar air okra merah <10%. Okra yang sudah kering kemudian dihaluskan menggunakan chopper hingga menjadi serbuk.

#### **3.5.2. Dosis Penelitian**

##### **3.5.2.1. Dosis Okra Merah**

Dosis okra merah yang diberikan sebanyak 40 mg/200gBB atau 200 mg/kgBB (Tyagita *et al.*, 2021). Serbuk okra merah diseduh dengan akuades hangat sebanyak 2 ml. Bubur okra merah diberikan pada tikus di pagi hari dengan menggunakan sonde secara peroral.

##### **3.5.2.2. Dosis STZ dan NA**

Pemberian induksi NA bertujuan untuk menghindari tikus menjadi DM tipe 1. Pemberian STZ dilanjutkan setelah 15 menit NA diberikan. Dosis yang digunakan berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan. Pemberian induksi NA sebanyak 110 mg/kgBB (Tyagita *et al.*, 2021) dan dilanjutkan pemberian STZ sebanyak 60 mg/kgBB (Jung *et al.*, 2022) secara intraperitoneal.



### 3.5.3. Prosedur Penelitian

Tikus putih jantan galur wistar dipilih secara acak 18 ekor. Tikus diaklimatisasi selama 7 hari dengan lingkungan dan diberikan pakan standar serta minum supaya tikus tidak mengalami stres dan mati. Randomisasi pertama dibagi menjadi 2 kelompok, 1 kelompok berisi 6 ekor tikus putih jantan galur wistar yang diberikan pakan standar dan air minum sampai akhir penelitian. Kelompok 2 berisi 12 ekor tikus putih jantan galur wistar yang diinduksi STZ-NA. Pemberian induksi NA 110 mg/kgBB, ditunggu selama 15 menit dan dilanjutkan STZ 60 mg/kgBB yang diberikan pada hari ke-8 setelah diaklimatisasi 7 hari. Ditunggu selama 3 hari untuk tikus menjadi hiperglikemi, dilakukan validasi DM dengan mengukur kadar glukosa tikus pada hari ke-11 dengan glukometer. Kadar glukosa tikus >200 mg/dL menandakan tikus sudah mengalami hiperglikemi atau DM dan dapat dijadikan bahan penelitian.

### 3.5.4. Pemberian Perlakuan

#### 3.5.4.1. Kelompok Kontrol

Tikus putih jantan galur wistar tidak diinduksi STZ-NA dan tidak diberikan bubur okra merah. Tikus hanya diberikan pakan standar dan akuades selama penelitian.

#### 3.5.4.2. Kelompok DM

Tikus putih jantan galur wistar setelah diaklimatisasi selama 7 hari, pada hari ke-8 diinduksi NA 110 mg/kgBB

dan STZ 60 mg/kgBB secara intraperitoneal. Hari ke-11 dilakukan pemeriksaan kadar glukosa untuk memastikan terjadi hiperglikemi. Kemudian dilanjutkan pemberian pakan standar dan akuades tanpa perlakuan lanjutan selama penelitian.

#### **3.5.4.3. Kelompok Okra Merah**

Tikus putih jantan galur wistar pada hari ke-8 diinduksi NA 110 mg/kgBB dan STZ 60 mg/kgBB secara intraperitoneal. Hari ke-11 dilakukan pemeriksaan kadar glukosa untuk memastikan terjadi hiperglikemi. Hari ke-12 diberikan perlakuan dengan memberikan okra merah 40 mg/200gBB yang sudah dihomogenkan dengan akuades hangat sebanyak 2 ml secara peroral dengan sonde selama 28 hari.

#### **3.5.5. Cara Pengambil Darah**

Alat yang digunakan terdiri dari tabung mikrohematokrit steril, wadah untuk darah, dan kapas steril. Pengambilan sampel darah dilakukan pada vena opthalmicus di sudut bola mata tikus dengan cara memasukkan tabung mikrohematokrit dan memutar perlahan sampai darah muncul. Sebanyak 3cc darah kemudian diambil, setelah itu tabung mikrohematokrit ditarik keluar. Sisa darah di sudut bola mata tikus dibersihkan menggunakan kapas steril.

### 3.5.6. Cara Pemeriksaan Kadar SGOT

Sampel darah tikus putih jantan galur wistar Sebanyak 250  $\mu$ L reagen SGOT dicampur dengan 25  $\mu$  diaduk hingga tercampur sempurna, kemudian didiamkan selama 50 detik. Setiap menit larutan diukur pada panjang gelombang 340 nm selama 150 detik pada suhu 37°C menggunakan fotometer portabel Microlab 300 LX. Perbedaan serapan kemudian dihitung setiap menitnya. Metode kinetik enzimatik digunakan untuk analisis (Reza & Rachmawati, 2017).

