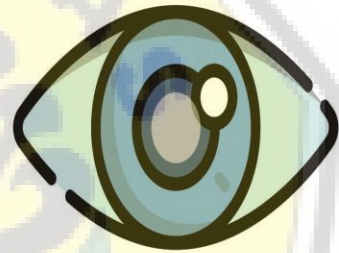


Buku Referensi

**KATARAK  
DAN  
PENANGANANNYA**  
(Edisi Revisi)

Katarak adalah hilangnya transparansi lensa yang mengganggu penglihatan. Katarak merupakan penyebab utama kebutaan, terhitung lebih dari 50% kasus di dunia. Di Indonesia diperkirakan setiap menit ada satu orang buta, 50% diantaranya disebabkan oleh katarak.

Buku ini membahas mulai dari apa itu katarak, penyebabnya dan penanganannya, yang berdasarkan dari penelitian penulis dalam mencegah Katarak.



Dr. dr. Nugraha Wahyu Cahyana, SpM

**Buku Referensi**



**KATARAK  
DAN  
PENANGANNYA  
(EDISI REVISI)**

Dr. dr. Nugraha Wahyu Cahyana, SpM

**UPT PENERBITAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2021**

## KATARAK & PENANGANANNYA

**Penulis:**

Dr. dr. Nugraha Wahyu Cahyana, SpM

**Desain :**

Nur Andita Prasetyo, S.Kom ; Risky Fahriza, S.E

**ISBN:**

978-623-6039-37-2

**Penerbit:**

UPT Penerbitan Universitas Jember

**Redaksi:**

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp. 0331-330224, Voip. 00319

*e-mail:* [upt-penerbitan@unej.ac.id](mailto:upt-penerbitan@unej.ac.id)

**Distributor Tunggal:**

UNEJ Press

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp. 0331-330224, Voip. 0319

*e-mail:* [upt-penerbitan@unej.ac.id](mailto:upt-penerbitan@unej.ac.id)

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, *photoprint*, maupun *microfilm*.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas terbitnya buku Katarak dan Penanganannya Edisi Revisi. Atas nama Fakultas Kedokteran Universitas Jember kami ucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Dr. dr. Nugraha Wahyu Cahyana, SpM atas tersusunnya buku ini.

Kelangkaan literatur berbahasa Indonesia atau buku referensi dibidang kedokteran sangat dirasakan oleh pihak-pihak yang berkepentingan. Karenanya, semoga buku ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi bagi mahasiswa fakultas kedokteran, keperawatan, kesehatan masyarakat, dokter umum, peserta program pendidikan spesialis dan dokter spesialis serta siapa saja yang memiliki kepentingan maupun minat terhadap Katarak dan Penanganannya.

Semoga buku ini bisa terus dijadikan referensi dalam perkembangan dibidang Ilmu Penyakit Mata. Terima kasih.

Jember, April 2021

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember

dr. Supangat, M.Kes., Ph.D., Sp.BA

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah saya ucapkan ke hadirat Allah SWT atas setelah selesainya Buku Katarak dan Penanganannya Edisi Revisi. Buku referensi ini membahas tentang katarak dan penanganannya dengan kebaruan (novelty) pada patofisiologi dalam kaitannya dengan stress reticulum endoplasmic dan apoptosis serta penanganan yang operatif dengan Phacoemulsifikasi dan Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS).

Maksud dari penulisan buku ini adalah untuk referensi bagi mahasiswa Fakultas Kedokteran, Keperawatan, dan Kesehatan Masyarakat untuk mengetahui lebih lanjut tentang masalah katarak.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam membantu atas terbitnya buku ini. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk penulis sebagai bahan perbaikan kedepannya.

Jember, 21 April 2021

Penulis  
Dr. dr. Nugraha Wahyu Cahyana, SpM

## DAFTAR ISI

<b>PRAKATA .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>vii</b>
<b>Abstrak.....</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Singkatan .....</b>	<b>ix</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I KATARAK.....</b>	<b>1</b>
1.1 Pendahuluan .....	1
1.1 Definisi Katarak .....	1
1.2 Epidemiologi .....	1
1.3 Tipe Katarak.....	3
1.4 Klasifikasi Katarak.....	5
1.5 Kesimpulan.....	7
<b>BAB II PATOFISIOLOGI KATARAK.....</b>	<b>8</b>
2.1 Pendahuluan .....	8
2.2 Biofisik .....	8
2.3 Biokimia .....	8
2.4 Seluler.....	9
2.5 Stres Oksidatif .....	10
2.5.1 Sistem Redoks Lensa .....	12
2.5.2 Degradasi ROS.....	17
2.6 Stres Retikulum Endoplasma .....	18
2.6.1 Unfolded Protein Response (UPR) .....	20
2.7 Apoptosis.....	24
2.7.1 Definisi dan penyebab Apoptosis.....	24

2.7.2 Morfologi Apoptosis .....	24
2.7.3 Proses Apoptosis .....	27
2.8 Kesimpulan.....	35
<b>BAB III TEKNIK OPERASI KATARAK .....</b>	<b>36</b>
3.1 Pendahuluan .....	36
3.2 Intracapsular Cataract Extraction (ICCE).....	36
3.4 Small incision cataract surgery (SICS).....	37
3.5 Phacoemulsification .....	38
3.6 Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS) ...	39
3.6.1 Manfaat Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS).....	39
3.6.2 Proses Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS) .....	39
3.7 Kesimpulan.....	41
<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>42</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS.....</b>	<b>54</b>

## Daftar Gambar

Gambar 1.1 Katarak Kortikal	3
Gambar 1.2 Katarak Nuklearis	4
Gambar 1.3 Katarak Subkapsularis Posterior	5
Gambar 1.4 Foto standar LOCS III	7
Gambar 2.1 Distribusi komponen sistem redoks di dalam lensa	13
Gambar 2.2 Pembentukan ROS pada lensa	15
Gambar 2.3 Perbandingan antara sel normal dan sel dengan stres retikulum Endoplasma	19
Gambar 2.4 Jalur apoptosis yang diinduksi stres ER	21
Gambar 2.5 Jalur pensinyalan downstream UPR	23
Gambar 2.6 Perbandingan dari kaskade apoptosis intrinsik dan ekstrinsik	28
Gambar 3.1 Prosedur Docking	68
Gambar 3.2 <i>Treatment Procedure</i>	68



## Abstrak

Katarak adalah hilangnya transparansi lensa yang mengganggu penglihatan. Katarak merupakan penyebab utama kebutaan, terhitung lebih dari 50% kasus diseluruh dunia. Patofisiologi katarak tergantung dari faktor biofisik, biokimia, seluler, stress oksidatif, stress reticulum endoplasma dan apoptosis. Berbagai temuan ilmiah menunjukkan adanya hubungan fungsional antara stres retikulum endoplasma dan stres oksidatif, namun mekanisme di balik korelasi tersebut belum sepenuhnya diketahui. Satu-satunya cara yang tersedia dan efektif untuk mengatasi katarak adalah operasi, namun memerlukan biaya yang relative mahal dan tenaga yang sangat terlatih. Teknik operasi tersebut meliputi Intracapsular Cataract Extraction (ICCE), Extracapsular Cataract Extraction (ECCE) dan Small incision cataract surgery (SICS). Teknik operasi terbaru adalah Phacoemulsification dan Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS).



