



**PENGARUH PEMBERIAN FUKOSANTIN TERHADAP  
APOPTOSIS RETINA MENCIT BALB/C YANG DIPAPAR  
CAHAYA BIRU**

**(Kajian Ketebalan Outer Nuclear Layer Retina dan Ekspresi NADPH  
*Quinon Oxidoreductase- 1 (NQO1)*)**

**LAPORAN PENELITIAN TESIS**

Untuk memenuhi persyaratan dalam mengikuti  
Program Pendidikan Dokter Spesialis I  
Ophthalmology

Oleh :

**Anditta Syifarahmah**

**22040619320016**

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

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN TESIS**

**PENGARUH PEMBERIAN FUKOSANTIN TERHADAP  
APOPTOSIS RETINA MENCIT BALB/C YANG DIPAPAR  
CAHAYA BIRU**

**(Kajian Ketebalan Outer Nuclear Layer Retina dan Ekspresi NADPH  
Quinon Oxidoreductase- 1 (NQO1))**

**Disusun Oleh :**  
**Anditta Syifarahmah**  
**NIM. 22040619320016**

Telah disetujui  
Semarang, Februari 2024

Penguji I,

Penguji II,

**Prof. Dr. dr. Winarto, DMM, Sp.MK, Sp.M(K)**

NIP. 194906171978021001

Pembimbing I,

**dr. Riski Prihatningtias, Sp.M(K)**

NIP. 19812022010122003

Pembimbing II,

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

NIP. 197304302006041002

Ketua Bagian  
Ophthalmology FK UNDIP,

**dr. Maharani Cahyono, Sp.M(K)**

NIP. 197907142008122001

Ketua Program Studi  
Ophthalmology FK UNDIP,

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

NIP. 197304302006041002

**dr. Maharani Cahyono, Sp.M(K)**

NIP. 197907142008122001

## HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Anditta Syifarahmah  
NIM : 22040619320016  
Alamat : Paramount Village, jl Muria no 3  
Program Studi : Program Pendidikan Dokter Spesialis I,  
Departemen Ophthalmology,  
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro  
Judul Penelitian : Pengaruh Pemberian Fukosantin Terhadap Apoptosis  
Retina Mencit Balb/C yang dipapar Cahaya Biru : Kajian  
Ketebalan *Outer Nuclear Layer* dan Ekspresi NADPH  
*Quinon Oxidoreductase-1 (NQO1)*

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 tanpabantuan 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, Februari 2024

Yang membuat pernyataan,

Anditta Syifarahmah

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbilalamiin penulis panjatkan kepada Allah Subhanallahu Wa Ta'ala sehingga laporan penelitian dengan judul “Pengaruh Pemberian Fukosantin Terhadap Apoptosis Retina Mencit Balb/C yang Dipapar Cahaya Biru : Kajian Ketebalan Outer Nuclear Layer dan Ekspresi NADPH Quinon Oxidoreductase-1 (NQO1)” dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh keahlian di bidang Ophthalmology, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini dapat dituntaskan berkat bantuan besar berbagai pihak, terutama bimbingan para guru, dorongan keluarga, dan rekan-rekan penulis. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan 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 Dr.dr. Yan Wisnu Prajoko, Sp.B. Subsp-Onk(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 RSUPdr. Kariadi Semarang.

4. dr. Arief Wildan, Msi. Med, Sp.M(K), selaku Ketua Program Studi PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang tahun 2017-2023 dan Ketua Program Studi PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang tahun 2024-sekarang : dr. Maharani, Sp.M(K)
5. 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)
6. dr. Arief Wildan, Msi. Med, Sp.M(K) selaku pembimbing I, Kepala Bagian Program Studi PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang, dan selaku dosen wali atas bimbingan, dukungan moral, doa, dan motivasi yang tiada terkira selama penelitian dan masa pendidikan.
7. dr. Maharani, Sp.M(K), selaku Pembimbing II dan Ketua Program Studi PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang, atas bimbingan, dukungan moral, doa, dan motivasi yang tiada terkira selama penelitian dan masa pendidikan.
8. Prof. Dr. dr. Winarto, DMM, Sp.MK, Sp.M(K) selaku penguji I penelitian ini atas bimbingan, dukungan moral, doa, dan waktu yang telah diberikan selama masa pendidikan hingga laporan hasil penelitian.

