

TESIS

PERBANDINGAN PERBAIKAN TAJAM PENGLIHATAN BERDASARKAN PEMERIKSAAN *POTENTIAL VISUAL TEST* "RETINOMETRI" PADA PASIEN *POSTERIOR CAPSULAR* *OPACIFICATION TIPE FIBROTIK DAN REGENERATIF* SEBELUM DAN SESUDAH DILAKUKAN *ND YAG LASER KAPSULOTOMI*

*Comparison of visual improvement based on the Potential Visual Test
"Retinometry" in patients with Posterior Capsular Opacity Fibrotic and
Regenerative types before and after Nd YAG Laser Capsulotomy*

DISUSUN DAN DIAJUKAN OLEH:
dr. GHULAM AHMAD MUBARAQ
C 025192005



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS TERPADU
ILMU KESEHATAN MATA FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**PERBANDINGAN PERBAIKAN TAJAM PENGLIHATAN
BERDASARKAN PEMERIKSAAN *POTENTIAL VISUAL TEST*
“RETINOMETRI” PADA PASIEN *POSTERIOR CAPSULAR*
OPACIFICATION TIPE FIBROTIK DAN REGENERATIF SEBELUM DAN
SESUDAH DILAKUKAN *ND YAG LASER CAPSULOTOMI***

TESIS

sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis-1 (Sp.1)

Program Studi Ilmu Kesehatan Mata

Disusun dan diajukan oleh:

dr. GHULAM AHMAD MUBARAQ
C 025192005

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP.1) PROGRAM
STUDI ILMU KESEHATAN MATA FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR
2024**



LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PERBANDINGAN PERBAIKAN TAJAM PENGLIHATAN
BERDASARKAN PEMERIKSAAN POTENTIAL VISUAL TEST
"RETINOMETRI" PADA PASIEN POSTERIOR CAPSULAR
OPACIFICATION TIPE FIBOTIK DAN REGENERATIF
SEBELUM DAN SESUDAH DILAKUKAN ND YAG LASER
KAPSULOTOMI

Disusun dan diajukan oleh

Ghulam Ahmad Mubaraq

Nomor Pokok : C025 192 005

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Magister Program Studi Ilmu Penyakit Mata Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin

pada tanggal 24 Januari 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

dr. Hamzah Sp.M(K)
NIP. 19580808 198511 1

Pembimbing Pendamping,

dr. Muh. Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes
NIP. 00119801016 200912 1 002



am Studi,

ah S. Muhiddin, Sp.M(K)
15 198803 2 001

Dekan Fakultas Kedokteran,

Prof.Dr.dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD, KGH, FINASIM., Sp.GK
NIP. 19680530 199603 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis yang berjudul "Perbandingan Perbaikan Tajam Penglihatan Berdasarkan Pemeriksaan *Potential Visual Test* "Retinometri" Pada Pasien *Posterior Capsular Opacification Tipe Fibrotik Dan Regeneratif* Sebelum Dan Sesudah Dilakukan *Nd Yag Laser Kapsulotomi*" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (dr. Hamzah, Sp.M(K) dan dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes sebagai Pembimbing Utama serta Dr.dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM, sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 10 Januari 2024



dr. GHULAM AHMAD MUBARAQ
C 025192005



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan berkat-Nya selama ini sehingga karya akhir ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Karya akhir ini berjudul **“Perbandingan Perbaikan Tajam Penglihatan Berdasarkan Pemeriksaan *Potential Visual Test* “Retinometri” Pada Pasien *Posterior Capsular Opacification Tipe Fibrotik Dan Regeneratif Sebelum Dan Sesudah Dilakukan Nd Yag Laser Kapsulotomi*”** diajukan dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Pertama-tama penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga kepada Ibu saya Hj. Sitti Rahimah dan Bapak saya Ir. H. Abdul Rahim, M.M serta Istri dan anak saya tercinta dr. Nurul Amaliyah, Marzia Almeera Mubaraq dan Fayyadh Abid Mubaraq atas segala doa, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan hingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Keberhasilan penyusunan karya ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, nasehat dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan ungkapan terima kasih dan penghargaan kepada dr. Hamzah, Sp.M (K) dan dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes selaku pembimbing utama selama menempuh program pendidikan dokter spesialis ini yang senantiasa memberikan arahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih juga saya ungkapkan kepada Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM selaku pembimbing pendamping yang senantiasa meluangkan waktu di tengah kesibukan untuk memberikan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, dan Manajer Program Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas kesediaannya menerima penulis sebagai peserta didik di Program Pendidikan Dokter Spesialis Universitas Hasanuddin.
2. dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes selaku Ketua departemen Program Studi Ilmu Kesehatan Mata, penguji, dan Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, atas segala bimbingan, dukungan yang besar kepada penulis, masukan, motivasi, pada penyelesaian karya akhir ini.