## Daftar Singkatan

<i>AAO</i>	:	<i>American Academy Of Ophthalmology</i>
<i>AIF</i>	:	<i>Apoptotic Inducing Factor</i>
<i>Apaf-1</i>	:	<i>Apoptotic Protease Activating Factor-1</i>
<i>ATF</i>	:	<i>Activating transcription factor</i>
<i>ATF 6</i>	:	<i>Activating transcription factor 6</i>
<i>ATP</i>	:	<i>Activating transcription Protein</i>
<i>BAK</i>	:	<i>Bcl-2 Antagonis Killer-1</i>
<i>Bax</i>	:	<i>Bcl-2 Assosiated X Protein</i>
<i>Bcl-xl</i>	:	<i>B-cell Lymphoma Extra Large</i>
<i>Bcl-2</i>	:	<i>B-cell lymphoma 2</i>
<i>BIP</i>	:	<i>Binding immunoglobulin</i>
<i>bZip</i>	:	<i>Protein Basic Leucina Zipper</i>
<i>C</i>	:	<i>Cortical Cataract</i>
<i>Caspase 3</i>	:	<i>Cysteine Aspartate-Specific Protease 3</i>
<i>Ca<sup>2+</sup></i>	:	<i>Kalsium</i>
<i>DIABLO</i>	:	<i>Direct inhibitor of apoptosis-binding protein with low pI</i>
<i>DISC</i>	:	<i>Death- Inducing Signaling Complex</i>
<i>DNA</i>	:	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
<i>eIF2</i>	:	<i>Eukaryotic Initiation Factor 2</i>
<i>ERK</i>	:	<i>Extracellular signal-regulated kinase</i>
<i>ERAD</i>	:	<i>Endoplasmic Reticulum Associated</i>
<i>FADD</i>	:	<i>Fas-Associated Death Domain</i>
<i>FLIP</i>	:	<i>Fas Ligand Protein</i>
<i>GPX</i>	:	<i>Glutation Peroksida</i>
<i>GRP78</i>	:	<i>Glukosa Regulated Protein 78</i>
<i>GSH</i>	:	<i>Glutathione</i>
<i>GSSG</i>	:	<i>Glutathione disulfide</i>
<i>HKG</i>	:	<i>Hydroxykynurenine</i>
<i>H2O2</i>	:	<i>Hidrogen Peroksida</i>
<i>IAP</i>	:	<i>Protein Inhibitor Apoptosis</i>
<i>ICCE</i>	:	<i>Intra Capsuler Cataract Ekstraksi</i>
<i>IRE 1</i>	:	<i>Inositol-requiring kinase 1</i>
<i>JNK</i>	:	<i>Jun N Terminal Kinase</i>
<i>Kemenkes</i>	:	<i>Kementrian Kesehatan</i>
<i>LOCS</i>	:	<i>Lens Opacity Classification System</i>
<i>MAP</i>	:	<i>mitogen-activated protein</i>



<i>mRNA</i>	: <i>Messenger ribonucleic acid</i>
<i>NADPH</i>	: <i>Nikotinamida Adenosin Dinukleotida phosphate</i>
<i>NO</i>	: <i>Nuclear Opalescence</i>
<i>Nrf2</i>	: <i>Nuclear factor-erythroid-2-related factor 2</i>
<i>O2-</i>	: <i>anion superoksida</i>
<i>O2</i>	: <i>Oksgen Tunggal</i>
<i>PSC</i>	: <i>Posterior Subcapsular Cataract</i>
<i>p53</i>	: <i>Protein 53</i>
<i>PARP</i>	: <i>Poli ADP Ribose Polimerase</i>
<i>PERK</i>	: <i>Protein Endoplsmic reticulum kinase</i>
<i>PERP</i>	: <i>Protein Endoplsmic reticulum P53</i>
<i>PHACO</i>	: <i>Phakoemulsifikasi</i>
<i>PKC</i>	: <i>Protein kinase C</i>
<i>PUFA</i>	: <i>Poly Unsaturated Fatty Acid</i>
<i>PUMA</i>	: <i>P53 upregulated modulator of apoptosis</i>
<i>ROS</i>	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
<i>SICS</i>	: <i>Small Incision Cataract Surgery</i>
<i>S1P</i>	: <i>Sphingosine 1 Phosphate</i>
<i>S2P</i>	: <i>Sphingosine 2 Phosphate</i>
<i>SKRT-</i>	: <i>Survai Kesehatan Rumah Tangga-Survai Kesehatan</i>
<i>SURKESNAS</i>	: <i>Nasional</i>
<i>SOD</i>	: <i>Superoksida Dismutase</i>
<i>TNF</i>	: <i>Tumor Necrosis Factor</i>
<i>TNF-R</i>	: <i>Tumor Necrosis Factor- Reseptor</i>
<i>TNF-RI</i>	: <i>Tumor Necrosis Factor- Reseptor 1</i>
<i>TRAIL</i>	: <i>TNF- related apoptosis-inducing ligand</i>
<i>TRADD</i>	: <i>TNF -R- Associated death domain</i>
<i>UPR</i>	: <i>Unfolding Protein Respons</i>
<i>UV</i>	: <i>Ultra Violet</i>
<i>UV-B</i>	: <i>Ultra Violet Beta</i>
<i>XIAP</i>	: <i>X-linked inhibitor of apoptosis protein</i>
<i>WHO</i>	: <i>World Health Organization</i>
<i>α-TNF</i>	: <i>Alpha-tumor necrosis factor</i>

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Katarak adalah hilangnya transparansi lensa yang mengganggu penglihatan. Katarak merupakan penyebab utama kebutaan, terhitung lebih dari 50% kasus diseluruh dunia.<sup>1</sup> WHO menyebutkan bahwa 314 juta orang mengalami gangguan penglihatan, 45 juta di antaranya mengalami kebutaan dan lebih dari 90% kasusnya terjadi di negara berkembang. Penyebab utama kebutaan dan gangguan tajam penglihatan di dunia adalah katarak. Tahun 2002 WHO memperkirakan sekitar 17 juta (47.8%).<sup>2</sup>

Pada tahun 2000 diperkirakan sebesar 15,3 juta penderita katarak di Indonesia berbanding lurus dengan jumlah usia lanjut. Di Indonesia diperkirakan setiap menit ada satu orang buta. Sebagian besar orang buta di Indonesia berada di daerah miskin dengan kondisi sosial ekonomi lemah.<sup>3</sup> Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 menyatakan prevalensi katarak di Indonesia sebesar 1.8%, yaitu tertinggi di Provinsi Sulawesi Utara (3.7%) dan terendah di DKI Jakarta (0.9%). Sebesar 1,5% penduduk Indonesia mengalami kebutaan berdasarkan hasil Survey Kesehatan Indera Indonesia. Sedangkan untuk daerah NTB didapatkan prevalensi kebutaan sekitar 1,2%.<sup>4</sup> Penyebab utama Operasi merupakan satu-satunya cara yang tersedia dan efektif untuk mengatasi katarak, namun memerlukan biaya yang tidak sedikit dan kebutuhan personal yang sangat terlatih. Sayangnya, sebagian besar penderita katarak tinggal di Negara berkembang dimana akses terhadap operasi terbatas.

---

<sup>1</sup>Maddirala Y, Skakila T, Humeyra, & Nuran E. 2017. Prevention and reversal of selenite-induced Cataract by N-acetylcysteine amide in Wistar rats. *BMC Ophthalmology*;vol 17(1): 1186-12886.

<sup>2</sup>Thiagrajan R, Manikandan R. 2013. Antioxidants and Cataract. *Departement of Bioengineering, School of Chemical and Biotechnology*. 47 (5): 337-345

<sup>3</sup>Tana, Lusianawaty, Rif'ati & Yudi Kristanto. 2009. Determinan Kejadian Katarak di Indonesia Riset kesehatan Dasar 2007. *Pusat penelitian dan Pengembangan*. 37 (3) : 114-115.

