



**PENGARUH EKSTRAK DAUN *MORINGA OLEIFERA* ORAL
TERHADAP
AKTIVITAS APOPTOSIS SEL GANGLION RETINA
(Kajian pada Tikus Wistar Model Glaukoma)**

**LAPORAN PENELITIAN
TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam mengikuti
Program Pendidikan Dokter Spesialis I Ophthalmology**

Oleh :

Precisza Fanny Faranita

22040619310007

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS OPHTHALMOLOGY
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH EKSTRAK DAUN *MORINGA OLEIFERA* ORAL
TERHADAP
AKTIVITAS APOPTOSIS SEL GANGLION RETINA
(Kajian pada Tikus Wistar Model Glaukoma)**

Disusun oleh :
Precisza Fanny Faranita
22040619310007

Telah disetujui
Semarang, 10 Agustus 2023

Penguji I,

Penguji II,

dr. Arief Wildan, MSi.Med, Sp.M(K)
NIP. 197304302006041002

dr. Arnita Novitasari Saubig, Sp.M(K)
NIP. 198311092015042001

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. dr. Fifin L Rahmi, MS, Sp.M(K)
NIP. 19630611989032005

dr. Maharani, Sp.M(K)
NIP. 197907142008122001

Ketua Bagian
Ophthalmology FK UNDIP,

Ketua Program Studi
Ophthalmology FK UNDIP,

dr. Maharani, Sp.M(K)
NIP. 197907142008122001

dr. Arief Wildan, MSi.Med, Sp.M(K)
NIP. 197304302006041002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan ini,

Nama : Precisza Fanny Faranita
NIM : 22040619310007
Alamat : Jl. Bukit Ganda Raya no 7, Banyumanik, Semarang
Program Studi : Program Pendidikan Dokter Spesialis I, Departemen
Ophthalmology, Fakultas Kedokteran Universitas
Diponegoro.
Judul Penelitian : Pengaruh Ekstrak Daun *Moringa oleifera* Oral Terhadap
Aktivitas Apoptosis Sel Ganglion Retina (Kajian pada
Tikus Wistar Model Glaukoma)

Dengan ini menyatakan bahwa,

- (a) Penelitian saya ini adalah asli dan belum pernah dipublikasi atau diajukan untuk mendapatkan gelar akademik di Universitas Diponegoro maupun di perguruan tinggi lain.
- (b) Penelitian ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan orang lain, kecuali pembimbing dan pihak lain sepengetahuan pembimbing
- (c) Dalam penelitian ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan judul buku aslinya serta dicantumkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 10 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,

Precisza Fanny Faranita

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan penelitian dengan judul "Pengaruh Ekstrak Daun *Moringa oleifera* Oral Terhadap Aktivitas Apoptosis Sel Ganglion Retina (Kajian pada Tikus Wistar Model Glaukoma)" dapat diselesaikan guna memenuhi persyaratan dalam memperoleh keahlian di bidang Ophthalmology, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini dapat diselesaikan berkat bantuan berbagai pihak, terutama bimbingan para guru, dorongan keluarga, dan rekan-rekan penulis. Pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang, Prof. Dr. Yos Johan Utama, SH, M.Hum beserta jajarannya yang telah memberikan izin bagi penulis untuk menempuh PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Semarang.
2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro periode tahun 2015-2019: Prof. Dr. dr Tri Nur Kristina, DMM, M.Kes dan Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro tahun 2020: Dr. dr. Dwi Pudjonarko, M.Kes, Sp.S(K) beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan untuk mengikuti PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang.
3. Direktur Utama Rumah Sakit Pusat dr. Kariadi Semarang, dr Agus Suryanto, Sp.PD-KP, MARS periode tahun 2017-2020 dan Direktur Utama Rumah Sakit Umum Pusat dr. Kariadi Semarang periode tahun 2021-sekarang: drg. Farichah Hanum, M.Kes beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan untuk mengikuti PPDS I Ophthalmology di RSUP dr. Kariadi Semarang.
4. Kepala KSM Ophthalmology RSUP dr. Kariadi Semarang periode tahun 2015-2019 : dr. Sri Inakawati, Msi.Med Sp.M(K), Kepala KSM Ophthalmology RSUP dr. Kariadi Semarang periode tahun 2020-2022: dr. Afrisal Hari Kurniawan, Sp.M(K), dan Kepala KSM Ophthalmology RSUP