9. dr. Riski Prihatningtias, Sp.M(K) selaku penguji II penelitian ini atas bimbingan, dukungan moral, doa, dan waktu yang telah diberikan selama masa pendidikan hingga laporan hasil penelitian.
9. dr. Fatimah Dyah Nur Astuti, MARS, Sp.M(K) selaku dosen wali 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. FISCM, 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. Arnila Novitasari Saubig, Sp.M(K); dr. Raja Erinda S., Sp.M; dr. Satya Utama Pragnanda, Sp.M(K); dr. Denti Puspasari, Sp.M; dr. Riskha Pangestika, Sp.M; dr. Dea Prita Caesarita, Sp.M dan dr. Disti Hardiyanti, 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. Tita Octavia, Sp.M, dr. Nindyan Prawasari, Sp.M, dan dr. Iffah Zulfa, Sp.M (RSUD RA Kartini Jepara), dr. R. Adri Subandiro, Sp.M dan dr. Andriati Nadhilah, Sp.M (RSUD dr. Soesilo Slawi).

12. drh. Made Bagus Auriva M.M.Sc, Bp.Sutari, dan Bp. Agung serta Staf LPPT Unit 4 Universitas Gajahmada Yogyakarta (UGM) yang telah menyediakan tempat untuk pemeliharaan hewan coba, dan membantu penulis dalam melakukan perawatan dan pemeliharaan hewan coba selama proses pelaksanaan penelitian.
13. dr. Hanggoro Tri Rinonce, Sp.PA, Ph.D selaku dokter spesialis Patologi Anatomi di Laboratorium Patologi Anatomi FK Universitas Gajahmada Yogyakarta (UGM) beserta staf, yang telah membantu dalam proses pembuatan dan pembacaan preparat.
14. Teman sejawat PPDS I Ophthalmology angkatan Januari 2020 (Blessed): dr. Amalia , dr. Talita, dr. Rangga, dr. Danis, dr. Irwan, dr.Oni, dr. Mahendra, dr. Alfin, dr. Hasya, atas segala kerjasama, semangat, bantuan, dan dorongan moral selama proses pendidikan.
15. Rekan-rekan sejawat residen PPDS I Ophthalmology Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, baik senior maupun junior yang telah memberikan semangat dan dukungan moral selama masa pendidikan.
16. Staf medis dan paramedis, BapakAndi, Ibu Intan, Ibu Andien, Ibu Anis, Bapak Yani, Bapak Eko, Bapak Yazid, Bapak Ulum,Bapak Heri, Ibu Riska, Ibu Umi, Ibu Fina, 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 Bimo, Bapak Indi, Bapak Sem Jumbana, Ibu Eko,  
Ibu Hana, Ibu Lia, Ibu Rahma atas kerjasama dan dukungan.
19. Perawat dan paramedik RSUD RA Kartini Jepara dan RSUD dr. Soesilo Slawi,  
RS Nasional Diponegoro, dan Puskesmas Gunung Pati atas bantuan dan  
kerjasamanya.
20. Bakti, hormat, doa, dan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, dr.  
Zulfachmi Wahab, Sp.PD-KHOM dan dra. Asih Liza Restanti, MKes, Apt yang  
penuh kasih sayang dan pengorbanan luar biasa yang telah mengasuh,  
membesarkan, mendidik dan menanamkan kemandirian, disiplin, dan tanggung  
jawab, suami tercinta dr. Bayu Sunartejo, Sp.An dan buah hati Rajendra Yusuf  
Alkhair atas cinta kasih, pengertian dan kesabaran dalam mendukung  
penyelesaian pendidikan spesialis iniserta adik tercinta Bunga Syifarahmi dan  
Chairul Syifarachman yang turut memberikan doa yang tidak pernah putus,  
dorongan semangat, bantuan moril dan material yang tidak akan ada habisnya  
bila disebutkan, yang tidak akan pernah penulis bisa membalasnya.
21. 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.
22. Segenap pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah  
berjasa dan berperan serta hingga terselesaikannya pendidikan dan penelitian.  
Semoga semua usaha dan jerih payah yang telah melibatkan begitu banyak  
tenaga, waktu, pikiran, dan biaya kiranya dapat bermanfaat untuk perkembangan



Ophthalmology. Semoga Allah melimpahkan karunia- Nya kepada semuanya. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak sempurna, sehingga diperlukan adanya saran maupun kritik untuk perbaikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk kita semua. Amin.