<sup>4</sup>Khairallah M, Kahlount R, Bourne R, Flaxman & Taylor H. 2016. Number of People Blind or Visually Impaired by Cataract Worldwide and in world Regions, 1990 to 2010. *Invest Ophthalmol Vis Sci*:56(11) : 6762-6769.

kebutaan adalah katarak (52%), glaukoma (13,4%), kelainan refraksi (9,5%), gangguan retina (8,5%), kelainan kornea (8,4%) dan penyakit mata lain.<sup>5,6</sup>

Oleh karena itu harus dipikirkan cara pencegahannya, yaitu

dengan mengembangkan pendekatan non-bedah. Strategi-strategi ini tidak hanya meningkatkan kualitas hidup tetapi juga menekan beban kesehatan masyarakat.<sup>7</sup>

Patogenesis katarak senilis adalah multifaktorial, melibatkan mekanisme yang tidak sepenuhnya dipahami. Dahulu, disebutkan bahwa patofisiologi katarak tergantung dari faktor biofisik, biokimia dan kerusakan seluler dari sel epitel lensa, namun kini stres oksidatif menjadi penyebab utama dalam memulai pembentukan katarak. Stres oksidatif menyebabkan stress retikulum endoplasma sel epitel lensa. Stres retikulum endoplasma terjadi bila terdapat ketidakseimbangan antara protein yang tidak terlipat dibandingkan protein yang terlipat.<sup>8</sup> Stres retikulum endoplasma yang tidak segera teratasi akan mempengaruhi proses pelipatan protein sehingga menyebabkan protein cacat yaitu tidak terlipat atau salah lipat (*missfolding* atau *unfolding*). Akumulasi protein yang gagal terlipat ini akan menyebabkan terjadinya agregasi menjadi partikel agregat yang besar sehingga terjadi katarak.<sup>9,10</sup>

Berbagai temuan ilmiah menunjukkan adanya hubungan fungsional antara stres retikulum endoplasma dan stres oksidatif, namun mekanisme di balik korelasi tersebut belum sepenuhnya diketahui.

---

<sup>5</sup>Dewi MR, Santyowibowo S, dan Yuliyani. 2010. Constraints and Supporting Factors to Access Free Cataract Surgery. *Journal Oftalmologi Indonesia*. 7(4): 144-149

<sup>6</sup>Madany, J. 2016. Serum malondialdehyde level and activity of total antioxidant status of dogs with age-related cataract. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 19 (2):429–431.

<sup>7</sup>Wu H, Zhang H, Li P, Gao T, Lin J, Yang J, Wu Y, Ye J. 2014. Association between dietary carbohydrate intake and dietary glyceemic index and risk of age-related cataract: A meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. IOVS-13-13695.

<sup>8</sup>Banerjee A., Ahmed H., Yang P., Czinn S.J., Blanchard T.G. 2016. Endoplasmic reticulum stress and ire-1 signaling cause apoptosis in colon cancer cells in response to andrographolide treatment. *Oncotarget*. 7(27): 41432- 41444.

<sup>9</sup>Elanchezian R, Palsamy P, Madson CJ, Lynch DW, Shinohara T. 2012. Age- related cataracts: homocysteine coupled endoplasmic reticulum stress and suppression of Nrf2-dependent antioxidant protection. *Chem Biol Interact*. 200:1–10.

<sup>10</sup>Kroeger, H., Chieh, C., Julia., F. Amanda, N., and Jonathan, H. 2018. ER stress and unfolded protein response in ocular health and disease. *The FEB Journal*:vol. 28(2): 399-412.

Studi masa depan diharapkan dapat menjelaskan patofisiologi di balik perubahan-perubahan yang diperantarai sel-sel dalam proses pelipatan protein, yang menghasilkan produksi protein yang tidak melipat, dan mendapatkan pemahaman mendalam tentang jalur yang terlibat pada mekanisme yang tepat dari interaksi antara stres retikulum endoplasma dan stres oksidatif. Temuan tersebut akan memberikan kontribusi besar terhadap pengembangan intervensi penanganan katarak dalam hubungannya dengan stres retikulum endoplasma dan stres oksidatif.<sup>11</sup>

Stres retikulum endoplasma juga mengubah homeostasis lenticular  $Ca^{2+}$ , penurunan konten ATP, turunnya glutathione (GSH), peningkatan rasio NADP/NADPH, dan untai ganda DNA pecah. Tingkat  $Ca^{2+}$  yang tinggi mengaktifkan m-calpain dan proteolisis yang signifikan dari  $\beta$ -kristal dan  $\alpha$ -spectrin, dan akhirnya terjadi kekeruhan lensa.<sup>12</sup>

Suatu bentuk kematian sel yang berfungsi untuk menghilangkan sel-sel mati dalam berproliferasi disebut sebagai apoptosis, yang dikenal juga sebagai kematian sel terprogram. Dengan demikian, apoptosis memainkan peran penting dalam perkembangan normal dan homeostasis jaringan.<sup>13,14</sup> Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa apoptosis sel epitel lensa memainkan peran penting dalam pengembangan beberapa jenis katarak.<sup>15</sup> Studi-studi ini telah menunjukkan bahwa apoptosis sel epitel lensa muncul sebagai mekanisme seluler umum yang memediasi kataraktogenesis non-kongenital yang disebabkan oleh stress.<sup>16,17</sup>

---

<sup>11</sup>Palsamy & Shinohara. 2017. Age-related cataracts: Role of unfolded protein response,  $Ca^{2+}$  mobilization, epigenetic DNA modifications, and loss of Nrf2/Keap1 dependent cytoprotection. *Progress in retinal and Eye Research*.1-19.

<sup>12</sup>Selvaraj V, Tomblin J, Yeager Armistead M, Murray E. 2013. Selenium (sodium selenite) causes cytotoxicity and apoptotic mediated cell death in PLHC-1 fish cell line through DNA and mitochondrial membrane potential damage. *Ecotoxicol Environ Saf*. 87:80–88.

<sup>13</sup>Green, Douglas. 2011. *Means to an End: Apoptosis and other Cell Death Mechanisms*. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN978-0-87969-888-1.(5th ed.). p. 1115;Garland Science.

<sup>14</sup>Jiang, Lijing. 2011. *Apoptosis: A Basic Biological Phenomenon with Wide-Ranging Implications n Tissue Kinetics (1972)*," by J. F. R. Kerr, A. H. Wyllie and A. R. Currie. *Embryo Project Encyclopedia*.

Apoptosis dapat dideteksi menggunakan TUNEL assay (terminal deoxynucleotidyl transferase-mediated UTP nick end labeling), ukuran fragmentasi DNA di bagian jaringan, dan dengan pengamatan tangga DNA, ukuran fragmentasi dalam DNA yang diekstraksi dari sel atau jaringan. Dalam penelitian katarak manusia, sel TUNEL-positif menunjukkan apoptosis sel epitel lensa. Karakteristik penting lainnya dari apoptosis adalah aktivasi caspase. Caspase-3 adalah salah satu caspases yang paling banyak dipelajari, dan itu adalah pelaksana utama dari apoptosis. Selain Caspases, protein keluarga BCL- 2 juga memainkan peran penting dalam pengaturan apoptosis. Keluarga BCL-2 diklasifikasikan menjadi protein anti-apoptosis dan proapoptotik sesuai fungsinya. Keseimbangan antara anggota keluarga BCL-2 pro-apoptosis dan anti-apoptosis menentukan respons mitokondria terhadap rangsangan apoptosis.<sup>13,16</sup>

Berdasarkan permasalahan diatas, maka diperlukan buku referensi untuk membahas dan memperdalam tentang katarak dan penanganannya yang lebih banyak ditekankan pada patofisiologinya.