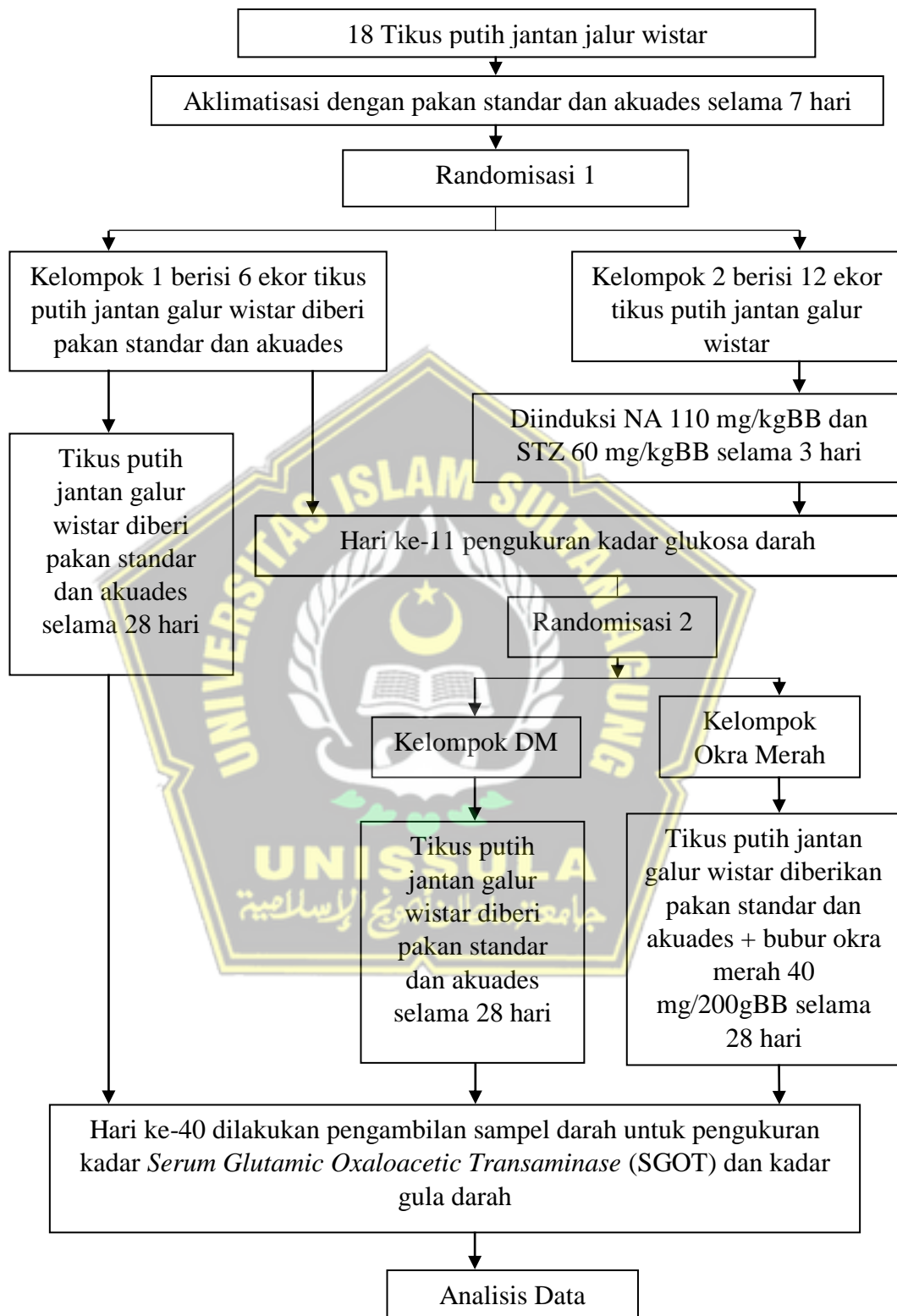
### 3.5.7. Cara *Euthanasia*

*Euthanasia* yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara dislokasi bagian leher. Kepala tikus ditekan menggunakan ibu jari dan jari telunjuk, kemudian dilakukan penarikan ekor dengan kuat dan tiba-tiba. Leher tikus terkilir akibat tarikan ekor yang kuat sehingga tikus mati (Abdillah *et al.*, 2020).

## 3.6. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di *Integrated Biomedical Laboratory* (IBL), Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung. Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga April 2024.