3. Dr. dr. Habibah S. Muhiddin, Sp.M(K), selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Mata dan dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas bimbingan dan masukan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga penyelesaian karya ini dengan baik.
4. Dr. dr. Noor Syamsu, Sp.M(K) dan Dr. dr. Yunita, Sp.M(K), M.Kes selaku penguji, dan dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas bimbingan, masukan, motivasi, dan kesediaan untuk meluangkan waktu menjadi penguji pada karya akhir ini.
5. Dr. dr. Batari Todja Umar, Sp.M (K) selaku penasehat Akademik yang banyak memberikan motivasi serta ilmu selama menempuh Pendidikan di PPDS.
6. Seluruh staf pengajar Departemen Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin: Prof. Dr. dr. Rukiah Syawal, Sp M(K), dr. Rahasiah Taufik, Sp.M(K), dr. Hamzah, Sp.M(K), Prof. dr. Budu, Ph.D, Sp.M(K), M.MedEd, Dr. dr. Halimah Pagarra, Sp.M(K), dr. Junaedi Sirajuddin, Sp.M(K), Dr.dr. Noro Waspodo, Sp.M, dr. Suliati P. Amir, Sp.M, MedEd, Dr. dr. Purnamanita Syawal, Sp.M, M.Kes, Dr. dr. Batari Todja Umar, Sp.M (K), dr. Andi Tenrisanna Devi, Sp.M(K) M.Si, M.Kes, Dr. dr. Noor Syamsu, Sp.M(K), MARS, M.Kes, dr. Hasnah Eka, Sp.M(K), Dr. dr. Yunita, Sp.M(K), M.Kes, dr. Sitti Soraya Taufik, Sp.M, M.Kes, dr. Adelina T. Poli, Sp.M, M.Kes, dr. Ririn Nislawati, Sp.M, M.Kes., Dr. dr. Marlyanti N. Akib, Sp.M(K), M.Kes, MHPE, dr. Ratih Natasha, Sp.M, M.Kes, dr. Nursyamsi, Sp.M, M.Kes., dr. Andi Pratiwi, Sp.M, M.Kes, dr. Andi Akhmad Faisal, Sp.M, M.Kes, dr. Rani Yunita Patong, Sp.M, dr. Andi Suryanita Tadjuddin, Sp.M, dr. Idayani Panggalo, Sp.M, dr. Muh. Irfan Kamaruddin, Sp.M, MARS, MHPE, dr. Dyah Ayu Windy, Sp.M, dr. Sultan Hasanuddin, Sp.M, dan dr. Syukriyah Sofyan, Sp. M., dengan hormat saya ucapkan terima kasih yang sebesar-beasrnya atas segala bentuk bimbingan, nasehat, dan ilmu yang telah diberikan selama proses pendidikan.
7. Teman seangkatan saya: dr. Annisa Ikhsaniah Ariffin, dr. Sartika Stiefany Putri, dr. Ahdini Zulfiana Abidin, dr. Fadilah Rezki Said, dr. Sarah Eisyia Putri, dan dr. Aswira Aslam yang telah menyertai perjalanan pendidikan dan saling melengkapi sejak awal pendidikan hingga saat ini.
8. Semua teman sejawat peserta PPDS Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, yang selalu memberikan dukungan selama ini.



Seluruh staf administrasi Departemen Ilmu Kesehatan Mata yang selama ini begitu banyak membantu selama proses pendidikan berjalan serta dalam penyelesaian penelitian dan karya akhir ini, terutama kepada Ibu Endang Sri Wahyuningsih, SE dan Nuruluspita yang selalu membantu.

7. Seluruh staf di RSPTN Universitas Hasanuddin, RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo dan rumah sakit/klinik afiliasi yang telah memberikan kesempatan untuk belajar dan bekerja sama untuk pelayanan pasien.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang tidak tercantum dalam prakata ini tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan karya akhir ini. InsyaAllah hasil penelitian ini akan memberikan manfaat yang banyak kepada institusi dan dapat meningkatkan ilmu pengetahuan khususnya di bagian IK. MATA.

Makassar, 10 Januari 2023

Ghulam Ahmad Mubaraq



Perbandingan Perbaikan Tajam Penglihatan Berdasarkan Pemeriksaan *Potential Visual Test* “Retinometri” Pada Pasien *Posterior Capsular Opacification Tipe Fibrotik Dan Regeneratif* Sebelum Dan Sesudah Dilakukan *Nd Yag Laser Kapsulotomi*

Ghulam Ahmad Mubaraq, Hamzah, Abrar Ismail, Alfian Zainuddin

ABSTRAK

Pendahuluan: Prosedur operasi yang paling sering dilakukan di dunia adalah operasi katarak. Komplikasi yang paling umum terjadi pada pasien 2-3 tahun setelah operasi katarak adalah *Posterior Capsular Opacification (PCO)*. Salah satu metode menilai visus adalah Retinometri, suatu teknik yang memanfaatkan pola interferensi cahaya pada retina saat cahaya melewati pupil untuk memberikan pasien informasi yang relevan mengenai hasil potensial dari Nd YAG Laser kapsulotomi.

Metodologi: Penelitian kohort prospektif dilakukan pada 94 pasien PCO yang telah di lakukan Nd-YAG Laser kapsulotomi, di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin dan Klinik *Jakarta Eye Center* Orbita Makassa. Sampel penelitian dibagi atas kelompok PCO Fibrotik dan kelompok Regeneratif tanpa komplikasi okular dan sistemik. Visus di nilai berdasarkan hasil Snellen chart dan Retinometri sebelum dan 1 hari dan 7 hari setelah di lakukan Nd-YAG laser kapsulotomi.

Hasil Penelitian: Rata-rata usia sampel pada penelitian ini 61,57 tahun dan mayoritas berjenis kelamin perempuan (57,4%). Terdapat peningkatan visus sebelum dan sesudah mendapatkan terapi Nd YAG laser kapsulotomi yang signifikan ($p < 0.001$). Pada uji statistik perbandingan visus dan retinometri kedua tipe PCO tidak ada yang menunjukkan superioritas setelah di lakukan tindakan. Analisis korelasi menunjukkan bahwa terdapat korelasi signifikan yang sangat kuat ($R > 0.8$) pada hasil retinometri sebelum tindakan dengan visus setelah di lakukan prosedur Nd YAG laser Kapsulotomi.

