



**POTENSI EKSTRAK BUAH KELOR (*Moringa oleifera* fruits) TERHADAP
AKTIVITAS SPESIFIK ENZIM MnSOD (*manganese superoxide dismutase*)
HEPAR TIKUS (*Rattus norvegicus*) GALUR SPRAGUE DAWLEY MODEL
OBESITAS**

TUGAS AKHIR

**MUHAMMAD ALGHANIY FATAHILLAH MUBAROK
NIM 2110211061**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN PROGRAM SARJANA**

2026

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Alghaniy Fatahillah Mubarak

NRP : 2210211061

Tanggal : 21 Januari 2026

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 21 Januari 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Alghaniy

Fatahillah Mubarak

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai *civitas* akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Alghaniy Fatahillah Mubarak
NRP : 2210211061
Fakultas : Kedokteran
Program Studi : Kedokteran Program Sarjana (PSKPS)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“Potensi Ekstrak Buah Kelor (*Moringa oleifera* fruits) Terhadap Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (*manganese superoxide dismutase*) Pada Tikus Galur Sprague Dawley (*Rattus Norvegicus*) Model Obesitas”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19 Januari 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Alghaniy

Fatahillah Mubarak

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Alghaniy Fatahillah Mubarak

NIM : 2210211061

Program Studi : Kedokteran Program Sarjana

Judul Skripsi : Potensi Ekstrak Buah Kelor (*Moringa oleifera* fruits) Terhadap Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (*manganese superoxide dismutase*) Pada Tikus Galur Sprague Dawley (*Rattus Norvegicus*) Model Obesitas

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran pada Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.

dr. Retno Yuliani, M. Biomed
NIP. 197407302025212008
Penguji

Dr. dr. Maria Selvester Thadeus,
M.Biomed., Sp.KKLP., Subsp.
FOMC
NIP. 196511272021212001
Pembimbing 1

dr. Marlina Dewiastuti, Sp. PD,
M. Kes
NIP. 198212272025212031
Pembimbing 2



Dr. dr. H. Taufiq Ibrahim Pasiak, Mkes., M.Pd.I
NIP. 19700129200031001
Dekan Fakultas Kedokteran

dr. Agneta Irmahayu, M.Pd.Ked., Sp.KKLP,
Subsp.FOMC
NIP. 197508222021212007
Ketua Program Studi Kedokteran Program Sarjana

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 14 Januari 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena sudah senantiasa melimpahkan seluruh rahmat serta berkah-Nya penulis dapat bertahan sampai detik ini dan menuntaskan penelitian yang berjudul “Potensi Ekstrak Buah Kelor (*Moringa oleifera* fruits) Terhadap Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (*manganese superoxide dismutase*) Tikus (*Rattus norvegicus*) Galur Sprague Dawley Model Obesitas” sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Penulis menyadari bahwa selama proses penyusunan skripsi, penulis mengalami berbagai suka dan duka. Skripsi ini dapat diselesaikan karena setiap momen penulis tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. dr. H. Taufiq Fredrik Pasiak, M.Kes, M.Pd.I selaku dekan Fakultas Kedokteran UPN “Veteran” Jakarta;
2. dr. Agneta Irmarahayu, M.Pd.Ked, Sp.KKLP. Subsp.FOMC selaku Kepala Program Studi Kedokteran Program Sarjana;
3. Dr. dr. Maria Selvester Thadeus, M.Biomed., Sp.KKLP. Subsp.FOMC selaku dosen pembimbing pertama penulis yang telah senantiasa menyediakan waktu dan tenaga untuk memberikan ilmu, arahan, dan saran mengenai topik yang peneliti lakukan, serta motivasi kepada penulis agar penulis menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
4. Dr. dr. Marlina Dewiastuti, Sp. PD, M. Kes selaku dosen pembimbing dua penulis yang selalu memberikan waktu, arahan, masukan, serta motivasi

pembelajaran yang berharga dan membangun penulis dalam penyusunan skripsi ini;

5. dr. Retno Yulianti, M. Biomed selaku penguji sidang proposal penulis yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan masukkan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
6. dr. Tiwuk Susantiningsih, M.Biomed, Sp. KKLP, selaku dosen yang telah membantu memberikan ilmu dan arahan kepada penulis selama proses perlakuan, penelitian, dan penyusunan skripsi;
7. Orang tua penulis satu-satunya, Ibunda Cuti Sunenti, yang selalu menjadi sumber inspirasi terbesar dalam hidup penulis. Terima kasih atas segala doa, kasih sayang, serta dukungan materiil yang tidak ada henti selama penulis menempuh pendidikan untuk menjadi dokter. Semoga kelak penulis dapat menjadi dokter yang tidak hanya berguna bagi diri sendiri, tetapi juga bagi masyarakat, bangsa, dan negara;
8. Kawan-kawan satu bimbingan penulis, Rayhocton, Rayhan Ibnu, Syifa, Alissa, Yasmin, dan Anam, yang telah menemani dan membantu penulis dalam proses menyelesaikan skripsi baik dari segi birokratik hingga kepenulisan. Tanpa bantuan mereka, penulis mungkin belum akan melaksanakan sidang proposal hingga akhir Agustus.