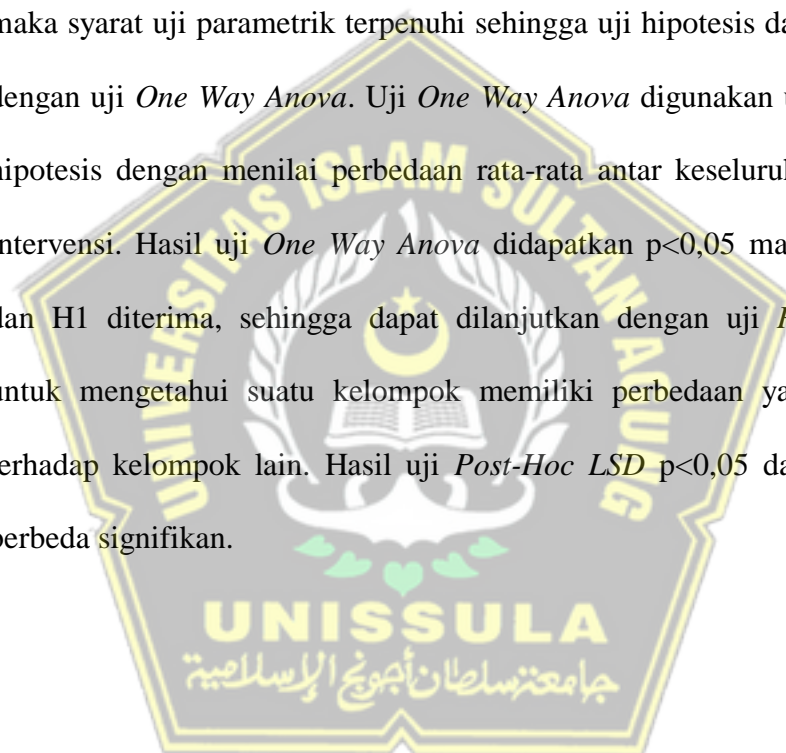
### 3.7. Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Alur penelitian

### 3.8. Analisa Hasil

Penghitungan data hasil kadar SGOT menggunakan metode ELISA. Data diuji normalitas dan homogenitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena sampel berjumlah  $<30$  dan uji *Levene*. Hasil uji *Shapiro-Wilk*  $p>0,05$  distribusi data dinyatakan normal. Hasil uji *Levene*  $p>0,05$  data dinyatakan terdistribusi homogen. Distribusi data dinyatakan normal dan homogen, maka syarat uji parametrik terpenuhi sehingga uji hipotesis dapat dilakukan dengan uji *One Way Anova*. Uji *One Way Anova* digunakan untuk menguji hipotesis dengan menilai perbedaan rata-rata antar keseluruhan kelompok intervensi. Hasil uji *One Way Anova* didapatkan  $p<0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji *Post-Hoc LSD* untuk mengetahui suatu kelompok memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kelompok lain. Hasil uji *Post-Hoc LSD*  $p<0,05$  data dinyatakan berbeda signifikan.



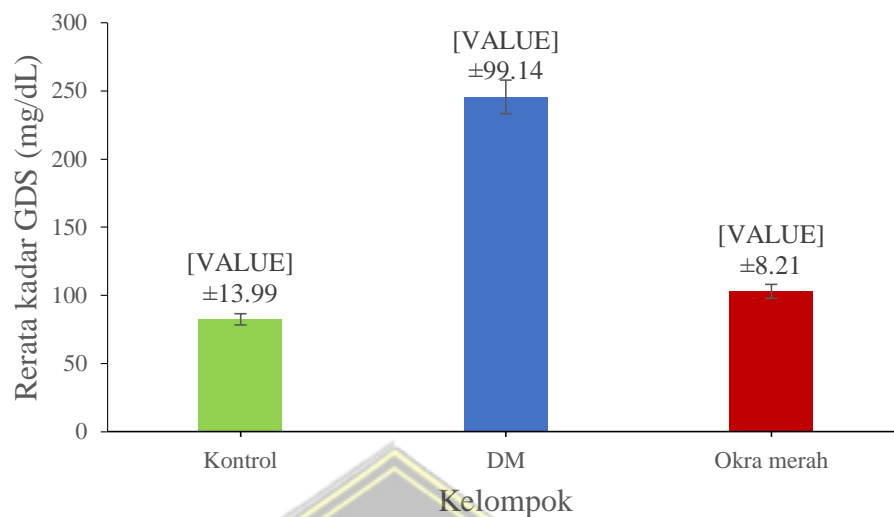
## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan di *Integrated Biomedical Laboratory (IBL)* Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung pada tanggal 20 Februari hingga 1 April 2024. Selama 7 hari, 18 ekor tikus putih Wistar jantan yang digunakan dalam penelitian serta diberi makanan standar. Hari ke-8 hingga hari ke-39, tikus pada kelompok kontrol tidak menerima induksi STZ-NA dan tidak diberikan okra merah. Kelompok tikus DM dan okra merah dilakukan induksi NA 110 mg/kgBB dan STZ 60 mg/kgBB secara intraperitoneal pada hari ke-8. Tikus pada kelompok DM dan okra merah dilakukan pemeriksaan kadar GDS setelah diinduksi STZ-NA dan dinyatakan berhasil dengan kadar GDS >200 mg/dL. Tikus kelompok DM dan okra merah telah mengalami hiperglikemi dengan GDS >200 mg/dL, sehingga induksi STZ-NA berhasil.

Ketiga kelompok diberikan perlakuan sesuai dengan kelompok dimulai hari ke-12 sampai hari ke-39. Tikus pada kelompok DM dan okra merah masing-masing mati satu ekor selama masa perlakuan, sehingga tikus yang dijadikan sampel berjumlah 15 ekor. Sampel darah diambil melalui vena ophthalmicus di sudut bola mata tikus untuk dilakukan pengukuran kadar SGOT dan kadar GDS pada hari ke-40. Rerata kadar GDS pada hari ke-40 dapat dilihat dalam bentuk diagram seperti Gambar 4.1.