- dr. Kariadi Semarang periode tahun 2022-sekarang: dr. A. Rizal Fanany, Sp.M(K).
5. dr. Arief Wildan, Msi. Med, Sp.M(K), selaku Ketua Program Studi PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang tahun 2017-sekarang atas bimbingan, motivasi, doa dan waktu selama masa pendidikan hingga laporan hasil penelitian.
 6. dr. Maharani, Sp.M(K), selaku Ketua Bagian Program Studi PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang dan selaku pembimbing II penelitian ini atas bimbingan, motivasi, doa dan waktu selama masa pendidikan hingga laporan hasil penelitian.
 7. Dr. dr. Fifin Luthfia Rahmi, MS, Sp.M(K) selaku pembimbing utama penelitian ini atas bimbingan, motivasi, doa dan waktu selama masa pendidikan hingga laporan hasil penelitian.
 8. dr. Arief Wildan, Msi. Med, Sp.M(K), selaku penguji I dan dr. Arnita Novitasari Saubig, Sp.M(K), selaku penguji II penelitian atas bimbingan, dukungan moral, doa, dan waktu yang telah diberikan selama masa pendidikan hingga laporan hasil penelitian.
 9. dr. Arief Wildan, Msi. Med, Sp.M(K), dan dr. Fatimah Dyah Nur Astuti, MARS Sp.M(K); selaku dosen wali dari Juli 2019-sekarang atas bimbingan, arahan, dan motivasi selama masa pendidikan dan pelaksanaan penelitian.
 10. Staf pengajar Bagian Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro: Prof. Dr. dr. Winarto, DMM, Sp.M(K); dr. Sri Inakawati, MSi.Med Sp.M(K); Dr. dr. Fifin Luthfia Rahmi, MS, Sp.M(K); dr. A. Kentar Arimadyo Sulakso, MSi.Med Sp.M(K); Dr. dr. Trilaksana Nugroho, MKes. FISCAM, SP.M(K); dr. Fatimah Dyah Nur Astuti, MARS Sp.M(K); dr. Liana Ekowati, MSi.Med, Sp.M(K); dr. Dina Novita, Sp.M(K), dr. Riski Prihatningtias, Sp.M(K); dr. Wisnu Sadasih, Sp.M(K); dr. A. Rizal Fanany, Sp.M(K); dr. Andhika Guna Dharma, Sp.M(K); dr. Arnita Novitasari Saubig, Sp.M(K); dr. Raja Erinda S., Sp.M; dr. Satya Hutama Pragnanda, Sp.M(K); dr. Denti Puspasari, Sp.M; dr. Dea Prita, Sp.M; dr. Disti Hardianti, Sp.M dan dr. Riskha Pangestika, Sp.M yang telah berperan besar

dalam memberikan ilmu, keterampilan, keteladanan, bimbingan, dan arahan selama penulis menempuh pendidikan.