## **Rumusan Masalah**

Bagaimana teori patofisiologi katarak dan penanganan terkini?

## **Tujuan**

Buku ini bertujuan untuk mengetahui tentang patofisiologi dan penanganan katarak terkini.

---

<sup>13</sup>Lim, S. A., Joo, C. K., Kim, M. S., & Chung, S. K. 2014. Expression of p53 and caspase-8 in lens epithelial cells of diabetic cataract. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 40 (7) :1102–1108.

<sup>15</sup>Kimball J. 2009. Apoptosis: mechanisms and relevance in cancer. Faculty of Medicine, Laboratory of Experimental Hematology, Antwerp University Hospital, University of Antwerp; Vermeulen K, Van Bockstaele DR, Berneman ZN.

<sup>16</sup>Kim, S. & Koh, J. 2011. Mechanisms of apoptosis on human lens epithelium after ultraviolet light exposure. *Korean Journal Ophthalmology*. 25(3): 196-201.

<sup>17</sup>Adam, Jerry M. 2015. Ways Of Dying: Multiple Pathways to apoptosis. *Genes & Development*.17:2481-2495.



## **Manfaat**

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari buku ini adalah:

1. Pembaca dapat mengetahui tentang katarak
2. Pembaca dapat mengetahui bagaimana patofisiologi terjadinya katarak lama dan baru
3. Pembaca dapat mengetahui bagaimana penanganan katarak saat ini







## BAB I KATARAK

### 1.1 Pendahuluan

Kebutaan diseluruh dunia sebagian besar disebabkan oleh katarak. Katarak adalah kelainan lensa yang bervariasi menurut derajat kekeruhannya, lokasi penyebaran apakah hanya di nucleus atau kapsul posterior atau menyeluruh. Disamping itu katarak me nyerang sebagian besar usia lanjut dan dengan tingkat ekonomi yang rendah. Namun demikian katarak juga dapat diakibatkan oleh karena penyakit sistemik misal diabetes mellitus, infeksi atau kelainan dari sejak lahir.

### 1.1 Definisi Katarak

Katarak merupakan suatu keadaan dimana lensa mata yang biasanya bening dan jernih menjadi keruh. Bila lensa mata kehilangan sifat beningnya atau kejernihannya maka penglihatan akan menjadi berkabut atau tidak dapat melihat sama sekali.<sup>22</sup>

### 1.2 Epidemiologi

Data WHO menyebutkan 314 juta orang diseluruh dunia mengalami gangguan penglihatan dan 45 juta di antaranya mengalami kebutaan, yang lebih dari 90% kasusnya berada di negara berkembang. Berdasarkan hasil Survey Kesehatan Indera di Indonesia sebesar 1,5% penduduk Indonesia periode 1993–1996, mengalami kebutaan. Sedangkan untuk daerah NTB didapatkan prevalensi kebutaan sekitar 1,2%.<sup>4</sup>

Penyebab utama kebutaan adalah kelainan kornea (8,4%), gangguan retina (8,5%), kelainan refraksi (9,5%), glaukoma (13,4%), dan katarak (52%).<sup>5,37</sup>

---

<sup>22</sup>Gupta Varun B, Rajagopala M & Ravishangkar B. 2016. Etiopathogenesis of cataract An appraisal. *Indian Journal Of Ophthalmology*: 62 (2): 103–110.

<sup>4</sup>Khairallah M, Kahlount R, Bourne R, Flaxman & Taylor H. 2016. Number of People Blind or Visually Impaired by Cataract Worldwide and in world Regions, 1990 to 2010. *Invest Ophthalmol Vis Sci*:56(11) : 6762-6769.

<sup>5</sup>Dewi MR, Santyowibowo S, dan Yuliyani. 2010. Constraints and Supporting Factors to Access Free Cataract Surgery. *Journal Oftalmologi Indonesia*. 7(4): 144-149

## BAB II PATOFISIOLOGI KATARAK

### 2.1 Pendahuluan

Patofisiologi katarak sangat kompleks dan belum sepenuhnya dapat dipahami. Seiring bertambahnya umur, lensa akan mengalami perubahan menjadi lebih tebal dan berat, dan kemampuan akomodasinya berkurang.

Nukelus sentral mengeras dalam proses yang disebut sklerosis nuklear dan mengalami kompresi, sedangkan lapisan kortikal baru akan bertambah dalam pola konsentris lensa.<sup>30,31</sup>

### 2.2 Biofisik

Beberapa pertimbangan penting dari segi biofisik adalah sebagai berikut, Saat sinar UV mengenai lensa maka energi foton diserap oleh asam amino dalam lensa, triptofan + UV menghasilkan 3-HKG (hydroxykynurenine dan produk lainnya, dan 3-HKG melekat pada protein dan berubah dari jernih menjadi berwarna coklat.<sup>17</sup>

### 2.3 Biokimia

Seiring dengan penuaan, beberapa pertimbangan biokimia terkait dengan katarak lentikular berhubungan dengan cedera oksidatif potensial, diantaranya: Aldolase, Enolase, enzim pertahanan, Glukosa-3-Fosfat dehidrogenase, G-6-PD, dan aktivitas phosphokinase menurun seiring dengan bertambahnya usia. Penuaan berhubungan dengan menurunnya konsentrasi antioksidan (misalnya, glutation, askorbat) yang menyebabkan peningkatan kerentanan terhadap kerusakan oksidatif dan peroksidasi lipid.<sup>32</sup>

---

<sup>17</sup>Galichanin, K., Löfgren, S., Bergmanson, J., & Söderberg, P. 2010. Evolution of damage in the lens after in vivo close to threshold exposure to UV-B radiation: Cytomorphological study of apoptosis. *Experimental Eye Research*, 91

<sup>30</sup>Gupta, J., Siddique, Y. H., Beg, T., Ara, G. and Afzal, M. 2009. Protective role of green tea extract against genotoxic damage induced by anabolic steroids in cultured human lymphocytes. *Biol. Med.* 1(2):87-9

<sup>31</sup>Lee, C.M., and Afshari, N.A., 2017, The global state of cataract blindness, *Curr Opin Ophthalmol.*28(1):98-103.

<sup>32</sup>Demir,L,Togar, B. Turkez H, Sozio, Aslan A & Stefano A.D. 2015. The Investigation of Cytogenetic and Oxidative Effects Of Diffractaic Acid on Human Lymphocyte Cultures. *Braz Arch Biol.Technol*, 58(1):75-81

## **BAB III TEKNIK OPERASI KATARAK**

### **3.1 Pendahuluan**

Penanganan katarak yang sudah baku adalah dengan operasi. Operasi ini berkembang dari waktu ke waktu dengan teknik yang makin baru. Teknik operasi tersebut meliputi Intracapsular Cataract Extraction (ICCE), Extracapsular Cataract Extraction (ECCE), Small incision cataract surgery (SICS), Phacoemulsification dan Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS). Setiap teknik mempunyai kelebihan dan kekurangannya tersendiri. Untuk teknik Phacoemulsification dan Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS) merupakan teknik operasi katarak terbaru yang menjanjikan keberhasilan yang lebih tinggi namun sangat membutuhkan tenaga yang sangat terlatih disamping alat yang cenderung mahal.