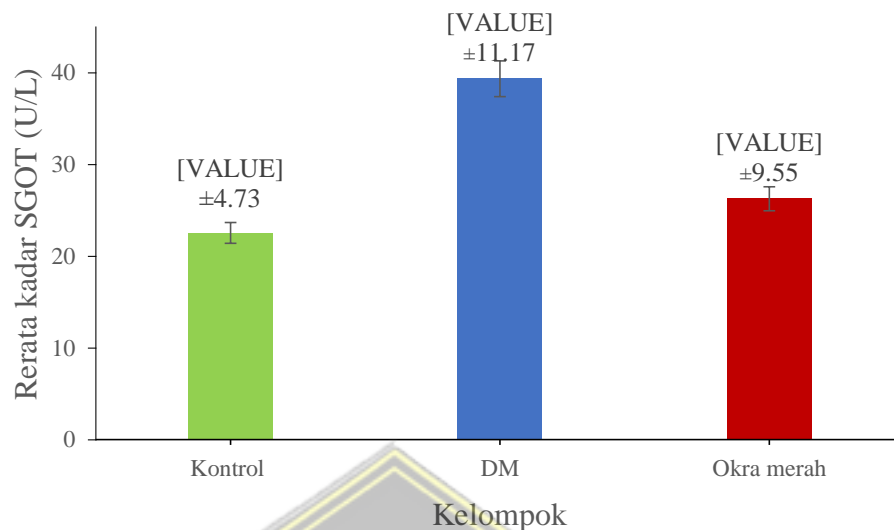
Gambar 4. 1 Rerata kadar GDS setelah perlakuan 28 hari

Tabel 4. 1 Hasil uji normalitas, homogenitas, dan uji statistik parametrik kadar GDS setelah perlakuan 28 hari

	Kelompok			p
	Kontrol	DM	Okra Merah	
Rerata GDS ± SD (mg/dL)	82,4 ± 13,99	245,6 ± 99,14	103 ± 8,21	
<i>Saphiro Wilk</i>	0,09	0,24	0,05	
<i>Levene Test</i>				0,04
<i>One way anova</i>				0,00*

\* $p < 0,05$  dinyatakan berbeda signifikan

Kadar GDS setelah perlakuan 28 hari dari tertinggi hingga terendah dimulai dari kelompok DM ( $245,6 \pm 99,14$  mg/dL), kelompok okra merah ( $103 \pm 8,21$  mg/dL), dan kelompok kontrol ( $82,4 \pm 13,99$  mg/dL). Hasil uji *Saphiro Wilk* pada data kadar GDS setelah perlakuan 28 hari diperoleh data terdistribusi normal ( $p > 0,05$ ) dan hasil uji *Levene Test* diperoleh varian data tidak homogen ( $p < 0,05$ ). Selanjutnya dilakukan uji *One Way Anova* dan didapatkan  $p < 0,05$ . Kadar GDS ketiga kelompok setelah perlakuan berbeda secara signifikan.



Gambar 4. 2 Rerata kadar SGOT semua kelompok

Tabel 4. 2 Hasil uji normalitas, homogenitas, dan uji statistik parametrik kadar SGOT

	Kelompok			p
	Kontrol	DM	Okra Merah	
Rerata SGOT ±	22,55 ±	39,34 ±	26,26 ± 9,55	
SD (U/L)	4,73	11,17		
<i>Saphiro Wilk</i>	0,09	0,75	0,52	
<i>Levene Test</i>				0,17
<i>One way anova</i>				0,03*

\* $p < 0,05$  dinyatakan berbeda signifikan

Rerata kadar SGOT dari tertinggi hingga terendah adalah kelompok DM ( $39,34 \pm 11,17$  U/L), kelompok okra merah ( $26,26 \pm 9,55$  U/L), dan kelompok kontrol ( $22,55 \pm 4,73$  U/L). Distribusi data dengan uji *Saphiro Wilk* diperoleh hasil normal ( $p > 0,05$ ) dan uji *Levene Test* diperoleh hasil homogen ( $p > 0,05$ ). Hasil uji *One Way Anova*  $p < 0,05$  maka keputusan yang diambil adalah menerima  $H_1$ . yang menunjukkan perbedaan signifikan dalam rata-rata kadar SGOT pada ketiga kelompok.



Tabel 4. 3 Hasil uji Post-Hoc LSD rerata kadar SGOT

Kelompok (I)	Kelompok (J)	p
Kontrol	Okra merah	0,52
	DM	0,01*
DM	Okra merah	0,04*

\*p<0,05 dinyatakan berbeda signifikan

Uji *Post-Hoc* LSD untuk memastikan apakah suatu kelompok berbeda secara signifikan dengan kelompok lainnya. Kelompok kontrol dengan DM, kelompok DM dengan okra merah berbeda secara signifikan, sedangkan kelompok kontrol dengan okra merah tidak berbeda signifikan.