Kesimpulan: Nd YAG laser kapsulotomi terbukti dapat meningkatkan visus pada pasien kedua tipe PCO, namun tidak ada bukti yang menunjukkan bahwa kapsulotomi laser Nd:YAG memiliki efek yang lebih baik di antara tipe regeneratif atau fibrotik pada pasien PCO. Terdapat korelasi yang sangat kuat antara hasil retinometri sebelum dan sesudah dilakukan Nd:YAG laser kapsulotomi pada kedua kelompok tipe PCO, yang menjadi prediktor terhadap luaran visus pasien.

Kata Kunci: *Posterior Capsular Opacification*, Nd YAG laser kapsulotomi, Retinometri.



Comparison of visual improvement based on the Potential Visual Test “Retinometry” in patients with Posterior Capsular Opacity Fibrotic and Regenerative types before and after Nd YAG Laser Capsulotomy

Ghulam Ahmad Mubaraq, Hamzah, Abrar Ismail, Alfian Zainuddin

ABSTRACT

Introduction: The most commonly performed surgical procedure in the world is cataract surgery. The most common complication in patients 2-3 years after cataract surgery is Posterior Capsular Opacification (PCO). One method of assessing vision is Retinometry, a technique that utilizes light interference patterns on the retina as light passes through the pupil to provide patients with relevant information regarding the potential outcome of Nd YAG Laser capsulotomy.

Methodology: A prospective cohort study was conducted on 94 PCO patients who had undergone Nd-YAG Laser capsulotomy, at Hasanuddin University State College Hospital and Jakarta Eye Center Orbita Makassa Clinic. The study sample was divided into Fibrotic PCO group and Regenerative group without ocular and systemic complications. Visus was assessed based on Snellen chart and Retinometry results before and 1 day and 7 days after Nd-YAG laser capsulotomy.

Results: The average age of the sample in this study was 61.57 years and the majority were female (57.4%). There was a significant improvement in vision before and after getting Nd YAG laser capsulotomy therapy ($p < 0.001$). In statistical tests comparing vision and retinometry of both types of PCO, no one showed superiority after the action. Correlation analysis showed that there was a very strong significant correlation ($R > 0.8$) in the results of retinometry before the action with vision after the Nd YAG laser capsulotomy procedure.

Conclusion: Nd YAG laser capsulotomy was shown to improve vision in patients with both types of PCO, but there is no evidence to suggest that Nd:YAG laser capsulotomy has a better effect among the regenerative or fibrotic types in PCO patients. There was a very strong correlation between retinometry results before and after Nd:YAG laser capsulotomy in both PCO type groups, which was a predictor of poor vision.

Keywords : Posterior Capsular Opacification, Nd YAG laser capsulotomy Retinometry.



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	ii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.4 HIPOTESIS PENELITIAN	5
1.5 MANFAAT PENELITIAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 ANATOMI	7
2.2 <i>POSTERIOR CAPSULE OPACIFICATION (PCO)</i>	10
2.3 KAPSULOTOMI POSTERIOR LASER Nd:YAG	23
2.4 RETINOMETRI.....	32
2.5 PENGARUH ND YAG LASER CAPSULOTOMY TERHADAP HASIL VISUS DAN RETINOMETRI PADA PASIEN PCO.....	37
2.6 KERANGKA TEORI.....	40
2.7 KERANGKA KONSEP	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	42
3.1 DESAIN PENELITIAN.....	42
3.2 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	42
3.3 POPULASI DAN SAMPEL PENELITIAN.....	42
3.4 METODE PENGAMBILAN SAMPEL.....	43
3.5 IDENTIFIKASI VARIABEL.....	43
3.6 DEFINISI OPERASIONAL	44
3.7 METODE PENGUMPULAN DATA.....	46
ANALISIS DATA	48
IZIN PENELITIAN DAN ETIK PENELITIAN	48
ALUR PENELITIAN.....	49
HASIL PENELITIAN.....	50



BAB V PEMBAHASAN	59
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68



Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Lensa	7
Gambar 2.2. Bagian - bagian Lensa.....	9
Gambar 2.3. Fisiologi akomodasi lensa.....	10
Gambar 2.4. PCO disertai uveitis pada tampilan <i>slit lamp</i>	12
Gambar 2.5. Struktur Lensa Kristalin Normal	15
Gambar 2.6. Ilustrasi tipe – tipe PCO	16
Gambar 2.7. Elschnig Pearls.....	17
Gambar 2.8. Fibrosis PCO	19
Gambar 2.9. A. <i>Vacuolated</i> atau <i>pearl-type</i> pada <i>retroillumination</i> , B. <i>Elschnig Pearl</i> ; C. <i>Fibrotic capsule</i> pada <i>slit lamp</i> , D. Cincin Soemmering.....	22
Gambar 2.10. (A) Kapsulotomi posterior dilakukan pada kapsul dengan aposisi langsung ke IOL posterior. (B) Bukaan kapsulotomi laser Nd:YAG	24
Gambar 2.11. Ilustrasi urutan kapsulotomi posterior	27
Gambar 2.12. Pola <i>cruciate</i> dan <i>circular</i>	28
Gambar 2.13. Pemeriksaan Retinometri	35
Gambar 2.14. Contoh pola <i>grating</i> pada retinometer.....	36
Gambar 4.1. Kurva Kesesuaian antara Retinometri sebelum kapsulotomi laser Nd:YAG dan Visus H-7 setelah kapsulotomi laser Nd:YAG	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Visus Retinometri.....	35
Tabel 4.1. Karakteristik dasar sampel penelitian	50
Tabel 4.2. Uji Normalitas Data Numerik.....	51
Tabel 4.3. Perbandingan logMAR pasien PCO sebelum dan setelah dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG.....	52
Tabel 4.4. Perbandingan retinometri pasien PCO sebelum dan setelah dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG.....	53
Tabel 4.5. Perbandingan logMAR pasien PCO antara tipe regeneratif dan fibrotik	54
Tabel 4.6. Perbandingan Retinometri pasien PCO antara tipe regeneratif dan fibrotik ..55	
Tabel 4.7. Perbandingan perubahan logMAR pasien PCO setelah dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG berdasarkan tipenya	55
Tabel 4.8. Perbandingan perubahan retinometri pasien PCO setelah dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG berdasarkan tipenya.....	56
Tabel 4.9. Korelasi antara Retinometri sebelum dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG dengan visus setelah dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG (Hari ke 7)....	57
Tabel 4.10. Uji Regresi antara Retinometri sebelum dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG dengan visus setelah dilakukan kapsulotomi laser Nd:YAG (Hari ke-7)	58