Semarang, Februari 2024

Penulis

Anditta Syifarahmah

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
ABSTRAK .....	xviii
ABSTRACT.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2.Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.1.Tujuan Penelitian Umum .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.2.Tujuan Penelitian Khusus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Manfaat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.1.Manfaat untuk Ilmu pengetahuan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.2.Manfaat bagi penelitian selanjutnya .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.3.Manfaat bagi pelayanan kesehatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Orisinalitas Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Anatomi Retina.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.1.1	Lapisan Retina .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2	<i>Retinal Pigment Epithelium</i> (RPE)....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3	Metabolisme Energi pada Segmen Luar Fotoreseptor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4	Fisiologi Siklus Visual..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2	Cahaya Biru.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1	Jenis dan Sumber Cahaya Biru.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2	Efek Cahaya Biru Terhadap Retina	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3	Lipofuscin dan Efek Cahaya biru ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4	Rhodopsin dan Efek Cahaya biru ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5	Faktor Pertumbuhan dan Efek Cahaya Biru .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.6	Penanganan Efek Cahaya Biru .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.7	Paparan Cahaya Biru dan Degenerasi Makula .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3	Kerusakan retina akibat paparan cahaya biru.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1	(ARE System) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2	NAD(P)H : <i>quinone oksidoreduktase</i> -1 (NQO1)...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4	Fukosantin.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1	Fukosantin dan ARE system .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2	Fukosantin pada sargassum .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.5 Mencit BALB/C .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1 Mencit BALB/C yang diberikan Paparan Cahaya Biru	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III KERANGKA PENELITIAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Kerangka Teori.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Kerangka Konsep .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Hipotesis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1 Hipotesis Mayor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2 Hipotesis Minor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.Rancangan dan Ruang Lingkup Penelitian..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Waktu dan Tempat Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1 Populasi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2 Sampel Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4 Cara Pemilihan Sampel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5 Besar Sampel.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6 Variabel Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7 Materi Penelitian dan Cara Kerja .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.1. Alat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.2. Bahan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.3. Cara Kerja.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8 Pengolahan dan Analisis Data	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9 Etika Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.10 Alur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1. Hasil Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Pembahasan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB VI SIMPULAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1 Simpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2 Saran.....	<b>...Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Skema elemen neuron, glial, dan vaskular. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. Penampang cross sectional lapisan retina dan koroid. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. Gambaran skematik koneksi neuronal pada retina dan sel penunjang.  
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. Fisiologi siklus visual..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5. Spektrum elektromagnetik dan radiasi optik..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6. Jalur inflamasi yang disebabkan oleh paparan cahaya biru ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 7. Retikulum endoplasma dan jalur mitokondria yang mendapat paparan cahaya biru. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 8. Cahaya biru meningkatkan ROS intraseluler dan menginduksi stress oksidatif..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 9. Jalur NRF2/ARE yang berperan sebagai antioksidan esensial. ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 10. Skema umum untuk induksi gen sitoprotektif melalui jalur pensinyalan Nrf2/Keap1/ARE. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 11. Gugus kimia senyawa fukosantin..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 12. Mekanisme enzim antioksidan yang diaktifkan fucoxanthin dan biotransferase fase II melalui jalur Nrf2-ARE. . **Error! Bookmark not defined.**

**defined.**

Gambar 13. Kerangka teori.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 14. Kerangka konsep.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 15. Rancangan penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 16. Alur penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 17. Grafik ekspresi NQO-1 .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 18. Ketebalan ONL yang diukur menggunakan software image J pada  
kelompok kontrol dan perlakuan.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 19. Grafik ketebalan ONL.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 20. Grafik Scatter Plot hubungan NQO-1 terhadap ONL ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Orisinalitas Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. Definisi Operasional .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. Tabel Uji Saphiro Wilk NQO-1 .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. Tabel Uji Saphiro-Wilk Ketebalan ONL .**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 5. Hasil uji Independent T-Test NQO-1.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 6. Tabel hasil uji Independent T-Test ketebalan ONL**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 7. Korelasi antara NQO-1 dan ONL .....**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR SINGKATAN