#### 4.2. Pembahasan

Rerata kadar GDS kelompok DM dan okra merah telah melebihi 200 mg/dL, sehingga induksi STZ-NA dinyatakan berhasil. Hasil GDS pada kedua kelompok tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak diinduksi STZ-NA. Induksi STZ-NA mengakibatkan kerusakan sel  $\beta$  langerhans pankreas sehingga mengganggu sekresi insulin. Gangguan dalam sekresi insulin mengakibatkan penurunan kadar insulin dalam darah, yang dapat mengurangi penggunaan glukosa oleh sel-sel target (Saputra *et al.*, 2018). Resistensi insulin dapat menyebabkan berkurangnya stimulasi transpor glukosa di otot dan jaringan adiposa, gangguan sinyal insulin, dan disfungsi intrinsik sistem transpor glukosa. Sinyal insulin mengalami gangguan mengakibatkan transpor glukosa di dalam sel terganggu karena transporter GLUT-4 tidak dapat bertranslokasi ke membran plasma (Fajriana, 2022). Kondisi ini akan menurunkan kemampuan jaringan perifer seperti otot dan jaringan lemak dalam memanfaatkan glukosa sehingga menyebabkan peningkatan kadar gula

darah atau hiperglikemia. Hasil yang didapatkan sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu dengan diinduksi NA 110 mg/kgBB dan STZ 60 mg/kgBB, dan didapatkan kondisi hiperglikemi dengan kadar GDS >200 mg/dL setelah ditunggu selama 3 hari (Tyagita *et al.*, 2021).

Tubuh akan berusaha menjaga kadar gula darah tetap normal (normoglikemia). Kadar insulin yang tinggi dalam darah (hiperinsulinemia) awalnya mencegah tingginya gula darah. Peningkatan sekresi insulin dari sel  $\beta$  tidak dapat mengkompensasi penurunan sensitivitas insulin. Fungsi sel  $\beta$  akan mengalami penurunan dan menyebabkan disfungsi sel  $\beta$ , yang akhirnya menyebabkan defisiensi insulin. Kadar glukosa darah normal tidak dapat dipertahankan dan terjadilah hiperglikemia. Hiperinsulinemia pada tahap awal dan tengah penyakit merupakan faktor yang mendorong terjadinya hiperglikemia pada pasien diabetes tipe 2 (Banday *et al.*, 2020).

Rerata GDS setelah perlakuan selama 28 hari pada kelompok kontrol sebesar  $82,4 \pm 13,99$  mg/dL dan kelompok okra merah sebesar  $103 \pm 8,21$  mg/dL mengalami penurunan. Kelompok kontrol selama perlakuan hanya diberikan pakan standar dan akuades. Okra merah memiliki kandungan flavonoid diantaranya kaempferol dan *quercetin*. Kaempferol merangsang autofagi untuk melindungi sel  $\beta$  pankreas. Kaempferol mengatur autofagi lipid intraseluler sel  $\beta$  dengan mengaktifkan jalur pensinyalan AMPK.  $\beta$ -apoptosis akan terhambat sehingga akan mengembalikan keseimbangan autofagi-apoptosis dan melindungi sel  $\beta$  pankreas (Yang *et al.*, 2022). Kandungan *quercetin* pada okra berperan sebagai antidiabetes. *Quercetin*

dapat meningkatkan produksi insulin dan ketersediaan glukosa di otot dan adiposit melalui translokasi transporter glukosa GLUT-4 ke membran plasma, sehingga menginduksi jalur protein kinase yang diaktifkan AMPK. *Quercetin* mengurangi glukosa serum dan kelangsungan hidup sel  $\beta$  pankreas dengan meningkatkan sistem antioksidan alami dan menghambat peroksidasi lipid. *Quercetin* secara signifikan menghambat aktivitas  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha$ -glukosidase, mencegah peningkatan kadar gula darah, sehingga menghambat peroksidasi lipid dan kerusakan sel pankreas (Damayanthi *et al.*, 2018). Hasil ini serupa dengan penelitian yang lain setelah diberikan perlakuan pada kelompok okra merah yang mendapatkan perlakuan bubuk okra merah dengan dosis 40 mg/200gBB selama 28 hari secara peroral dengan sonde (Tyagita *et al.*, 2021). Kelompok DM memiliki rerata GDS yang masih tinggi sebesar 245,6 $\pm$ 99,14 mg/dL walaupun setelah diinduksi. Hasil ini sama dengan penelitian lainnya, menunjukkan keadaan kadar GDS yang cukup tinggi yang diakibatkan oleh STZ dan tidak mendapatkan pengobatan (Ratnaningtyas *et al.*, 2021).

Rerata kadar SGOT kelompok DM menunjukkan paling tinggi dibandingkan kelompok okra merah dan kontrol yaitu sebesar 39,34 $\pm$ 11,17 U/L. Kadar SGOT yang tinggi karena terjadi kerusakan hepar yang lebih parah akibat paparan radikal bebas pada kondisi DM. Kerusakan pada hepar tikus disebabkan oleh reaksi berantai peroksidasi lipid yang merusak membran hepatoseluler, sehingga enzim hepar dapat terdeteksi dalam serum karena bocor ke udara ruang ekstraseluler (Ratnaningtyas *et al.*, 2021).