DAFTAR SINGKATAN

BCVA	Best Corrected Visual Acuity
CCC	Continuous curvilinear capsulorhexis
ECM	Examine extracellular matrix
IOL	Intraocular Lens
LEC	Lens epithelial cells
logMAR	<i>Logarithm of the minimum angle of resolution</i>
mm	Milimeter
mmHg	Milimeters of Mercury Hydrargyrum
NCT	Non-Contact Tonometry
Nd:YAG	Neodymium-doped Ytrium Alumunium Garnet
OD	Ocular Dexter
OS	Ocular Sinister
PCO	Posterior Capsular Opacification
SD	Standar Deviasi
TGFβ	transforming growth factor β
TIO	Tekanan Intra Okular



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Salah satu prosedur operasi yang paling sering dilakukan di dunia adalah operasi katarak. Komplikasi yang paling umum terjadi pada pasien 2-3 tahun setelah operasi katarak adalah *Posterior Capsular Opacification* (PCO). Bahkan dengan operasi katarak yang dilakukan dengan baik pun PCO dapat terjadi dan secara signifikan menurunkan kualitas tajam penglihatan dari waktu ke waktu (Saika, S et al., 2014; Jick, S. .L. et al., 2019; Cinar *et al.*, 2021)

Insidensi PCO terjadi sebanyak 11,8% pada tahun pertama, 20,7% pada tahun ketiga, dan 28,4% pada tahun kelima setelah operasi. PCO berkaitan dengan usia, insidensinya rendah pada usia yang lebih tua. Perkembangan teknik operasi katarak, dan perbaikan material dari lensa intra okular dapat mengurangi angka kejadian PCO, namun hal ini masih menjadi masalah yang signifikan (Saika, S et al., 2014; Jick, S. .L. et al., 2019; Lu *et al.*, 2019a; Konopińska *et al.*, 2021)

Penatalaksanaan PCO yang efektif adalah dengan menggunakan laser Nd:YAG (*Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet*). Laser akan membuat lubang pada kapsul posterior yang bertujuan untuk mengembalikan kejernihan aksis visual (Jick, S. .L. et al., 2019; Lu *et al.*, 2019a). Metode ini cepat, relatif mudah, nyaman, tidak memerlukan rawat inap, dan memiliki tingkat keberhasilan 95%, namun tidak luput dari komplikasi (Akmaz *et al.*, 2018; Monteiro *et al.*, 2018; Murtaza, 2018).

Penurunan tajam penglihatan pada PCO disebabkan adanya



kekeruhan pada kapsul posterior, namun seringkali dapat diperburuk juga oleh karena adanya kelainan-kelainan lain seperti kelainan di segmen posterior khususnya makula dan papil nervus II (Ogden, 2010). Kelainan-kelainan tersebut dapat menurunkan pemulihan tajam penglihatan pasca bedah yang seringkali tidak terdeteksi sebelumnya, oleh karena sulit untuk memeriksa segmen posterior pada keadaan lensa yang keruh. Keadaan ini seringkali mengecewakan ahli bedah dan penderita yang mengharapkan terjadinya peningkatan tajam penglihatan setelah operasi. (Hardiman, A., 2011; Superstein, R., 2012)

Potential vision tests (PVT) dikembangkan awalnya pada awal 1980 dalam upaya untuk meningkatkan prediksi kinerja visual setelah operasi katarak. Namun, tinjauan besar yang dilakukan oleh *Health Care Policy and Research* pada tahun 1993 menyimpulkan bahwa tidak cukup banyak data untuk simpulkan bahwa PVT ini meningkatkan akurasi prediksi preoperative visual outcome dibanding kita melakukan anamnesis dan pemeriksaan mata saja. Akibatnya, pedoman klinis untuk pengelolaan katarak dewasa biasanya tidak memasukkan PVT sebagai bagian dari evaluasi oftalmik pra operasi. Dalam kebanyakan kasus, PVT telah dilaporkan memiliki nilai teknik yang lebih baru dengan membandingkannya dengan PVT standar, seperti PAM. Selain itu, penting untuk membandingkan hasil PVT dengan penilaian klinis untuk menentukan apakah hasil tersebut memberikan informasi tambahan yang berguna (Lopez-Star *et al.*, 2019).