### **3.2 Intracapsular Cataract Extraction (ICCE)**

ICCE adalah teknik pembedahan yang menghilangkan lensa kristal katarak dan kapsul lensa di sekitarnya. Prosedur ini memerlukan anestesi dan akinesia bola mata, sayatan korneoskleral besar, zonulisis, dan cryoprobe untuk mengekstrak lensa.<sup>97</sup>

Ada variasi yang berbeda untuk metode ini tetapi pada dasarnya semuanya memerlukan lisis serat zonular yang mendukung kapsul lensa dan diikuti dengan pengangkatan kompleks kantong lensa melalui sayatan limbal yang besar. Sayangnya, karena kapsul lensa bertindak sebagai penghalang antara ruang anterior dan posterior, pengangkatannya sering menyebabkan prolaps vitreus dan ablasi retinal. Selain itu, melepas lensa dan kapsul dalam satu bagian membutuhkan sayatan besar, sehingga waktu penyembuhan lebih lama dan tingkat infeksi lebih tinggi.<sup>98</sup>

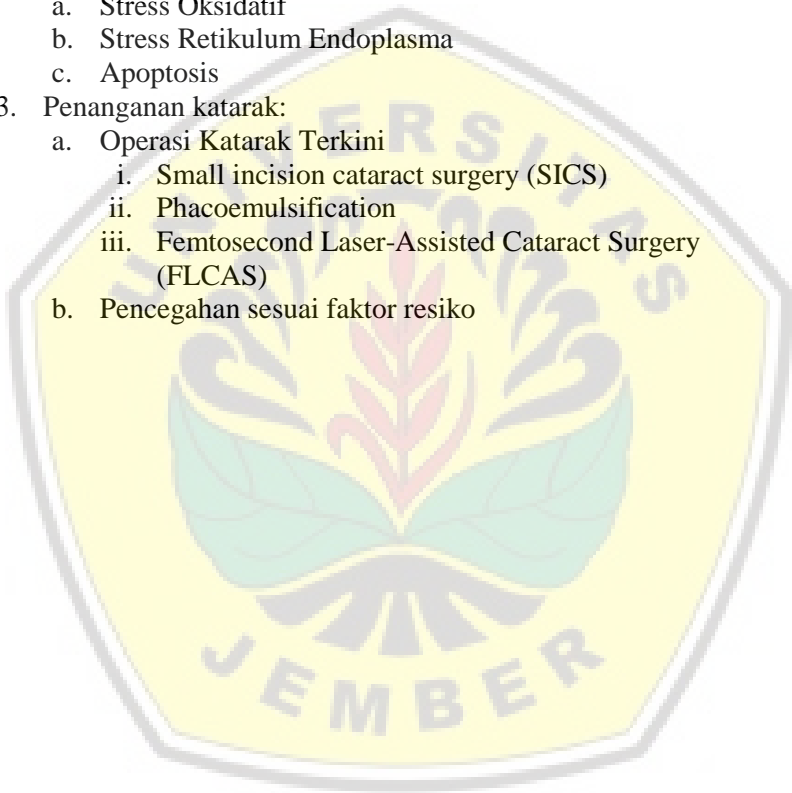
Dengan hati-hati memasuki mata melalui sayatan, ahli bedah dengan lembut membuka bagian depan kapsul lensa dan mengangkat bagian tengah yang keras, atau inti, lensa. Korteks lensa lunak kemudian disodot keluar meninggalkan bagian belakang kapsul pada tempatnya.

---

<sup>97</sup>Koenig B. Steven. 2019. Intracapsular cataract extraction for the management of dense cataracts and zonular weakness. *Journal of Clinical Ophthalmology*; Volume 3, Issue 1.

## KESIMPULAN

1. Katarak adalah kekeruhan pada lensa yang menyebabkan terjadinya gangguan penglihatan hingga menimbulkan kebutaan.
2. Patofisiologi terjadinya katarak yang terkini adalah:
  - a. Stress Oksidatif
  - b. Stress Retikulum Endoplasma
  - c. Apoptosis
3. Penanganan katarak:
  - a. Operasi Katarak Terkini
    - i. Small incision cataract surgery (SICS)
    - ii. Phacoemulsification
    - iii. Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery (FLCAS)
  - b. Pencegahan sesuai faktor resiko



## DAFTAR PUSTAKA

- Abenggosar A, Arrooyo V.C, Reinoso R, Amelia S, Corell A & Garcia. 2015. In Vitro Model for Predicting the Protective Effect of Ultraviolet- Blocking Contact Lens in human Corneal Epithelial Cell. *Corrent Eye Research*, 40(8) : 792-799.
- Acrani G.O,Gomes R,Proença-Módena J.L,da Silva A.F,Carminati P.O,Silva M.L,Santos R.I,and Arruda E, 2010. Apoptosis induced by Oropouche virus infection in HeLa cells is dependent on virus protein expression. *Virus Res*. 149 (1): 56–63.
- Adam, Jerry M. 2015. Ways Of Dying: Multiple Pathways to apoptosis. *Genes & Development*.17:2481-2495.
- Addepalli U.K, Khanna R, Rao G.N. 2012. Damage of the ultraviolet on the lens. *International Review of Ophthalmic Optics*. 67: 1-7
- Adhikary B, Kumar Yadav S, Roy K, Sandip K B & Subrata C. 2011. Black Tea and Theaflavins Assist Healing of Indomethacin-Induced Gastric Ulceration in Mice by Antioxidative Action. *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011:1-11
- Akamatsu K., Shibata M.-A., Ito Y., Sohma Y., Azuma H., Otsuki Y. 2009. Riluzole induces apoptotic cell death in human prostate cancer cells via endoplasmic reticulum stress. *Anticancer Res*. 29:2195–2204.
- Akharaiyi, F.C, Boboye, B, and Adetuyi, F.C. 2012. Antibacterial, Phytochemical and Antioxidant Activities of the leaf Extracts of *Gliricidia sepium* and *Spathodea Campanulate*. *World Applied Sciences Journal*; 16(4):523530.
- American Academy Of Ophthalmology (AAO). 2011. Lens and Cataract. Section 11. Basic and Clinical Science Course. Singapore. p. 3-231.
- American Academy Of Ophthalmology (AAO). 2009. Phaco and ECCE. <https://www.aao.org/eyenet/article/phaco-ecce>
- Anggraini, H. 2011. Pengaruh Pemberian Jus Mengkudu (*Morinda Citrifolia L*) Terhadap Nitric Oxide (NO) Dan Reactive Oxygen Intermediate (ROI) Makrofag Tikus Yang Terpapar Asap Rokok The Effect Of Noni Juice (*Morinda Citrifolia L*) On Nitric Oxide (NO) And Reactive Oxygen Intermediate

- (ROI) Macrophages On Mice Exposed To Cigarette Smoke (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Aude Bressenot, Sophie Marchal, Lina Bezdetnaya, Julie Garrier, François Guillemin, and François Plénat. 2009. Assessment of Apoptosis by Immunohistochemistry to Active Caspase-3, Active Caspase-7, or Cleaved PARP in Monolayer Cells and Spheroid and Subcutaneous Xenografts of Human Carcinoma. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*. Vol 57: 289-300.
- Ayala M, Hilja, Ulrika & Per G. 2007. p53 expression and apoptosis in the lens after ultraviolet radiation exposure. *48(9):4187-91*.
- Back, S.H.; Kaufman, R.J. 2012. Endoplasmic reticulum stress and type 2 diabetes. *Ann. Rev Biochem*. 81,767.
- Banerjee A., Ahmed H., Yang P., Czinn S.J., Blanchard T.G. 2016. Endoplasmic reticulum stress and ire-1 signaling cause apoptosis in colon cancer cells in response to andrographolide treatment. *Oncotarget*. 7(27): 41432-41444.
- Basova LV, Kurnikov IV, Wang L, Ritov VB, Belikova NA, Vlasova II, Pacheco AA, Winnica DE, Peterson J, Bayir H, Waldeck DH, Kagan VE. 2010. Evaluating Cytochrome C Diffusion In The Intermembrane Spaces Of Mitochondria During Cytochrome C Release. *Department of Biochemistry and Molecular Biology, University College London*, 21 (5): 618-626
- Berthoud V. M & Beyer E. C. 2009. Oxidative Stress, Lens Gap Junctions, and Cataracts. *Antioxidants & Redox Signaling*. 11(2): 339-353
- Bezkorovaina, I.M & Steblovska. 2018. Assessing the efficacy of surgical treatment for age-related cataract through risk factor analysis. *Journal of Ophthalmology (Ukraine)*, Number 1 (480): 3-6
- Bhat T, Ajay K, Chaudhary, Sandeep K, Jordan O & Josep I. 2017. Endoplasmic Reticulum-mediated Unfolded Protein response and Mitochondrial apoptosis in cancer. *Biochim Biophys Acta*; vol 1867(1): 56-66.
- Boyce M, Marta M, Benedicte And junying Y. 2017. Endoplasmic Reticulum stress Response In Cell Death and Cell survival. *Pennsylvania State Universty*