Kadar SGOT meningkat karena hepar DM tidak mampu mendeteksi adanya kelebihan glukosa dalam tubuh akibat ROS. Hepar tidak mengetahui terhadap sinyal yang diberikan insulin sehingga pembentukan glukosa untuk kebutuhan energi tercapai dengan penguraian substrat lain (glukoneogenesis) seperti asam amino dan asam lemak. Kondisi tubuh seperti ini secara terus menerus akan meningkatkan oksidasi asam lemak bebas dan menyebabkan penumpukan lemak di hepar sehingga terjadi gangguan fungsi hepar. Aktivitas SGOT akan meningkat pada kasus gangguan fungsi hepar seperti nekrosis, gangguan ginjal dan pankreas (Gorasia *et al.*, 2013). Hasil penelitian serupa dengan penelitian yang lain bahwa kadar SGOT pada kelompok DM lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (Ratnaningtyas *et al.*, 2021).

Rerata kadar SGOT kelompok okra merah memiliki kadar yang lebih rendah dari kelompok DM, sebesar  $26,26 \pm 9,55$  U/L. Okra merah mempunyai antioksidan dan antiinflamasi. Flavonoid sebagai antioksidan yang mampu mengurangi kadar ROS dalam tubuh (Roy *et al.*, 2014). Penurunan kadar gula darah yang terjadi dapat menghentikan proses glukoneogenesis, glukogenesis, dan lipolisis, sehingga hepar yang rusak akibat ROS menjadi normal dan kadar SGOT dapat terjadi penurunan. Senyawa flavonoid dapat memperbaiki sel hepatosit sehingga dapat menurunkan kadar SGOT dalam darah. Aktivitas enzim SGOT telah menurun dalam darah tikus putih model diabetes, menunjukkan bahwa terjadi regenerasi sel hepar yang sebelumnya rusak akibat ROS. Regenerasi

terjadi dengan bantuan senyawa antioksidan yang dapat menetralkan stres oksidatif dan peroksidasi lipid pada sel  $\beta$  pankreas dan sel hepar akibat dari induksi STZ. Kondisi tersebut menunjukkan adanya peningkatan regenerasi sel  $\beta$  pankreas dan sel hepar (Ratnaningtyas *et al.*, 2021). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa bahan alam dengan kandungan flavonoid dapat memperbaiki SGOT (Maria & Muhamad, 2020).

Rerata kadar SGOT kelompok kontrol yaitu sebesar  $22,55 \pm 4,73$  U/L. Penelitian ini memiliki kadar SGOT pada kelompok kontrol lebih rendah dikarenakan tidak mendapatkan perlakuan yang dapat membuat kondisi hiperglikemia seperti pada kelompok perlakuan lain, sehingga kemungkinan jumlah ROS dan inflamasi yang terjadi sangatlah sedikit untuk terjadinya cedera hepar. Penelitian lain menunjukan kadar SGOT pada kelompok kontrol lebih rendah dari kelompok yang mendapatkan perlakuan (Maria & Muhamad, 2020).

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena tidak melakukan pemeriksaan lanjutan pada marker yang mendasari terjadinya cedera hepar.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, bahwa :