Pemeriksaan *potential acuity measurement* diperiksa antara lain dengan menggunakan *Potential Acuity Meter* (PAM), Inferometer

(*Interference Fring Methods/IFM*) baik laser, halogen ataupun cahaya (retinometri). (Johns, KJ., 2011). Prinsip pemeriksaan PAM dan IFM adalah memproyeksikan objek dengan diameter kecil di retina, sehingga hampir tidak terpengaruh oleh status refraksi penderita. PAM memproyeksikan *Snellen Chart* pada retina sedangkan retinometri memproyeksikan gambaran *grating dark and light* di retina. Proyeksi objek PAM dihasilkan melalui satu area kecil (0,1 mm) di pupil untuk mencapai retina. (Ni Made Ari Suryathi, 2016).

Pemeriksaan retinometri (*interference-frings methods*) dilakukan dengan memberikan sinar yang melalui 2 area kecil di pupil yang dilalui oleh 2 objek, dan kemudian keduanya saling tumpang tindih sehingga terbentuk bayangan *grating dark and light* di retina. (Boyd, B.F., 2010; Ogden, T.E., 2010). Pemeriksaan dilakukan dengan mengatur ketebalan *grating dark and light*, dari grating yang tebal sampai dengan grating yang halus sampai penderita tidak dapat lagi membedakan arah grating (vertikal, horisontal maupun diagonal). Pemeriksaan ini akan didapatkan status tajam penglihatan yang disebut *grating visual acuity* dengan nilai 0,1 - 1,0 (Boyd, B.F., 2010). Pemeriksaan retinometer memerlukan kerjasama yang baik dengan penderita. Penderita diharapkan dapat merubah posisi kepala sedikit untuk memungkinkan sinar retinometer masuk ke celah kekeruhan media refrakta. Pemeriksaan sebaiknya dilakukan dengan pupil lebar (Ogden, T.E., 2010; Borish, I.M., 2012).

Penelitian ini baru dilakukan dengan tujuan untuk melihat perbandingan tajam penglihatan pasien PCO tipe fibrosis dan regenerative dengan menggunakan Retinometri setelah dilakukan kapsulotomi posterior



laser Nd: YAG Sehingga, penulis melihat masih dipandang perlu untuk melakukan penelitian mengenai Efikasi *Potential Vision Test* “Retinometri” pada pasien Posterior Capsular Opacity sebelum dan sesudah dilakukan Nd YAG Laser Capsulotomy”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian dalam latar belakang yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimanakah perbandingan tajam penglihatan pasien PCO tipe fibrotik dan regeneratif dan karakteristik retinometri sebelum dan sesudah menjalani Nd:YAG laser kapsulotomi di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin dan Klinik Mata Utama JEC Orbita?
2. Apakah terdapat perbedaan retinometri sebelum dan sesudah pasien menjalani Nd:YAG laser kapsulotomi di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin dan Klinik Mata Utama JEC Orbita?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbandingan tajam penglihatan pasien PCO tipe fibrotik dan regeneratif dan gambaran retinometri dalam memprediksi Ketajaman visual sebelum dan sesudah dilakukan Nd:YAG laser kapsulotomi.



1.3.2 Tujuan Khusus

1. mengetahui perbandingan tajam penglihatan pasien PCO tipe fibrotik dan regeneratif sebelum dan sesudah menjalani Nd:YAG laser kapsulotomi di Rumah sakit Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin dan Klinik Mata Utama JEC Orbita?
2. mengetahui perbedaan hasil retinometri pasien PCO tipe fibrotik dan regeneratif sebelum dan sesudah menjalani Nd:YAG laser kapsulotomi di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin dan Klinik Mata Utama JEC Orbita?

1.4 HIPOTESIS PENELITIAN

1. Terdapat perbedaan tajam penglihatan pada pasien tipe PCO fibrotik dan regeneratif sebelum dan sesudah dilakukan Nd:YAG laser kapsulotomi.
2. Terdapat perbedaan tajam penglihatan pada retinometri pada pasien tipe PCO fibrotik dan regeneratif sebelum dan sesudah dilakukan Nd:YAG laser kapsulotomi.
3. Terdapat perbedaan tajam penglihatan pada pasien tipe PCO fibrotik sebelum dan sesudah dilakukan Nd:YAG laser kapsulotomi.
4. Terdapat perbedaan tajam penglihatan pada pasien tipe PCO regeneratif sebelum dan sesudah dilakukan Nd:YAG laser kapsulotomi.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

1. Memahami bahwa terdapat perbedaan tajam penglihatan pada pasien tipe PCO fibrotik dan regeneratif pada pemeriksaan retinometri.
Memahami bahwa terdapat beda hasil pemeriksaan antara retinometri



sebelum dan sesudah Nd:YAG laser kapsulotomi pada pasien PCO.

3. Acuan dalam melakukan pemeriksaan retinometri pra bedah dan mengedukasi pasien tentang kemungkinan hasil visus dari Nd:YAG laser kapsulotomi berdasarkan hasil retinometri setelah tindakan.
4. Diharapkan penelitian dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh Nd:YAG laser kapsulotomi terhadap hasil retinometri berkaitan dengan ketajaman visual pasca tindakan.
5. Diharapkan data penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk penelitian lebih lanjut mengenai fungsi pemeriksaan retinometri sebelum dan sesudah Nd:YAG laser kapsulotomi pada pasien PCO.