- Cao S.S., Kaufman R.J. 2014. Endoplasmic reticulum stress and oxidative stress in cell fate decision and human disease. *Antioxid. Redox Signal.* 21:396– 413.
- Chandler H. L, Reuter K. S, Sinnott L. T & Nichols J. J. 2010. Prevention of UV- Induced Damage to the Anterior Segment Using Class I UV-Absorbing Hydrogel Contact Lenses. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 51 (1): 172-178
- Chen B Y, Cheng Lin, Chen S, Ling C, Yung W, Hsin C. 2011. Dietary zerumbone prevents against ultraviolet B-Induced Cataractogenesis in the mouse. *Molekular Vision.* 17: 723-730.
- Chong W C, Madhur D Shastri, and Rajaraman E. 2017. Endoplasmic Reticulum Stress and Oxidative Stress: A Vicious Nexus Implicated in Bowel Disease Pathophysiology. *Int J Mol Sci*; 18(4): 771
- Cullinan SB, Diehl JA. 2016. Coordination of ER and oxidative stress signaling: the PERK/Nrf2 signaling pathway. *Int J Biochem Cell Biol.* 38:317–332.
- Davis Geetha. 2016. The Evolution Of Cataract Surgery. *The Journal Of The Missouri State Medical Assosiation.*
- Demir,L,Togar, B. Turkez H, Sozio, Aslan A & Stefano A.D. 2015. The Investigation of Cytogenetic and Oxidative Effects Of Diffractaic Acid on Human Lymphocyte Cultures. *Braz Arch Biol.Technol*, 58(1):75-81.
- Del Puerto HL, Martins AS, Milsted A, Souza-Fagundes EM, Hissa B, Andrade LO, Alves F, Rajão DS, Leite RC, and Vasconcelos AC, 2011. Canine distemper virus induces apoptosis in cervical tumor derived cell lines. *Virology Journal*, 8 (334): 1-7.
- Dewi MR, Santyowibowo S, dan Yuliyani. 2010. Constraints and Supporting Factors to Access Free Cataract Surgery. *Journal Oftalmologi Indonesia.* 7(4): 144-149
- Dicks N., Gutierrez K., Michalak M., Bordignon V., Agellon L.B. 2015. Endoplasmic reticulum stress, genome damage, and cancer. *Front. Oncol.*5:11. 1-8
- Dorjgochoo,T, Bing Xiang,Y., Long J, Shi Jiajun, Deming S & Ou Shu X. 2013. Association of Genetic Markers in the BCL-2 Family of Apoptosis-Related Genes with Endometrial Cancer Risk in A Chinese Population. *Plos ONE*, 8(4):1-9.



- Dubey, S., Sudipta S and Shubhini A. 2014. In Vitro anti-cataract Evaluation of standardised Abies pindrow leaf extract using isolated goat lenses. *Natural Product Research: India*
- Elanchezhian R, Palsamy P, Madson CJ, Lynch DW, Shinohara T. 2012. Age- related cataracts: homocysteine coupled endoplasmic reticulum stress and suppression of Nrf2-dependent antioxidant protection. *Chem Biol Interact.* 200:1–10.
- Eri R., Adams R., Tran T., Tong H., Das I., Roche D., Oancea I., Png C.W., Jeffery P., Radford-Smith G.L. 2011. An intestinal epithelial defect conferring ER stress results in inflammation involving both innate and adaptive immunity. *Mucosal Immunol.* 4(3):354–364.
- Fabienne H, Francois H, Mouboul A, Sylvie F, Dominique A, Vuitton, Jean Luc P, & Christiane M. 2013. Isoliquiritigenin Induces Caspase-Dependent Apoptosis Via Downregulation Of HPV16 E6 Expression in Cervical Cancer Ca Ski Cells. *Planta Med.*79:1628-1635.
- Galichanin, K., Löfgren, S., Bergmanson, J., & Söderberg, P. 2010. Evolution of damage in the lens after in vivo close to threshold exposure to UV-B radiation: Cytomorphological study of apoptosis. *Experimental Eye Research*, 91(3) : 369–377.
- Garg A.D., Kaczmarek A., Krysko O., Vandenabeele P., Krysko D.V., Agostinis P. 2012. ER stress-induced inflammation: Does it aid or impede disease progression? *Trends Mol. Med.*18(10):589–598.
- Green, Douglas. 2011. *Means to an End: Apoptosis and other Cell Death Mechanisms.* Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN978-0-87969-888-1.(5th ed.). p. 1115;Garland Science.
- Grootjan, J.; Kaser, A.; Kaufman, R.J.; Blumberg, R.S. 2016. The unfolded protein response in immunity and inflammation. *Nat. Rev. Immunol.* 16, 469-484.

- Guan L, Han B, Li Z, Hua F, Huang F, Wei W, Yang Y, Xu C. 2009. Sodium selenite induces apoptosis by ROS-mediated endoplasmic reticulum stress and mitochondrial dysfunction in human acute promyelocytic leukemia NB4 cells. *Springer Link Apoptosis*;14(2):218–225.
- Gullapalil N, Khanna R, Payal A. 2011. The Global burden of cataract. *Curr Opin Ophthalmol*: 22(1):4-9.
- Gupta, J., Siddique, Y. H., Beg, T., Ara, G. and Afzal, M. 2009. Protective role of green tea extract against genotoxic damage induced by anabolic steroids in cultured human lymphocytes. *Biol. Med.* 1(2):87–9
- Gupta Varun B, Rajagopala M & Ravishangkar B. 2016. Etiopathogenesis of cataract An appraisal. *Indian Journal Of Ophthalmology*: 62 (2): 103–110.
- Gurung Retaa & Hennig Albrech. 2008. Small incision cataract surgery: tips for avoiding surgical complications. *Comm Eye Health Vol.* 21 No. 65
- Hasanain M., Bhattacharjee A., Pandey P., Ashraf R., Singh N., Sharma S., Vishwakarma A., Datta D., Mitra K., Sarkar J. 2015. A-solanine induces ROS-mediated autophagy through activation of endoplasmic reticulum stress and inhibition of akt/mtor pathway. *Cell Death Dis.* 6:e186: 1-14.
- Hasnain S.Z., Lourie R., Das I., Chen A.C., McGuckin M.A. 2012. The interplay between endoplasmic reticulum stress and inflammation. *Immunol. Cell Boil.*90(3):260–270.
- Indran IR, Tufo G, Pervaiz S, Brenner C. 2011. Recent advances in apoptosis, mitochondria and drug resistance in cancer cells. *Biochim. Biophys. Acta* 1807 (6): 735–45.
- Jamwal. V S, Saurabh M, Singh A, Kumar R. 2014. Free Radical Scavenging and Radioprotective Activities of Hydroquinone in Vitro. *Journal of Radioprotection Research*: vol 2(3) : 37-45.
- Jiang, Lijing. 2011. Apoptosis: A Basic Biological Phenomenon with Wide- Ranging Implications n *Tissue Kinetics (1972),*" by J. F. R. Kerr, A. H. Wyllie and A. R. Currie. *Embryo Project Encyclopedia*.