- 5.1.1. Pemberian bubur okra merah berpengaruh terhadap kadar SGOT pada tikus putih jantan galur wistar yang diinduksi streptozotisin dan niasinamid.
- 5.1.2. Rerata kadar SGOT pada tikus yang tidak diinduksi streptozotisin dan niasinamid yang tidak diberi okra merah adalah  $22,55 \pm 4,73$  U/L.
- 5.1.3. Rerata kadar SGOT pada tikus yang diinduksi streptozotisin dan niasinamid yang tidak diberi okra merah adalah  $39,34 \pm 11,17$  U/L.
- 5.1.4. Rerata kadar SGOT pada tikus yang diinduksi streptozotisin dan niasinamid yang diberi okra merah adalah  $26,26 \pm 9,55$  U/L.
- 5.1.5. Rerata kadar SGOT kelompok okra merah tidak berbeda signifikan dengan kelompok kontrol.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan masih terdapat keterbatasan, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan pada marker yang mendasari terjadinya cedera hepar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, R., Permatasari, D., Badriya, E., Rachmaini, F., & Lailaturrahmi. (2020). *Penuntun Praktikum Farmakologi*.
- Aleya, K. N. (2014). *Korelasi Pemeriksaan Laboratorium SGOT/SGPT dengan Kadar Bilirubin pada Pasien Hepatitis C di Ruang Penyakit Dalam RSUD*.
- Aplugi, D. M. A., Melati, M., Kurniawati, A., & Faridah, D. D. N. (2019a). Keragaman Kualitas Buah pada Dua Varietas Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dari Umur Panen Berbeda. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(2), 196–202. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.25653>
- Aplugi, D. M. A., Melati, M., Kurniawati, A., & Faridah, D. D. N. (2019b). Keragaman Kualitas Buah pada Dua Varietas Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dari Umur Panen Berbeda. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(2), 196–202. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.25653>
- Atlas of Diabetes Mellitus Third Edition. (2007). *Atlas of Diabetes Mellitus*.
- Banday, M. Z., Sameer, A. S., & Nissar, S. (2020). Pathophysiology of diabetes: An overview. *Avicenna Journal of Medicine*, 10(04), 174–188. [https://doi.org/10.4103/ajm.ajm\\_53\\_20](https://doi.org/10.4103/ajm.ajm_53_20)
- Damayanthi, E., Rimbawan, R., & Handharyani, E. (2018). Potential of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) extract to reduce blood glucose and malondialdehyde (MDA) liver in streptozotocin-induced diabetic rats. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 13(1), 47–54. <https://doi.org/10.25182/jgp.2018.13.1.47-54>
- Deka, H., Choudhury, A., & Dey, B. K. (2022). An Overview on Plant Derived Phenolic Compounds and Their Role in Treatment and Management of Diabetes. *Journal of Pharmacopuncture*, 25(3), 199–208. <https://doi.org/10.3831/KPI.2022.25.3.199>
- Departement of Biotechnology Ministry of Science and Technology Government of India. (2011). *Biology of Okra, Series of Crop Specific Biology*.
- Fajriana, H. (2022). Potensi Antidiabetik Tepung Terung Ungu (*Solanum Melongena* L.) pada Tikus Hiperglikemia. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 8(2), 99. <https://doi.org/10.33490/jkm.v8i2.644>
- Fatimah, R. N. (2015). Diabetes Melitus Tipe 2. In *J MAJORITY* / (Vol. 4).
- Gorasia, J. H., 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 Publications*, 3(8). [www.ijsrp.org](http://www.ijsrp.org)
- Harahap, N., & Pranata, R. (2019). Pengaruh Aktifitas Fisik Continuous Running dan Interval Running Terhadap Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) dan Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT). 3. <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/so>
- International Diabetes Federation. (2021). *IDF Diabetes Atlas 10th edition*. [www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org)

- Jung, K. I., Han, J. S., & Park, C. K. (2022). Neuroprotective Effects of Nicotinamide (Vitamin B3) on Neurodegeneration in Diabetic Rat Retinas. *Nutrients*, *14*(6). <https://doi.org/10.3390/nu14061162>
- Kementrian Kesehatan RI. (2018).
- Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: An overview. In *The Scientific World Journal* (Vol. 2013). ScientificWorld Ltd. <https://doi.org/10.1155/2013/162750>
- Malayao, S. O., Ray, J., Perez, T., Baritua, R. J., Pacalna, M. O., & Malayao, S. O. (2013). Exploratory Investigation On The Hypoglycemic Effect Of Abelmoschus Esculentus In Mice Science 6 Lesson Delivery View project Module Making for Grade 6 Learners View project Exploratory Investigation On The Hypoglycemic Effect Of Abelmoschus Esculentus In Mice. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, *2*(11). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16766.59204>
- Maria, A. U., & Muhamad, D. M. (2020). Analisis Sgot Dan Sgpt Pada Tikus Jantan Yang Di Induksi Parasetamol Untuk Menetapkan Aktivitas Ekstrak Buah Delima (*Punica Granatum L.*) Sebagai Hepatoprotektif (Vol. 3, Issue 1).
- Mohamed, J., Nazratun Nafizah, A. H., Zariyantey, A. H., & Budin, S. B. (2016a). Mechanisms of diabetes-induced liver damage: The role of oxidative stress and inflammation. In *Sultan Qaboos University Medical Journal* (Vol. 16, Issue 2, pp. e132–e141). Sultan Qaboos University. <https://doi.org/10.18295/squmj.2016.16.02.002>
- Mohamed, J., Nazratun Nafizah, A. H., Zariyantey, A. H., & Budin, S. B. (2016b). Mechanisms of diabetes-induced liver damage: The role of oxidative stress and inflammation. In *Sultan Qaboos University Medical Journal* (Vol. 16, Issue 2, pp. e132–e141). Sultan Qaboos University. <https://doi.org/10.18295/squmj.2016.16.02.002>
- Nkongho, R. N., Efouba-Mbong, J. T., Ndam, L. M., Ketchem, G. A., Etchu-Takang, E. G., & Agbor, D. T. (2022). Seed production system and adaptability of okra (*Abelmoschus esculentus L.*) cultivars in Buea, Cameroon. *PLoS ONE*, *17*(12 October). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278771>
- Nugroho, S. W., Fauziah, K. R., Sajuthi, D., & Darusman, H. S. (2018). Profil Tekanan Darah Normal Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar dan Sprague-Dawley (The Profile of Normal Blood Pressure Laboratory Rat (*Rattus norvegicus*) Strain Wistar and Sprague-Dawley). *Acta Veterinaria Indonesiana*, *6*(2), 32–37. <http://www.journal.ipb.ac.id/indeks.php/actavetindones>
- Ozougwu, O. (2013). The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Journal of Physiology and Pathophysiology*, *4*(4), 46–57. <https://doi.org/10.5897/jpap2013.0001>
- Pondaag, F., Moeis, E., Waleleng, B., Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado, K., & Penyakit Dalam BLU RD Kandou Manado, B. R. (2014). Gambaran Enzim Hati Pada Dewasa Muda Dengan Obesitas Sentral. In *Jurnal e-CliniC (eCl)* (Vol. 2, Issue 2).