11. Staf pengajar di rumah sakit jejaring: dr. Priyo Triyono, Sp.M dan dr.Sigit Arihandoko,Sp.M (RSUD dr.R.Soetrasno Rembang); dr. R. Adri Subandiro,Sp.M dan dr.Serisa Irilla,Sp.M (RSUD dr.Soeselo Slawi)
12. dr. Hermawan Istiadi, MSi.Med, Sp.PA(K) selaku dokter spesialis Patologi Anatomi di Laboratorium Patologi Anatomi FK Universitas Diponegoro dan dr. Novan Adi Setiawan, Sp.PA selaku dokter spesialis Patologi Anatomi di Laboratorium Patologi Universitas Negeri Surakarta beserta staf, yang telah membantu dalam proses pembuatan dan pembacaan preparat.
13. Ibu Tika serta staf Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Semarang yang telah menyediakan tempat untuk pemeliharaan hewan coba, dan membantu penulis dalam melakukan perawatan dan pemeliharaan hewan coba selama proses pelaksanaan penelitian.
14. Teman sejawat PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Angkatan Juli 2019 : dr. Devi Putri Widyavera Hukom, dr. Hida Fitriana Rahmawati Putri, dr. Isnia Rahmi Roosdhantia, dr. John elfran Sihombing, dr. Manista Astriyani, dr. Nurul Febriani, dr. Samuel Octovianus Dimara, dr. Tria Kusuma Maharani atas segala kebersamaan, kerjasama, semangat, bantuan dan dukungan moral serta doa selama masa pendidikan.
15. Rekan-rekan sejawat residen PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, baik senior maupun junior yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala kerjasama, bantuan dan dukungan moral selama masa pendidikan.
16. Staf medis dan paramedis, Bapak Andi, Ibu Intan, Ibu Andien, Ibu Djumronah, Bapak Yani. Bapak Eko, Ibu Dwi, Ibu Yuli, Ibu Nur, Ibu Hera, Ibu Maret, Ibu Ainun, dan lain-lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu

persatu di Bagian Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, atas bantuan dan kerjasamanya selama menjadi residen.

17. Staf administrasi Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro: Bapak Sugeng Riyadi, Bapak Sem Jumbana, Bapak Bimo, Bapak Indi, Ibu Eko, Ibu Lia, Ibu Rahma atas kerjasama dan dukungan.
18. Perawat dan paramedik RSUD dr. R. Soetrasno Rembang, RSUD dr. Soeselo Slawi, RS Nasional Diponegoro, dan Puskesmas Gunung Pati atas bantuan dan kerjasamanya
19. Kedua orang tua, Stefanus Paryono, S.H dan Susilowati, S.H serta kakak dan adik saya Immanuel Reza Adri Paryono, ST, MMktg, dr. Olivia Vina Faranita, dipl. AAM, dr Inneke Frieska Faranita
20. Pasien – pasien yang penulis temui selama menempuh pendidikan spesialis. Kerelaan dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis telah menjadikan anda sebagai guru dan pengalaman paling berharga.
21. Segenap pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah berjasa dan berperan serta hingga terselesaikannya pendidikan dan penelitian.

Penulis menyadari bahwa penelitian dan laporan penelitian ini tidak sempurna, sehingga penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik demi perbaikan dan kemajuan bersama. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk ilmu pengetahuan dan kesehatan di bidang mata. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan karunia-Nya yang berlipat ganda kepada kita semua. Aamiin.

Semarang, 10 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	6
I.2.1. Rumusan Masalah Umum	6
I.2.2. Rumusan Masalah Khusus	6
I.3. Tujuan Penelitian.....	6
I.3.1. Tujuan Umum.....	6
I.3.2. Tujuan Khusus.....	6
I.4. Manfaat Penelitian.....	7
I.4.1. Manfaat untuk Ilmu Pengetahuan.....	7
I.4.2. Manfaat bagi Klinisi	7
I.4.3. Manfaat bagi Masyarakat	8
I.5. Orisinalitas Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
II.1. Glaukoma.....	11
II.2. Tekanan Intraokular.....	11
II.3. Patogenesis Glaukoma.....	12
II.3.1. Penurunan Faktor Neurotropin	12