- Kadiiska MB, Gladen BC, Baired DD, Germalee D, Graham LB, Parker CE. 2005. Biomarker oxidative stress study II: are oxidation products of lipids, proteins, proteins and DNA markers of CCI 4 Poisoning?. *Free Radic Biol Med.* 38 (6):698-710.
- Kaira, Kyoichi, Minoru Toyoda, Akira Shimiza, Massato S, Koichi S, Yukihiro T, Katsumasa T. 2015. Expression of ER Stress marker (GRP78/BiP and PERK) In Adenoid cystic carcinoma. *Acta OTO- Laryngologica*:vol 136(1) 1-7.
- Kaira, Kyoichi, Minoru Toyoda, Akira Shimiza, Moris, Shino, Sakakura, Takayasu, Takahashi, Oyama, Asaoi, 2016. Expression of ER Stress marker (GRP78/BiP and PERK) In Patients with tongue cancer. *Neoplasma*:vol 63(4): 588-594
- Kanclerz P. & Alio J. L. 2020. The benefits and drawbacks of femtosecond laser-assisted cataract surgery. *European Journal of Ophthalmology* 1–10.
- Kate L, Moreau & Jonathan A king. 2012. Protein Misfolding and Aggregation in Cataract Disease and Prospects for Prevention. *Trends Mol Med*.Vol 18(5):273-282.
- Khairallah M, Kahlount R, Bourne R, Flaxman & Taylor H. 2016.Number of People Blind or Visually Impaired by Cataract Worldwide and in world Regions, 1990 to 2010. *Invest Ophthalmol Vis Sci*:56(11) : 6762-6769.
- Khalil, M. I. M., Ibrahim, M. M., El-Gaaly, G. A., & Sultan, A. S. 2015. *Trigonella foenum* (Fenugreek) induced apoptosis in hepatocellular carcinoma cell line, HepG2, mediated by upregulation of p53 and proliferating cell nuclear antigen. *BioMed Research International*,vol. 2015: 1-11.
- Kim, S. & Koh, J. 2011. Mechanisms of apoptosis on human lens epithelium after ultraviolet light exposure. *Korean Journal Ophamology.* 25(3): 196-201.
- Kim M.-K., Kim H.-S., Lee I.-K., Park K.-G. 2012. Endoplasmic reticulum stress and insulin biosynthesis: A review.*Exp. Diabetes Res*.Vol 2012:1-7
- Kimball J. 2009. Apoptosis: mechanisms and relevance in cancer.Faculty of Medicine, Laboratory of Experimental Hematology, Antwerp University Hospital, University of Antwerp; Vermeulen K, Van Bockstaele DR, Berneman ZN.
- Koenig B. Steven. 2019. Intracapsular cataract extraction for the management of dense cataracts and zonular weakness. *Journal of Clinical Ophthalmology*; Volume 3, Issue 1.

- Kroeger, H., Chieh, C., Julia., F. Amanda, N., and Jonathan, H. 2018. ER stress and unfulded protein response in ocular health and disease. *The FEB Journal*:vol. 28(2): 399-412.
- Kyselova, Z. 2010. Different Experimental approaches In modelling Cataractogenesis. *Interdisc Toxicology*: Vol 3(1) 3-14.
- Lan Li, Q. Yang Zhang H, Jie Q. Y, Li Meng Q, Lei Yao & Ke Guo H. 2016. MicroRNA-34a promoting apoptosis of human lens epithelial cells through down-regulation of B-cell lymphoma-2 and silent information regulator. *Int J Ophthalmol*.9(11): 1555–1560
- Lee, SM, II-Gyu Ko, Eun Kim, Hee Kim, Nam Kang. 2010. Protective Effect of catechin on Apoptosis of Lens Epithelium in Rats with N-methyl-N- nitroseurea-induced Cataracts. *Korean Journal Ophthalmol*.24(2):101-107
- Lee, C.M., and Afshari, N.A., 2017, The global state of cataract blindness, *Curr Opin Ophthalmol*.28(1):98-103.
- Lim, S. A., Joo, C. K., Kim, M. S., & Chung, S. K. 2014.Expression of p53 and caspase-8 in lens epithelial cells of diabetic cataract. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 40 (7) :1102–1108.
- Lombardo Bedran TB, Morin M-P, Palomari Spolidorio D, Grenier D. 2015. Black Tea Extract and Its Theaflavin Derivatives Inhibit the Growth of Periodontopathogens and Modulate Interleukin-8 and  $\beta$ -Defensin Secretion in Oral Epithelial Cells. *PLoS ONE* 10 (11): 1-11.
- Lu W., Hagiwara D., Morishita Y., Tochiya M., Azuma Y., Suga H., Goto M., Banno R., Sugimura Y., Oyadomari S. 2016. Unfolded protein response in hypothalamic cultures of wild-type and *atf6 $\alpha$* -knockout mice. *Neurosci. Lett*. 612:199–203.
- Maddirala Y, Skakila T, Humeyra, & Nuran E. 2017. Prevention and reversal of selenite-induced Cataract by N-acetylcysteine amide in Wistar rats. *BMC Ophthalmology*;vol 17(1): 1186-12886.
- Malhotra dan Kaufman R.J. 2007. The Endoplasmic Reticulum and The Unfolded Protein Response. *Seminars in Cell and Developmental Biology*. 18(1). 716-731

- Martinus, BA, Arel A & Gusman A. 2014. Perbandingan Kadar Fenolat Total Dan Aktivitas Antioksidasin pada Ekstrak Daun teh (*Camelia Sinensis*) L .O.K dari Kayu Aro dengan produksi teh hitamnya yang telah beredar. Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Perintis Padang: Scientia.4 (2): 75-80
- Mazzanti, G., Menniti-Ippolito, F., Moro, P. A., Cassetti, F., Raschetti, R., Santuccio, C. and Mastrangelo, S. 2009. Hepatotoxicity from green tea: A review of the literature and two unpublished cases. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* 65(4):331–341
- McIlwain, D. R., Berger, T., Mak, T. W. Caspase functions in cell death and disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology.* 7 (4), a026716 (2015).
- Mohan S, Bustamam A, Abdelwahab SI, Al-Zubairi AS, Aspollah M, Abdullah R, Elhassan MM, Ibrahim MY, Syam S. 2010. Typhonium flagelliforme induces apoptosis in CEMss cells via activation of caspase-9, PARP cleavage and cytochrome c release: Its activation coupled with G0/G1 phase cell cycle arrest: *Journal of ethnopharmacology.* 131(3):592-600.
- Monica, et al. 2015. The Advantages Of Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery. *Romanian Society of Ophthalmology.*
- Palsamy & Shinohara. 2017. Age-related cataracts: Role of unfolded protein response, Ca<sup>2+</sup> mobilization, epigenetic DNA modifications, and loss of Nrf2/Keap1 dependent cytoprotection. *Progress in retinal and Eye Research.* 1-19.
- Pasikova, NV., Bikbulatova & Bikbov. 2015. Phacoemulsification of Cataract in Patients Undergone Anterior Radial Keratotomy. *clinical medicine.* Vol 8(2):66-70
- Pendyala G, Biju Thomas, & Suchetha Kumari. 2008. The Challenge Of Antioxidants to Free Radicals In Periodontitis. *Journal of Indian Society Of Periodontology.* 12(3) : 79-83.
- Pollreis, A and Schmidt-Erfurth, U. 2010. Review Article Diabetic Cataract Pathogenesis, Epidemiology and Treatment, *Journal of Ophthalmology;* 2010:1-8.
- Purboyo A. 2009. Efek Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L) pada kelinci yang dibebani Glukosa. Tesis: Surakarta.