Penulis,

Muhammad Alghaniy Fatahillah Mubarak

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR BAGAN	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	3
I.3.1. Tujuan Umum	3
I.3.2. Tujuan Khusus	3
I.4. Manfaat Penelitian	5
I.4.1. Manfaat Teoritis	5
I.4.2. Manfaat Khusus	5
BAB II.....	7
II.1. Landasan Teori.....	7
II.1.1. Obesitas	7
II.1.1.1. Definisi	7
II.1.1.2. Etiologi	7
II.1.1.3. Klasifikasi.....	8
II.1.1.4. Obesitas, Asam Lemak Bebas, dan Stress Oksidatif di Hepar	8
II.1.2. <i>Metabolic Dysfunction-Associated Fatty Liver Disease</i>	10
II.1.2.1. Definisi	10
II.1.2.2. Etiologi	10
II.1.2.3. Patofisiologi.....	11
II.1.3. Stress Oksidatif	13
II.1.3.1. <i>Reactive Oxygen Species</i>	14
II.1.4. Antioksidan	15
II.1.4.1.1. Enzim SOD (<i>superoxide dismutase</i>) dan MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>)	16
II.1.4.1.2. Vitamin C	17
II.1.5. Buah kelor (<i>Moringa oleifera fruits</i>).....	18
II.1.5.1. Klasifikasi taxonomis	18
II.1.5.2. Morfologi.....	18
II.1.5.3. Kandungan.....	19
II.1.5.4. Efek Antioksidan Buah Kelor (<i>Moringa oleifera fruits</i>).....	19
II.1.6. Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) Galur Sprague Dawley.....	20
II.1.6.1. Kriteria Obesitas Pada Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>).....	21
II.1.6.2. Etika Perlakuan Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>)	21
II.2. Penelitian Terkait	21
II.3. Kerangka Teori.....	24

II.4.	Kerangka Konsep	25
II.5.	Hipotesis.....	25
BAB III	26
III.1.	Jenis Penelitian.....	26
III.2.	Lokasi dan Waktu penelitian.....	26
III.2.1.	Lokasi Penelitian.....	26
III.2.2.	Waktu Penelitian	27
III.3.	Subjek Penelitian.....	27
III.4.	Sampel Penelitian.....	27
III.4.1.	Kriteria Sampel	27
III.4.2.	Perhitungan Sampel	28
III.4.3.	Teknik Pengambilan Sampel.....	29
III.5.	Identifikasi Variabel Penelitian.....	29
III.5.1.	Variabel Terikat	29
III.5.2.	Variabel Bebas	29
III.5.3.	Variabel Perancu	30
III.6.	Definisi Operasi Variabel.....	30
III.7.	Instrumen Penelitian.....	30
III.7.1.	Sampel.....	30
III.7.2.	Alat	31
III.7.3.	Bahan.....	31
III.8.	Protokol Penelitian	31
III.8.1.	Pengusulan Persetujuan Etik Penelitian.....	31
III.8.2.	Persiapan, Alat, Bahan, dan Sampel Penelitian	32
III.8.3.	Pembuatan Ekstrak Buah Kelor (<i>Moringa oleifera fruits</i>).....	32
III.8.4.	Penetapan Dosis	33
III.8.4.1.	Penetapan Dosis Ekstrak Buah Kelor (<i>Moringa oleifera fruits</i>)	33
III.8.4.2.	Penetapan Dosis Vitamin C	34
III.8.5.	Perlakuan Hewan Coba	35
III.8.5.1.	Aklimatisasi Hewan Coba	35
III.8.5.2.	Kelompok Perlakuan Hewan Coba	35
III.8.5.3.	Tahapan Perlakuan Hewan Coba.....	36
III.8.5.4.	Terminasi	37
III.8.5.5.	Pembuatan Homogenat Hepar	38
III.8.5.6.	Pemeriksaan Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>).....	38
III.9.	Analisis Data	40
III.10.	Alur Penelitian	41
BAB IV	42
IV.1.	Hasil Penelitian	42
IV.1.1.	Hasil Perlakuan Hewan Coba.....	42
IV.1.2.	Uji Statistik	49
IV.1.2.1.1.	Uji Normalitas Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>) Setelah Perlakuan.....	50
IV.1.2.1.2.	Uji Homogenitas Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>) Setelah Perlakuan.....	50
IV.1.2.1.3.	Uji <i>One-Way ANOVA</i> Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>)	51