II.3.2.	Neuroinflamasi pada Glaukoma.....	13
II.3.2.1.	Sel Glia.....	16
II.3.2.2.	Aktivasi Mikroglia dan Astroglia/Makroglia.....	18
II.3.2.3.	Tumor Necrosis Factor Alpha.....	19
II.3.3.	Eksitoksisitas Glutamat dan TNF- α	23
II.3.4.	Iskemia dan Stres oksidatif.....	25
II.4.	Apoptosis Sel Ganglion Retina.....	25
II.4.1.	Caspase-3.....	28
II.5.	Moringa Oleifera	29
II.6.	Peran Moringa Oleifera dalam Terapi.....	33
II.6.1.	Efek Antioksidan.....	33
II.6.2.	Efek Anti Inflamasi dan Anti Apoptosis	33
II.7.	Dosis Moringa Oleifera	35
II.8.	Tikus Wistar Model Glaukoma	37
BAB III	KERANGKA PENELITIAN	40
III.1.	Kerangka Teori.....	40
III.2.	Kerangka Konsep	41
III.3.	Hipotesis	41
III.3.1.	Hipotesis Mayor	41
III.3.2.	Hipotesis Minor.....	41
BAB IV	METODE PENELITIAN	42
IV.1.	Rancangan dan Ruang Lingkup Penelitian.....	42
IV.2.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	43
IV.3.	Populasi dan Sampel.....	43
IV.3.1.	Populasi	43
IV.3.2.	Sampel	43
IV.3.2.1.	Cara Pemilihan Sampel Penelitian.....	43
IV.3.2.2.	Kriteria Drop Out.....	44
IV.3.2.3.	Besar Sampel	44
IV.4.	Variabel Penelitian	45
IV.4.1.	Variabel Bebas.....	45

IV.4.2. Variabel Antara	45
IV.4.3. Variabel Terikat.....	45
IV.5. Definisi Operasional	45
IV.6. Alat dan Bahan	48
IV.6.1. Alat	48
IV.6.2. Bahan.....	48
IV.7. Cara Kerja.....	49
IV.8. Analisis Data.....	50
IV.9. Etika Penelitian.....	51
IV.10. Alur Penelitian.....	52
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
V.1. Hasil Penelitian.....	53
V.2. Pembahasan	58
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....	64
VI.1. Simpulan.....	64
VI.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Sebelumnya yang Berhubungan dengan Penelitian Ini.....	8
Tabel 4.1 Definisi Operasional	45
Tabel 4.2 Interpretasi Tingkat Kesesuaian Cohen's Kappa	50
Tabel 4.3 Interpretasi Koefisien Korelasi	51
Tabel 5.1 Hasil uji kesesuaian pembacaan Ekspresi TNF- α	54
Tabel 5.2 Hasil uji kesesuaian pembacaan Ekspresi Caspase-3	54
Tabel 5.3 Deskriptif dan Normalitas data TNF- α	55
Tabel 5.4 Deskriptif dan Normalitas data Caspase-3	55
Tabel 5.5 Hasil uji perbedaan Ekspresi TNF- α pada kelompok Perlakuan dan kelompok Kontrol.....	55
Tabel 5.6 Hasil uji perbedaan Ekspresi Caspase-3 pada kelompok Perlakuan dan kelompok Kontrol.....	56
Tabel 5.7 Deskriptif dan Normalitas data TNF- α dan Caspase-3 pada kelompok Perlakuan	56
Tabel 5.8 Hasil uji Korelasi Spearman's Ekspresi TNF- α dan Caspase-3 (Kelompok Perlakuan).....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Efek Peningkatan TIO pada Sel Glia Retina	14
Gambar 2.2 Mekanisme Aktivasi NF- κ B dan Produksi TNF- α	15
Gambar 2.3. Sel Glia Retina	17
Gambar 2.4 Peran TNF- α dalam Jalur Apoptosis.....	22
Gambar 2.5 Mekanisme Eksitoksisitas dengan TNF- α pada Mikroglia, Astrosit dan Sel Müller	24
Gambar 2.6 Jalur Ekstrinsik dan Intrinsik dalam Apoptosis.....	27
Gambar 2.7 Tanaman <i>Moringa Oleifera</i>	29
Gambar 2.8 Mekanisme Kerja <i>Moringa Oleifera</i> sebagai Anti inflamasi dan Antioksidan	35
Gambar 2.9 Diagram Otot Ekstraokular dan Vena Episklera pada Tikus	39
Gambar 2.10 Oklusi Vena Episklera dengan Kauterisasi	39
Gambar 3.1 Kerangka Teori.....	40
Gambar 3.2 Kerangka Konsep	41
Gambar 4.1 Skema Rancangan Penelitian	42
Gambar 4.2 Alur Penelitian.....	52
Gambar 5.1 Ekspresi TNF- α kelompok Perlakuan pembesaran 400x	57
Gambar 5.2 Ekspresi TNF- α kelompok Kontrol pembesaran 400x.....	57
Gambar 5.3 Ekspresi Caspase-3 kelompok Perlakuan pembesaran 400x.....	57
Gambar 5.4 Ekspresi Caspase-3 kelompok Kontrol pembesaran 400x	58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 - Ethical Clearance	74
LAMPIRAN 2 - Foto Pemeriksaan Imunohistokimia Ekspresi TNF- α pada Sel Ganglion Retina	76
LAMPIRAN 3 - Foto Pemeriksaan Imunohistokimia Ekspresi Caspase-3 pada Sel Ganglion Retina	78
LAMPIRAN 4 - Output SPSS.....	80
LAMPIRAN 5 - Foto Pelaksanaan Penelitian	85