A2E	<i>N-retinylidene-N-retinylethanolamine</i>
AMD	<i>Age-related Macular Degeneration</i>
Apaf-1	<i>Apoptotic PeptidaseActivating Factor-1</i>
ARD	<i>Age-related Maculopathy</i>
ARE	<i>Antioxidant Responsive Element</i>
AREDS	<i>Age Related Eye Disease Study</i>
ATP	<i>Adenosine Triphosphate (ATP)</i>
Bcl-2	<i>B Cell Lymphoma 2</i>
Casp	<i>Caspase</i>
Ca <sup>2+</sup>	<i>Kalsium</i>
CCR 3	<i>Chemokine Receptor 3</i>
CFL	<i>Compact Fluorescent Lamp</i>
CNV	<i>Choroidal Neovascularization</i>
CRBP 1	<i>Cellular Retinol-Binding Protein 1</i>
DRP-1	<i>Dynamin Related Protein – 1</i>
FGF1	<i>Fibroblast Growth Factor-1</i>
FGF2	<i>Fibroblast Growth Factor-2</i>
GCL	<i>Glutamate-Cysteine Ligase</i>
GCL	<i>Ganglion Cell Layer</i>
GCLC	<i>Glutamate Cysteine Ligase Catalytic Subunit</i>
GPx	<i>Glutathione Peroxidase</i>
GSH	<i>Glutathione</i>
HE	<i>Hematoxylin-eosin</i>
HEV	<i>High-Energy Visible</i>
HGF	<i>Hepatocyte Growth Factor</i>
HO-1	<i>Heme Oxygenase – 1</i>
IL-1	<i>Interleukin -1</i>
ILM	<i>Internal Limiting Membrane</i>
IOS	<i>Inner-Outer Segment</i>
IPL	<i>Inner plexiform layer</i>

Keap1	<i>Kelch-like ECH-associated Protein 1</i>
KEPK	Komisi Etik Penelitian Kesehatan dan Kedokteran
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
LRAT	<i>Lecithin Retinol Acyltransferase</i>
MAPK	<i>Mitogen-Activated Protein Kinase</i>
MDA	<i>Malondialdehyd</i>
MFN-2	<i>Mitofusin 2</i>
MRNA	<i>Messenger RNA</i>
Mtor	<i>Mammalian Target of Rapamycin</i>
NADPH	<i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate</i>
NFL	<i>Nerve Fiber Layer</i>
NLRP 3	<i>Nod Like Receptor Protein-3</i>
NRF2	<i>Nuclear Factor Erythroid-2-Related Factor 2</i>
NQO1	<i>NADPH Quinon Oxidoreductase- 1</i>
ONL	<i>Outer Nuclear Layer</i>
OPL	<i>Outer Plexiform Layer</i>
O2	Oksigen
PARP	<i>Poly-ADP-Ribose Polymerase</i>
P-AKT	<i>Phosphorylated Akt</i>
PDR	<i>Proliferative Diabetic Retinopathy</i>
PEDF	<i>Pigment Epithelium-Derived factor</i>
PL	<i>Photoreceptor Layer</i>
RAAB	<i>Rapid Assessment of Avoidable Blindness</i>
RBP	<i>Retinol-Binding Protein</i>
RDH	<i>Retinol Dehydrogenase</i>
RGC	<i>Retinal Ganglion Cell</i>
RPE	<i>Retinal Pigment Epithelium</i>
SD-OCT	<i>Spectral-domain Optical Coherence Tomograph</i>
TNF	<i>Tumor Necrosis Factor</i>
TrxR	<i>Thioredoxin Reductase</i>
VEGF	<i>Vascular Endothelial Growth Factor</i>

## ABSTRAK

### **Pendahuluan**

Degenerasi makula terkait usia atau *Age-related Macular Degeneration* (AMD) adalah gangguan degeneratif progresif pada makula, bersifat kronis, yang mempengaruhi individu yang lebih tua. Salah satu faktor risiko dalam patogenesis degenerasi AMD adalah paparan cahaya biru. Paparan cahaya biru menyebabkan peningkatan *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan menginduksi stress oksidatif sehingga menyebabkan kerusakan sel retina. Fukosantin adalah *xanthophyl* yang memiliki aktivitas antioksidan yang dapat melindungi sel retina dan mencegah degenerasi sel oleh karena stress oksidatif pada sel retina hewan dan manusia.