- Qodriyati, N., Sulistyani, E., & Yuwono, B. (2016). *Kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) Pada Tikus Wistar (Rattus norvegicus) Jantan yang Dipapar Stresor Rasa Sakit Electrical Foot Shock selama 28 Hari*.
- Ramadan, M. A., Lusiantari, R., & Pramaningtyas, M. D. (2022). Derajat Fibrosis dan Skor Nafld pada Hepar Tikus Diabetes Mellitus Tipe 2 Remaja. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 9. <https://doi.org/10.32539/JKK.V9I1.15315>
- Ratnaningtyas, N. I., Ekowati, N., & Feryawan. (2021). Potensi Ekstrak Etil Asetat Coprinus comatus terhadap Kadar SGOT dan SGPT pada Tikus Putih Model Diabetes. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 3(2).
- Reza, A., & Rachmawati, B. (2017). Perbedaan Kadar Sgot Dan Sgpt Antara Subyek Dengan Dan Tanpa Diabetes Mellitus. In *Banundari Rachmawati JKD* (Vol. 6, Issue 2).
- Roy, A., Shrivastava, S. L., & Mandal, S. M. (2014). Functional properties of Okra *Abelmoschus esculentus* L. (Moench): traditional claims and scientific evidences. *Plant Science Today*, 1(3), 121–130. <https://doi.org/10.14719/pst.2014.1.3.63>
- Saatchi, A., Aghamohammadzadeh, N., Beheshtirouy, S., Javadzadeh, Y., Afshar, F. H., & Ghaffary, S. (2022). Anti-hyperglycemic effect of *Abelmoschus culentesus* (Okra) on patients with diabetes type 2: a randomized clinical trial. *Phytotherapy Research*, 36(4), 1644–1651. <https://doi.org/10.1002/ptr.7341>
- Saputra, N. T., Suartha, I. N., & Dharmayudha, A. A. G. O. (2018). Agen Diabetagonik Streptozotocin untuk Membuat Tikus Putih Jantan Diabetes Mellitus. *Buletin Veteriner Udayana*, 116. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2018.v10.i02.p02>
- Saputri, R. D. (2020). Artikel Penelitian Komplikasi Sistemik Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 The Systemic Complications in Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Juni*, 11(1), 230–236. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v10i2.254>
- Stevani, H. (2016). *Praktikum Farmakologi*.
- Susanti, Fusvita, A., & Umar, A. (2021). *Gambaran Kadar Serum Glutamic Oxaloacetictransaminase (SGOT) Pada Pasien Jantung Koroner*. 3.
- Tyagita, N., Mahati, E., & Safitri, A. H. (2021). Superiority of Purple Okra (*Abelmoschus esculentus*) to Green Okra in Insulin Resistance and Pancreatic  $\beta$  Cell Improvement in Diabetic Rats. *Folia Medica*, 63(1), 51–58. <https://doi.org/10.3897/folmed.63.e51944>
- Tyagita, N., Utami, K. P., Zulkarnain, F. H., Rossandini, S. M., Pertiwi, N. P., Rifki, M. A., & Safitri, A. H. (2019). Okra infusion water improving stress oxidative and inflammatory markers on hyperglycemic rats. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 18(4), 748–752. <https://doi.org/10.3329/bjms.v18i4.42879>
- Ullah, A., Munir, S., Badshah, S. L., Khan, N., Ghani, L., Poulson, B. G., Emwas, A. H., & Jaremko, M. (2020). Important flavonoids and their role as a

- therapeutic agent. In *Molecules* (Vol. 25, Issue 22). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules25225243>
- Wahyuningsih, S. P. A., Mwendolwa, A. A., Winarni, D., Anggreini, R. W., & Mamuaya, B. K. K. (2021). Protective Effect of Red Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) Pods against Sodium Nitrite-Induced Liver Injury in Mice. *Veterinary Medicine International*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6647800>
- Yang, Y., Chen, Z., Zhao, X., Xie, H., Du, L., Gao, H., & Xie, C. (2022). Mechanisms of Kaempferol in the treatment of diabetes: A comprehensive and latest review. In *Frontiers in Endocrinology* (Vol. 13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.990299>
- Yıkmı, S., Aksu, F., & Jabeen, S. (2022). *Antioxidant and antidiabetic activities of a polyphenol rich extract obtained from Abelmoschus esculentus (okra) seeds using optimized conditions in microwave-assisted extraction (MAE).*