DAFTAR SINGKATAN

AMPA	<i>α-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolepropionic acid</i>
AIF	<i>Apoptosis-Inducing Factor</i>
AP-1	<i>Activator Protein 1</i>
Apaf-1	<i>Apoptotic Protease-Activating Factor-1</i>
Bax	<i>Bcl-2 Associated X-protein</i>
Bcl-2	<i>B-cell Lymphoma 2</i>
BDNF	<i>Brain-Derived Neurotrophic Factor</i>
Bid	<i>BH3 Interacting Domain Death Agonist</i>
CAD	<i>Caspase-Activated Dnase</i>
CAT	<i>Catalase</i>
cIAPs	<i>Cellular Inhibitor Of Apoptosis Proteins</i>
COX-2	<i>Cyclooxygenase-2</i>
CP-AMPA	<i>Ca²⁺ Permeabel-AMPA Receptor</i>
DAMPs	<i>Damage-Associated Molecular Patterns</i>
DD	<i>Death Domain</i>
DIABLO	<i>Direct Inhibitor Of Apoptosis-Binding Protein With Low Pi</i>
DKK	Dan Kawan Kawan
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
FasL	<i>Ligan Fas</i>
FK UNS	Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta
GABA _A	<i>γ-Aminobutyric Acid type A</i>
GCL	<i>Ganglion Cell Layer</i>
GSHPx	<i>Glutathione Peroxidase</i>
HA	Humor Aquos
ICAD	<i>Inhibitor Of Caspase-Activated Dnase</i>
ICAM	<i>Intercellular Adhesion Molecule</i>
ICC	<i>Intraclass Correlation Coefficient</i>
IFN- γ	<i>Interferon-γ</i>
IGF-1	<i>Insulin-Like Growth Factor 1</i>
IKB- α	<i>NF-κB Inhibitor Alpha</i>
IKK- α	<i>Inhibitor of κB Kinase Alpha</i>
IKK- β	<i>Inhibitor of κB Kinase β</i>
IL-1	<i>Interleukin 1</i>
IL-10	<i>Interleukin 10</i>
IL-1 β	<i>Interleukin 1 beta</i>
IL-2	<i>Interleukin 2</i>
IL-4	<i>Interleukin 4</i>