### **Tujuan**

Membuktikan adanya pengaruh pemberian fukosantin per oral terhadap ekspresi NQO-1 dan ketebalan ONL retina mencit model BALB/C yang diberikan paparan cahaya biru.

### **Metode**

Penelitian ini merupakan uji eksperimental laboratorium dengan rancangan *true-experimental* dan desain *post-test only*. Penelitian menggunakan hewan coba tikus BALB/c yang diberikan paparan cahaya biru 10.000 lux selama 3 jam diberikan 14 hari berturut-turut. Kelompok perlakuan diberikan fukosantin 20 mg/kg selama 14 hari.. Ekspresi NQO-1 diukur dengan menggunakan pemeriksaan messenger RNA (mRNA) menggunakan rtPCR dan ketebalan ONL dinilai dengan pengecatan *Hematoxylin-eosin*. Analisis statistik dilakukan untuk menilai korelasi antara ekspresi NQO-1 sel retina dengan ketebalan ONL, signifikan apabila  $P < 0,05$ .

### **Hasil**

Ekspresi NQO-1 kelompok perlakuan lebih tinggi daripada kelompok kontrol dengan perbedaan yang signifikan ( $p=0,006$ ). Ketebalan ONL kelompok perlakuan lebih tinggi daripada kelompok kontrol dengan perbedaan yang signifikan ( $p<0,001$ ). Tidak terdapat korelasi yang signifikan antara ekspresi NQO-1 dengan ketebalan ONL pada kelompok perlakuan ( $p=0,569$ ).

**Kesimpulan**

Fukosantin oral mencit BALB/C yang diberikan paparan cahaya biru berpotensi dalam meningkatkan ekspresi NQO-1 sel retina dan ketebalan ONL.

**Kata Kunci :**

NQO-1, stress oksidatif, Fukosantin, ketebalan ONL, cahaya biru .

## **ABSTRACT**

### **Background**

Age-related macular degeneration (AMD) is a chronic degenerative disorder of the macula that affects older individuals. One of the risk factors in the pathogenesis of AMD is exposure to blue light. Blue light exposure causes an increase in reactive oxygen species and induces oxidative stress, causing retinal cell damage. Fucoxanthin has antioxidant activity which can protect retinal cells against cell and prevent degeneration due to oxidative stress in animal and human retinal cells.

### **Objectives**

Proving the effect of oral administration of fucoxanthin on NQO-1 expression and retinal ONL thickness in BALB/C mice exposed to blue light.

### **Methods**

It is a laboratory experimental test with a true-experimental and post-test only design. This research used BALB/c mice which were exposed to 10,000 lux of blue light for 3 hour in 14 consecutive days. The treatment group was given 20 mg/kg fucoxanthin for 14 days. NQO-1 expression was measured using messenger RNA (mRNA) examination rtPCR and ONL thickness was assessed using HE staining. Statistical analysis was performed to assess the correlation between retinal cell NQO-1 expression and ONL thickness, significant if  $p < 0,05$ .

### **Results**

The NQO-1 expression in the treatment group was higher than the control group with a significant difference ( $p = 0,006$ ). The thickness of the ONL treatment group was higher than the control group with a significant difference ( $p < 0.001$ ). There is no significant correlation between NQO-1 expression and ONL thickness in the treatment group ( $p = 0.569$ ).

### **Conclusion**

Fucoxanthin has the potential to increase NQO-1 expression and GC-IPL thickness retina in BALB/C mice exposed to blue light.

### **Keywords**

NQO-1, oxidative stress, fucoxanthin, ONL thickness, blue light exposure