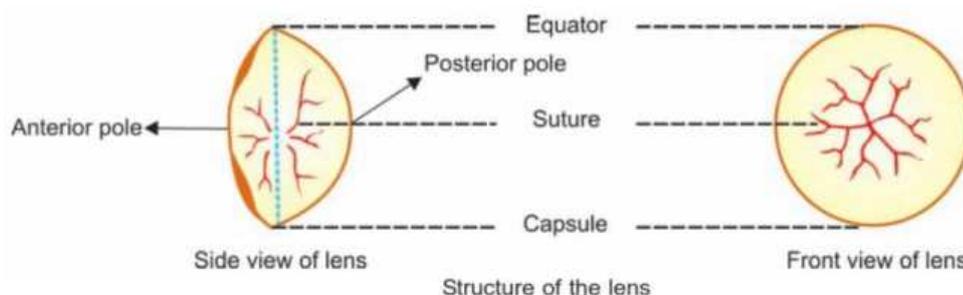
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ANATOMI

2.1.1 Lensa

Lensa adalah struktur bikonveks transparan dengan tampilan kristal yang terletak di antara iris dan vitreous. Lensa di fiksasi oleh ligamen suspensorium lensa atau zonula Zinn yang melekat pada corpus ciliaris dan ekuator lensa. Daya akomodasi bervariasi sesuai dengan usia, 14 hingga 16 D (saat lahir), 7 hingga 8 D (pada usia 25 tahun) dan 1 hingga 2 D (pada usia 50 tahun). Lensa terdiri dari 64% air, 35% protein dan 1% lipid, karbohidrat, dan beberapa elemen kecil. Metabolisme lensa adalah anaerobik. Glikolisis bertanggung jawab atas 85% pemanfaatan glukosa yang menghasilkan pembentukan laktat (Jogi R., 2009).



Gambar 2.1. Struktur Lensa (Jogi R., 2009).

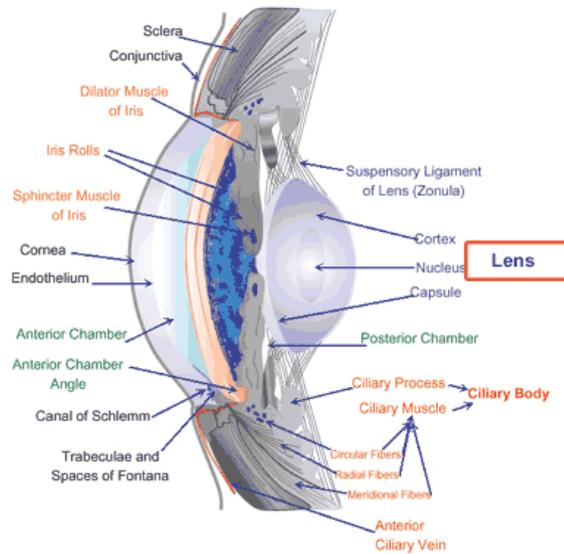
Indeks refraksi lensa 1,39 D dan mempunyai daya dioptri 15-18 D. Memiliki dimensi: tebal 4 mm, diameter 9-10 mm, dan kelengkungan permukaan anterior yang tampak lebih datar dibandingkan kelengkungan permukaannya 6 mm. Lensa terus bertumbuh sepanjang hidup. Saat lahir beratnya



sekitar 65 mg dan pada usia 80 tahun beratnya sekitar 258 mg. Material lensa bersifat elastis tetapi secara bertahap akan kehilangan elastisitasnya seiring bertambahnya usia. Lensa juga bersifat avaskular dan memperoleh nutrisinya dari humor akuos (Jogi R., 2009).

Struktur Lensa terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan terluar adalah kapsul lenticular yang merupakan selubung aselular yang tipis dan homogen. Pada kapsul melekat ligamentum suspensorium (*zonula Zinn*) merupakan serat transparan yang lurus dan tidak fleksibel. Kapsul lensa lebih tebal di bagian anterior dan paling tipis di bagian posterior berukuran 4 mm. Di bawahnya terdapat epitel yang mensekresikan hialin. Epitel lenticular ini berupa satu lapisan sel kuboid yang hanya terdapat di bagian kapsul anterior dan tidak berhubungan dengan epitel di posterior. Lebih dalam lagi terdapat serat lenticular yang terbentuk dari sel kuboid anterior secara bertahap menjadi kolumnar dan memanjang menuju ekuator. Garis-garis berbentuk pola 'Y' di anterior dan posterior terbentuk pada pertemuan serat lensa tersebut. Kemudian korteks, yaitu lapisan yang terletak di antara nukleus dan kapsul lensa. Nukleus, lapisan terdalam memiliki empat inti yang terbentuk pada berbagai tahap, yaitu nukleus embrio (1-3 bulan kehamilan), nukleus janin (dari 3 bulan kehamilan hingga lahir), nukleus infantil (dari lahir hingga pubertas) dan nukleus dewasa (masa dewasa awal) (Jogi R., 2009).





Gambar 2.2. Bagian - bagian Lensa (Pascolini and Mariotti, 2012).

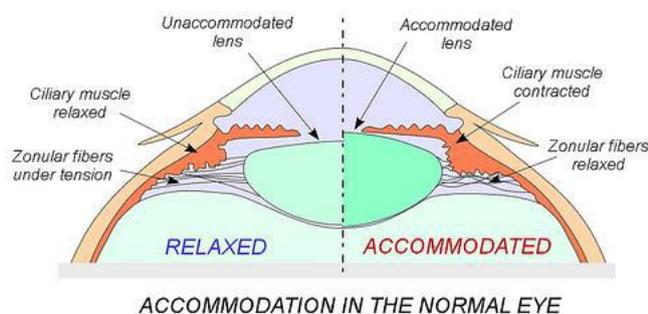
Lensa memiliki beberapa fungsi utama diantaranya; menjaga kejernihan dan transparansinya sendiri, mentransmisikan 80% cahaya, berperan atas 35% dari kekuatan refraksi mata, berakomodasi untuk penglihatan dekat, dan penyerapan sinar ultraviolet yang berbahaya (Jogi, 2009) (AAO, 2020).