IV.1.2.1.4. Uji <i>Post-Hoc Tukey</i> Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>)	52
IV.2. Pembahasan	53
IV.2.1. Pembahasan Aktivitas Spesifik Enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>) Setelah Perlakuan	53
IV.2.2. Keterbatasan Penelitian	58
BAB V	59
V.1. Kesimpulan	59
V.2. Saran	60
V.2.1. Saran Teoritis	60
V.2.2. Saran Praktis	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian terkait yang pernah dilakukan	21
Tabel 2. Definisi operasi variabel	30
Tabel 3. Hasil Frekuensi Berat Badan Tikus Dengan Perlakuan Obesitas Setelah perlakuan pemberian pakan tinggi lemak	43
Tabel 4. Kadar enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>) sampel (pg/mL)	45
Tabel 5. Hasil perhitungan kadar protein hepar (mg/mL).....	46
Tabel 6. Hasil perhitungan rata-rata aktivitas spesifik enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>). Huruf yang sama antar kelompok menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)	47
Tabel 7. Hasil perhitungan aktivitas spesifik enzim MnSOD (<i>manganese superoxide dismutase</i>) pada tikus obesitas yang diberikan ekstrak buah kelor dibandingkan dengan tikus obesitas yang diberikan vitamin C.....	49
Tabel 8. Hasil uji normalitas	50
Tabel 9. Hasil uji homogenitas.....	51
Tabel 10. Hasil uji <i>One-Way ANOVA</i>	51
Tabel 11. Hasil uji <i>Post-Hoc Tukey</i>	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gambaran progressivitas dari patogenesis MAFLD.....	13
Gambar 2. buah kelor.....	18

DAFTAR BAGAN

Bagan 1. Kerangka teori.....	24
Bagan 2. Kerangka konsep.....	25
Bagan 3. Alur penelitian	41

DAFTAR SINGKATAN

ASC ^{•-}	: <i>Ascorbyl anion</i>
CAT	: Katalase
Cu/ZnSOD	: <i>Cuprum/Zinc superoxide dismutase</i>
DAMPs	: <i>Damage-associated molecular patterns</i>
DNA	: <i>Deoxyribonucleic acid</i>
FADH	: <i>flavin adenine dinucleotide hydride</i>
GPx	: <i>Glutathione peroxidase</i>
H ₂ O ₂	: Hidrogen peroksida
HSL	: <i>Hormone sensitive lipase</i>
Il-1 β	: Interleukin-1 β
IL-8	: Interleukin-8
IPB	: Institut Pertanian Bogor
LPPM	: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
MAFLD	: <i>Metabolic dysfunction-associated fatty liver disease</i>
MCP-1	: <i>Monocyte chemotactic protein-1</i>
MnSOD	: <i>Manganese superoxide dismutase</i>
NF- κ B	: <i>Nuclear factor-κB</i>
NO	: Nitrogen monoksida
Nrf2/HO-1	: <i>Nuclear factor erythroid 2-related factor/heme oxygenase-1</i>
O ₂ ^{•-}	: Anion superoksida
ONOO ⁻	: Peroksinitrit
PAMPs	: <i>Pathogen-associated molecular patterns</i>
PTM	: Penyakit tidak menular
PTP	: <i>Permeability transportation pore</i>
RNS	: <i>Reactive nitrogen species</i>
ROS	: <i>Reactive oxygen species</i>
SKI	: Survey kesehatan Indonesia
SOD	: <i>Superoxide dismutase</i>
TNF- α	: <i>Tumor necrosis factor-α</i>
UI	: Universitas Indonesia
VLDL	: <i>Very low density lipoprotein</i>
WHO	: <i>World Health Organisation</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Riwayat hidup penulis	69
Lampiran 2. Surat persetujuan etik	70
Lampiran 3. Surat izin penelitian	71
Lampiran 4. Dokumentasi prosedur penelitian	72