IL-6	<i>Interleukin 6</i>
IL-8	<i>Interleukin 8</i>
INL	<i>Inner Nuclear Layer</i>
iNOS	<i>Inducible NO Synthase</i>
JAK/STAT	<i>Janus Kinase/Signal Transducers And Activators Of Transcription</i>
JNK	<i>c-Jun N-terminal Kinase</i>
KPEK	<i>Komisi Etik Penelitian Kesehatan</i>
LPS	<i>Lipopolisakarida</i>
LUBAC	<i>Linear Ubiquitin Assembly Complex</i>
MAPK	<i>Mitogen-Activated Protein Kinase</i>
MDA	<i>Malondialdehyde</i>
mGluR2	<i>Metabotropic Glutamate Receptor 2</i>
MKK	<i>mitogen-activated protein kinase kinase</i>
MMP	<i>Matriks Metaloproteinase</i>
MO	<i>Moringa Oleifera</i>
MOMP	<i>Mitochondrial Outer Membrane Permeabilisation</i>
mTNF- α	<i>Transmembran Tumor Necrosis Factor Alpha</i>
NADPH	<i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate</i>
NEMO	<i>NF-κB Essential Modulator</i>
	<i>Nuclear Factor Kappa-Light-Chain-Enhancer Of Activate</i>
NF- κ B	<i>Lymphocytes B</i>
NGF	<i>Nerve Growth Factor</i>
NMDA	<i>N-Methyl-D-Aspartate</i>
NO	<i>Nitric Oxide</i>
NOD	<i>Nucleotide-Binding Oligomerization Domain</i>
NOX2	<i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate Oxidase</i>
Nrf2	<i>Nuclear Factor Erythroid 2-Related Factor 2</i>
ONH	<i>Optic Nerve Head</i>
PA	<i>Patologi Anatomi</i>
PAMPs	<i>Pathogen-Associated Molecular Patterns</i>
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
PGE2	<i>Prostaglandin E2</i>
POAG	<i>Primary Open Angle Glaucoma</i>
RGC	<i>Retinal Ganglion Cell</i>
RIP1	<i>Receptor Interacting Protein Kinase 1</i>
RNFL	<i>Retinal Nerve Fiber Layer</i>
RNS	<i>Reactive Nitrogen Species</i>
ROCK1	<i>Rho Associated Coiled-Coil Containing Protein Kinase 1</i>
ROS	<i>Reactive Oxygen Species</i>
Smac	<i>Second Mitochondria-Derived Activator Of Caspase</i>

SOD	<i>Superoxide Dismutase</i>
SSP	Sistem Saraf Pusat
sTNF- α	<i>Soluble Tumor Necrosis Factor Alpha</i>
STZ	<i>Streptozotocin</i>
TAB2	<i>TAK1-Binding Protein 2</i>
TAB3	<i>TAK1-Binding Protein 3</i>
TAK1	<i>Transforming Growth Factor-β-Activating Kinase 1</i>
tBid	<i>Truncated Bid</i>
TGF- β	<i>Transforming Growth Factor Beta</i>
TGF- β 1	<i>Transforming Growth Factor Beta 1</i>
TGF- β 2	<i>Transforming Growth Factor Beta 2</i>
TH2	<i>T Helper 2</i>
TIO	Tekanan Intraokular
TLR	<i>Toll- Like Receptor</i>
TM	<i>Trabecular Meshwork</i>
TNF-R1	<i>Tumor Necrosis Factor Receptor 1</i>
TNF- α	<i>Tumor Necrosis Factor Alpha</i>
TNFR2	<i>Tumor Necrosis Factor Receptor 2</i>
TNFRs	<i>Tumor Necrosis Factor Receptor</i>
TRAF	<i>TNF Receptor-Associated Factor</i>
TRAF2	<i>TNF Receptor-Associated Factor 2</i>
VCAM	<i>Vascular Cell Adhesion Molecule</i>
VEGF	<i>Vascular Endothelial Growth Factor</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

ABSTRAK

Latar Belakang Patogenesis glaukoma bersifat multifaktorial diantaranya yaitu terjadinya neuroinflamasi dan stress oksidatif. Terapi selama ini berfokus pada pengendalian tekanan intraokular, sedangkan faktor lain belum banyak diketahui. *Moringa oleifera* (MO) merupakan tanaman tradisional dimana setiap bagiannya mengandung nutrisi yang bermanfaat dan memiliki sifat farmakologis pada berbagai organ salah satunya anti apoptosis.