Lensa tidak memiliki pembuluh darah maupun sistem saraf. Untuk mempertahankan kejernihannya, lensa harus menggunakan aqueous humour sebagai penyedia nutrisi dan sebagai tempat pembuangan produknya. Namun hanya sisi anterior lensa saja yang terkena aqueous humour. Oleh karena itu, sel-sel yang berada ditengah lensa membangun jalur komunikasi terhadap lingkungan luar lensa dengan membangun low resistance gap junction antar sel (Eva PR, 2007).



komodasi lensa merupakan mekanisme yang dilakukan oleh mata untuk melihat fokus dari benda jauh ke benda dekat yang bertujuan untuk

menempatkan bayangan yang terbentuk tepat jatuh di retina. Akomodasi terjadi akibat perubahan lensa oleh badan siliar terhadap serat zonula. Saat m. ciliaris berkontraksi, serat zonular akan mengalami relaksasi sehingga lensa menjadi lebih cembung dan mengakibatkan daya akomodasi semakin kuat. Terjadinya akomodasi dipersarafi oleh saraf simpatik cabang nervus III. Pada penuaan, kemampuan akomodasi akan berkurang secara klinis oleh karena terjadinya kekakuan pada nukelus (Eva PR, 2007).



Gambar 2.3. Fisiologi akomodasi lensa (Eva PR, 2007).

2.2 POSTERIOR CAPSULE OPACIFICATION (PCO)

Katarak adalah penyebab kebutaan yang paling sering terjadi, dimana operasi katarak merupakan tatalaksana yang paling efektif. Katarak menjadi penyebab utama kebutaan global usia 50 tahun keatas pada tahun 2020 (Steinmetz *et al.*, 2021). Di Indonesia, menurut data nasional yang bersumber dari *Rapid Assessment of Avoidable Blindness (RAAB) 2014-2016* katarak juga merupakan penyebab utama kebutaan (77,7%). Prevalensi kebutaan akibat

ni pada penduduk umur lebih dari 50 tahun adalah sebesar 1,9% (Kemenkes RI, 2018).



Fakoemulsifikasi dan *small incision cataract surgery* adalah jenis operasi untuk tatalaksana katarak. Posterior Capsule Opacification (PCO) adalah salah satu komplikasi yang paling umum setelah operasi yang juga disebut katarak sekunder. Selama dekade terakhir, berbagai bentuk pencegahan telah digunakan, termasuk tindakan selama operasi (teknik bedah, bahan lensa intraokular, dan desain lensa intraokular), pencegahan farmakologis, dan pencegahan PCO dengan mengganggu proses biologis yang terlibat (Wu *et al.*, 2018).

Katarak juga berdampak pada kesejahteraan dan produktivitas penyandangnyanya. Kebutaan karena katarak ini dapat disembuhkan, dan satu-satunya cara penanganannya adalah dengan intervensi bedah. Dimana PCO menjadi komplikasi yang paling umum terjadi pada pasien setelah bedah katarak (McDonald, M., 2021).

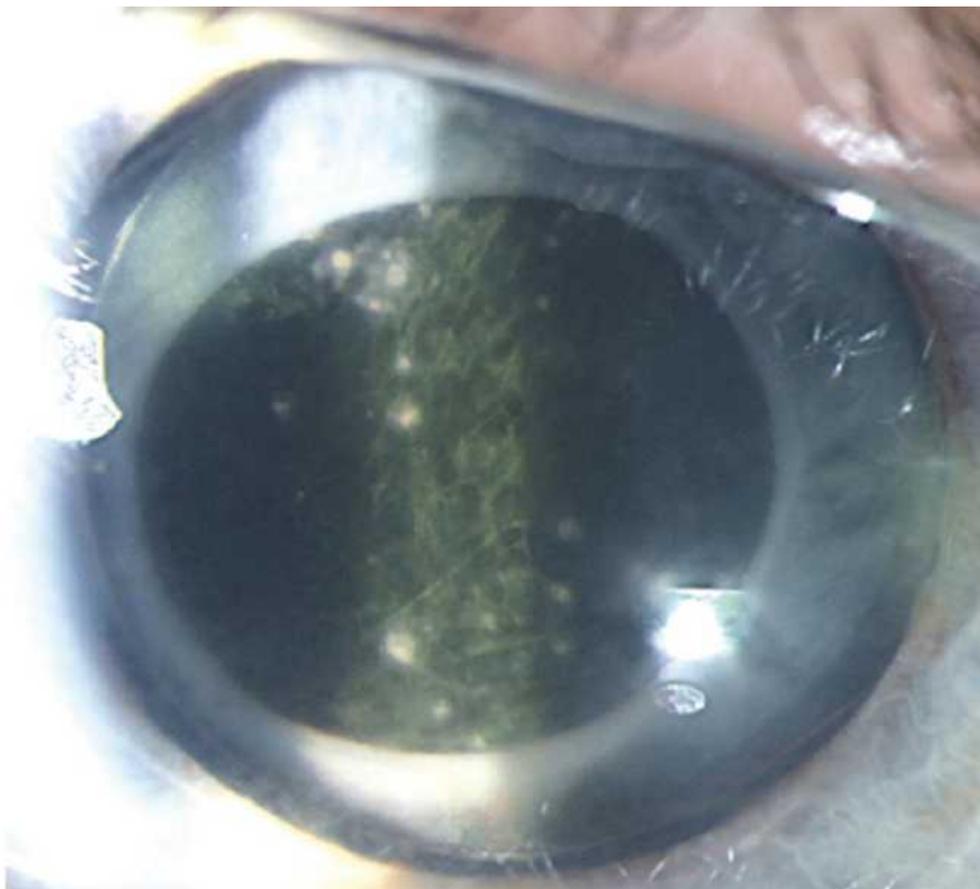
2.2.1 Definisi

PCO merupakan komplikasi yang paling sering dari operasi katarak. PCO disebut sebagai katarak sekunder atau after cataract, kapsul posterior yang jernih hingga menjadi keruh berkembang beberapa bulan sampai beberapa tahun setelah operasi katarak. PCO merupakan hasil dari pertumbuhan dan proliferasi abnormal LEC dari kapsul pada saat operasi katarak. Sel-sel ini bermigrasi ke kapsul posterior yang mendekati sumbu visual sentral dan mengaburkan aksis penglihatan, sehingga terjadi gangguan penglihatan (Vasavada *et al.*, 2013).