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA**

Tugas Akhir, Januari 2025

Muhammad Alghaniy Fatahillah Mubarak, No. NRP 2110211061

**POTENSI EKSTRAK BUAH KELOR (*Moringa oleifera* fruits) TERHADAP
AKTIVITAS SPESIFIK ENZIM MnSOD (*manganese superoxide dismutase*)
HEPAR TIKUS (*Rattus norvegicus*) GALUR SPRAGUE DAWLEY MODEL
OBESITAS**

RINCIAN HALAMAN (xi + 68 halaman, 8 tabel, 2 gambar)

ABSTRAK

Tujuan

Metabolic dysfunction-associated fatty liver disease (MAFLD) merupakan suatu kondisi penumpukan lemak dalam hati akibat disfungsi metabolik. Obesitas dapat memicu MAFLD karena menyebabkan produksi stres oksidatif berlebih dalam hati. Buah kelor memiliki kandungan polifenol yang dapat meningkatkan aktivitas spesifik enzim *manganese superoxide dismutase* (MnSOD) hati sehingga mengurangi stress oksidatif dalam hati. Penelitian ini bertujuan meneliti potensi ekstrak buah kelor terhadap aktivitas spesifik enzim MnSOD pada hati tikus (*R. norvegicus*) galur Sprague Dawley model obesitas.

Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni dengan desain *posttest control group* menggunakan 30 sampel berupa tikus putih dengan total 5 kelompok yang terbagi menjadi 3 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan pemberian ekstrak buah kelor, dosis 500 mg/KgBB sekali sehari dan dua kali sehari. Aktivitas spesifik enzim MnSOD hati akan diperiksa dengan perlengkapan RAT SOD2 ELISA dan dianalisa dengan uji *One Way Anova* lalu dengan *Post Hoc Tukey*.

Hasil

Ekstrak buah kelor metode maserasi ethanol 96% dapat meningkatkan aktivitas spesifik enzim MnSOD hati pada pemberian dosis 500 mg/KgBB sekali sehari dan dua kali sehari. Pemberian dosis lebih tinggi juga dapat meningkatkan aktivitas spesifik enzim MnSOD hati secara lebih tinggi.

Kesimpulan

Ekstrak buah kelor metode maserasi ethanol 96% memiliki potensi sebagai bahan herbal dalam meningkatkan aktivitas spesifik enzim MnSOD hati dan memperbaiki kerusakan pada hepar.

Daftar Pustaka : 57 (2016-2025)

Kata Kunci : Buah Kelor, Enzim MnSOD, MAFLD, Antioksidan.

**FACULTY OF MEDICINE
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA**

Final Project, January 2025

Muhammad Alghaniy Fatahillah Mubarak, No. NRP 2110211061

POTENTIAL OF MORINGA FRUITS (Moringa oleifera fruits) EXTRACT TO IMPROVE MnSOD (manganese superoxide dismutase) ENZYME SPECIFIC ACTIVITY OF THE LIVER IN SPRAGUE DAWLEY STRAIN RATS (Rattus norvegicus) MODEL OBESITY

PAGE DETAILS (xi + 73 pages, 8 tables, 2 figures)

ABSTRACT

Purpose

Metabolic dysfunction-associated fatty liver disease (MAFLD) is a condition where fat accumulate in the liver due to metabolic dysfunction. Obesity could trigger MAFLD because it induces excessive oxidative stress in the liver. Moringa fruits have polyphenol contents that could increase the specific activity of manganese superoxide dismutase enzyme (MnSOD) in the liver, thus reducing liver's oxidative stress. This research is aimed at researching Moringa fruit's extract potential to increase specific MnSOD enzyme activity in obese Sprague Dawley strain white rats (R. norvegicus).

Methodology

This research is pure experimental with a posttest control group design consisting of 30 samples of Sprague Dawley strain white rat. There will be 5 different groups, with 3 control groups and 2 treatment groups that will be given moringa fruits extract with 500 mg/KgBW once a day and twice a day doses. Specific activity of MnSOD enzyme in the liver will be examined with RAT SOD2 ELISA kit then analyzed with One Way Annova continued with Post Hoc Tukey.

Result

Ethanol 96% maceration of moringa fruits extract can increase specific activity of MnSOD enzyme in the liver with 500 mg/KgBW once a day and twice a day doses. Higher dosage also shows higher increase in specific activity of MnSOD enzyme in the liver

Conclusion

Moringa fruits extract has potential benefits as a herb for increasing specific activity of MnSOD enzyme in the liver and repair oxidative stress caused by the accumulation of lipids.

Bibliography : 57 (2016-2025)

Keywords : Moringa fruits, MnSOD enzyme, MAFLD, Antioxidant