- Renyi Wu, Jin Wang, Mitchell P, Ecosse L, Yingfeng Z, Elena R, Tien Yin W. 2010. Smoking, Socioeconomic Factors, And Age-Related Cataract. *American Medical Association*. 128(8):1029-1035.
- Rho Jonathan & Houser Kourtney. 2020. History of Cataract Surgery. *American Academy of Ophthalmology*.
- Roberts, Joan E. 2011. Ultraviolet Radiation as a Risk Factor for Cataract and Macular Degeneration. *Eye & Contact Lens*. 37: 246-249
- Santoso, D. 2013. Apoptosis index between females and males in regular hemodialysis. *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, 19 (3):22-32.
- Savitskaya, M. A., & Onishchenko, G. E. 2015. Mechanisms of Apoptosis. *Biochemistry (Moscow)*, 80 (11) :1393-1405.
- Selvaraj V, Tomblin J, Yeager Armistead M, Murray E. 2013. Selenium (sodium selenite) causes cytotoxicity and apoptotic mediated cell death in PLHC-1 fish cell line through DNA and mitochondrial membrane potential damage. *Ecotoxicol Environ Saf*. 87:80–88.
- Sharkey L., Davies S., Kaser A., Woodward J. 2015. The role of endoplasmic reticulum stress in intestinal failure associated liver disease. *Clin. Nutr. ESPEN*. 10:e178.
- Sharma KK dan Santhoshkumar P. 2009. Lens aging: effects of crystallins. *Biochim Biophys Acta*.: 1095–1108
- Shen Y, Feng Dong. L, Mei Zhou, R, Jin Y, Chen song Y, Yang H, Jiang Q & Biao Yan. 2016. Role of long non-coding RNA MIAT in proliferation, apoptosis, and migration of lens epithelial cells: a clinical and in vitro study. *J Cell Mol Med*. 20 (3) : 537-548.
- Sheng Y, Fan He2, Jun Fen L, Wei-Qiu Y. 2016. Tea and Risk of Age-Related Cataract: A Cross-Sectional Study in Zhejiang Province, China. *J Epidemiol*: 26 (11): 587-592.
- Sinha Rajes et al. 2009. Small incision cataract surgery: Review of journal abstracts. *Indian J Ophthalmol*.
- Styskal J, Van Remmen H, Richardson A & Salmon A. 2012. Oxidatif Stress and diabetes: what can we learn about insulin resistance from antioxidant mutan mouse model. *Free Radic Bio Med*. 52(1):46-58.



- Tana, Lusianawaty, Rif'ati & Yudi Kristanto. 2009. Determinan Kejadian Katarak di Indonesia Riset kesehatan Dasar 2007. Pusat penelitian dan Pengembangan. 37 (3) : 114-115.
- Thiagrajan R, Manikandan R. 2013. Antioxidants and Cataract. Departement of Bioengineering, School of Chemical and Biotechnology. 47 (5): 337-345
- Truscott RJ. 2005. Age-related nuclear cataract-oxidation is the key. *Exp Eye Res.* 80(5):709-25.
- Varma Sd, Hegde Kevin. 2010. Prevention of Oxidative Damage to lens by Caffeine. *Journal of Ocular Pharmacolohy and Therapeutics.* 26 (1-11).
- Vaseva, V. Angelina, Ute M.Moll. 2009. The Mitochondrial p53 Pathway. *Biochimica et Biophysica Acta.* 1787: 414-420.
- Wang Q.G, Xi Bai Z, Jing S, Sang L, Fa Chang H, & Yong, Sai X. 2013. Prevalence and risk factors for eye disiaeses, blindness, and low vision in lhasa, Tibet. *Int J Ophthalmol: Vol. 6 (2):* 237–241.
- Wang Q., Groenendyk J., Michalak M. 2015. Glycoprotein quality control and endoplasmic reticulum stress. *Molecules.* 20:13689–13704.
- Wlodkowic. D, William T, Skommer J & Zbigniew. 2011. Apoptosis and Beyond:Cytometry in studies of programmed Cell Death. *Methods Cell Biol:*103; 55-98.
- Wu H, Zhang H, Li P, Gao T, Lin J, Yang J, Wu Y, Ye J. 2014. Association between dietary carbohydrate intake and dietary glycemic index and risk of age-related cataract: A meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* IOVS-13-13695.
- Xiao, F, Song Zhang, Yue Zhao, Di Wu. 2012. Regulation of Eaf2 in mause lens cell apoptosis induced by ultraviolet radiation. Departement of Ophthalmology, the Fourth Affiliated Hospital of China Medical Universty, Shenyang 110005, Liaoning Province, China.*Int J Ophthalmol.* 5(5): 570–575.
- Yan H, Harding JJ, Xing K, and Lou MF. 2007. Revival of glutathione reductase in human cataractous and clear lens extracts by thioredoxin and thioredoxin reductase, in conjunction with crystallin or thioltransferase. *Curr Eye Res;* 32: 455–463.

- Zhu, Lili, Ke Zhao & Dinghua Lou. 2016. Apoptosis Factors of lens epithelial cells Responsible for Cataractogenesis in Vitrectomized eyes with silicone oil Tamponade. *Medical Science Monitor*. 22:788-796.
- Zorab, A. R, Straus H, Dondrea L. C, Arturo C, Mordic R, Tanaka. 2010. *Basic and Clinical Science Course: Lens and Cataract*. Section 11. American Academy of Ophthalmology., p 5-9





## BIOGRAFI PENULIS



**Dr. dr. Nugraha Wahyu Cahyana, SpM.**

- **Lahir di Klaten, 14 Juli 1963**
- **Agama : Islam**
- **Pendidikan:**
  1. SD NI Planggu, Trucuk, Klaten. Lulus th 1973
  2. SMP N I Cawas, Klaten. Lulus th 1979
  3. SMANI Klaten Lulus th 1981
  4. Fakultas Kedokteran FK. UGM Lulus th 1989 (Dokter)
  5. Fakultas Kedokteran FK. UGM Lulus th 2001 (Dokter Spesialis Mata)
  6. Fakultas Kedokteran Univ. Brawijaya, Malang. Lulus th 2020 (DOKTOR)
- **Pekerjaan:**
  1. Staf Medis Departemen Kesehatan Kalimantan Selatan (1990-1996)
  2. SMF Mata RSUP dr.Sardjito, Yogyakarta (1996-2001)
  3. Staf Pengajar PSPD/Fak.Kedokteran Universitas Jember (2001-sekarang)
  4. SMF Mata RSUD dr.Soebandi (2001-2005)

5. SMF Mata RS. PTPN X Jember Klinik (2001-sekarang)
6. SMF Mata RSD Kalisat (2021-sekarang)
- **Jabatan:**
  1. Ketua UPT Unej Medical Center (2002-2005)
  2. Dekan/Ketua PSIK/Fak. Keperawatan (2005-2009)
- **Organisasi:**
  1. IDI (1989-sekarang)
  2. PERDAMI (2001-sekarang)