Tujuan Membuktikan ekspresi TNF- α dan Caspase-3 untuk menilai aktivitas apoptosis sel ganglion retina pada tikus Wistar model glaukoma yang diberi ekstrak daun MO oral lebih rendah dibandingkan kontrol.

Metode Penelitian ini menggunakan 14 tikus Wistar jantan model glaukoma dengan rancangan *post-test only randomized controlled group*. Hewan coba dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan yang diberi *Moringa oleifera* oral 400mg/kgBB/24 jam selama 4 minggu, sedangkan kelompok kontrol diberikan akuades selama 4 minggu. Penilaian ekspresi TNF- α dan Caspase-3 pada sel ganglion retina dilakukan dengan pemeriksaan imunohistokimia. Uji beda dengan menggunakan uji *Mann-Whitney* (Signifikan $p < 0,05$). Uji korelasi ekspresi TNF- α dan Caspase-3 pada kelompok perlakuan dengan uji korelasi Spearman's (Signifikan $p < 0,05$).

Hasil Ekspresi TNF- α dan Caspase-3 pada kelompok perlakuan berbeda secara bermakna dibandingkan kelompok kontrol (Mean $2,14 \pm 0,38$ dan $5,86 \pm 1,22$ $p = 0,001$; Mean $2,71 \pm 0,49$ dan $5,86 \pm 1,22$ $p = 0,001$). Uji korelasi ekspresi TNF- α dan Caspase-3 pada kelompok perlakuan didapatkan nilai $r = 0,258$, $p = 0,576$.

Kesimpulan Ekspresi TNF- α dan Caspase-3 pada kelompok perlakuan lebih rendah daripada kontrol. Ekstrak daun MO oral menekan aktivitas apoptosis sel ganglion retina tikus Wistar model Glaukoma.

Kata Kunci *Moringa oleifera*, Glaukoma, TNF- α , Caspase-3, Apoptosis, Neuroinflamasi

ABSTRACT

Background Glaucoma's pathogenesis is multifactorial, involving neuro-inflammation and oxidative stress. Therapies has primarily concentrated on intraocular pressure control, while other factors yet to be discovered. *Moringa oleifera* (MO), traditional plant which every part contains beneficial nutrients and pharmacological properties in various organs, including anti-apoptosis effect.

Objective to prove the TNF- α and Caspase-3 expression as apoptosis activities indicators in retinal ganglion cells (RGC) of Wistar rats glaucoma model that given oral MO leaf extract is lower than control.

Methods This study utilised 14 male Wistar rats as glaucoma model, post-test only randomized controlled group design. They were divided into two groups: the treatment group received oral MO leaf extract at a dosage of 400 mg/kgBW/24 hours for four weeks, while the control group received aquades. The evaluation of TNF- α and Caspase-3 expression in RGC was conducted through immunohistochemical examination. The data were analysed using Mann-Whitney test (Significance at $p < 0,05$). The correlation between TNF- α and Caspase-3 expression in the treatment group was assessed using Spearman's correlation test (Significance at $p < 0,05$).

Results The TNF- α and Caspase-3 expression in the treatment group was significantly different from the control group (Mean $2,14 \pm 0,38$ and $5,86 \pm 1,22$ $p = 0.001$; Mean $2,71 \pm 0,49$ and $5,86 \pm 1,22$ $p = 0.001$). The correlation test of TNF- α and Caspase-3 expression in the treatment group yielded $r = 0.258$, $p = 0,576$.

Conclusion The TNF- α and Caspase-3 expression in treatment group is lower than control, indicating that oral MO leaf extract suppresses the apoptosis activity of RGC Wistar rats glaucoma model.

Keywords *Moringa oleifera*, Glaucoma, TNF- α , Caspase-3, Apoptosis, Neuroinflammation.