Teknik bedah katarak, material dan desain Intraocular Lens (IOL) telah terbukti berkaitan dengan kejadian PCO (Monteiro *et al.*, 2018). Setelah prosedur katarak, lensa intraokular (IOL) diimplantasikan ke dalam kapsul lensa, sitel lensa pada kapsul anterior tetap ada. Kelompok sel yang ulet ini



kemudian bermigrasi ke kapsul posterior yang sebelumnya bebas sel sebagai bentuk respon penyembuhan luka (Kumar et al., 2020; McDonald, M., 2021). Proliferasi dan migrasi sel epitel yang tersisa dapat membentuk gumpalan atau fibrosis pada kapsul posterior yang menyebabkan kekeruhan sehingga berkurangnya transparansi kantong kapsuler yang dapat memperburuk tajam penglihatan dan menyebabkan gangguan penglihatan pasca operasi katarak secara keseluruhan. PCO juga dapat mengurangi sensitivitas kontras, menyebabkan silau, dan diplopia monokular. Gangguan penglihatan akibat PCO ini sama parahnya dengan katarak (Cinar *et al.*, 2019; Soni, 2021; Fus et al., 2022).



ambar 2.4. PCO disertai uveitis pada tampilan *slit lamp* (Julie Schallhorn, 2021).



2.2.2 Epidemiologi

Pada tahun 2018, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan 90 juta orang di seluruh dunia hidup dengan kebutaan terkait katarak. Setiap tahun terjadi penambahan 1-2 juta orang menjadi buta, dimana 75% dapat diobati. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat karena populasi global yang semakin berkembang dan menua. The *Royal National Institute of Blind People* (RNIB) memperkirakan bahwa pada tahun 2020, 695.000 orang akan hidup dengan katarak di Inggris, jumlah tersebut akan meningkat 30% antara tahun 2020 dan 2030. Operasi katarak merupakan prosedur bedah rawat jalan rutin yang dilakukan di Inggris, dimana terdapat 330.000 operasi katarak dilakukan per tahun. Sejumlah komplikasi dapat terjadi pada pasien. Sekitar 20-50% pasien mengalami PCO dan memerlukan perawatan lebih lanjut (Cooksley *et al.*, 2021).

Insidensi PCO terjadi sebanyak 11,8% pada tahun pertama, 20,7% pada tahun ketiga, dan 28,4% pada tahun kelima setelah operasi katarak. PCO berkaitan dengan usia, insidensinya rendah pada usia yang lebih tua. Perkembangan teknik operasi katarak, dan perubahan material dari lensa intra okular sudah mengurangi angka terjadinya PCO, namun hal ini masih menjadi masalah yang signifikan (Jick, S. .L. *et al.*, 2019).

Analisis ekonomi dari beban PCO menunjukkan bahwa di Amerika Serikat, prosedur kapsulotomi posterior laser Nd:YAG menelan biaya \$158.000.000 USD pada tahun 2003. Angka saat ini pada tahun 2020 akan lebih tinggi karena kenaikan populasi dan populasi yang menua (McDonald, M., 2021).



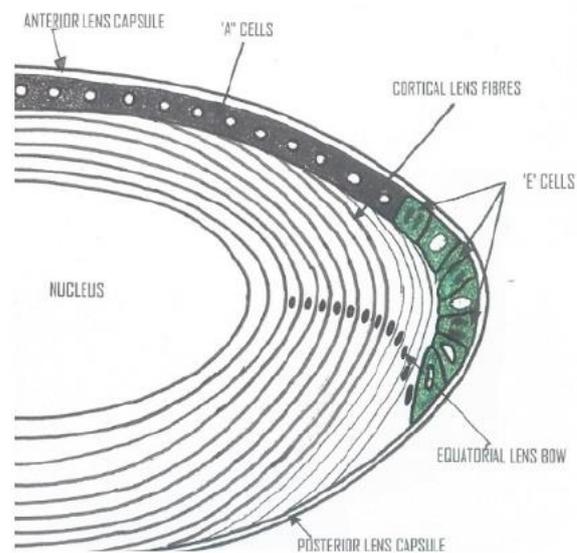
umah Sakit Cipto Mangunkusumo melakukan penelitian dengan observasi rekam medis pada 578 mata (485 pasien) katarak senilis.

Insidens kumulatif PCO dalam tiga tahun sebesar 8,82% (51 mata). Tindakan fakoemulsifikasi dilakukan pada 496 (85,8%) mata. Median waktu saat diagnosis PCO ditegakkan adalah 21 bulan, dengan rerata tajam penglihatan terbaik dengan koreksi $0,50 \pm 0,26$ (Ayuningtyas and Gondhowiardjo, 2015).

2.2.3 Patogenesis

Pada lensa kristalin yang normal, LEC terbatas pada permukaan anterior dan lengkung lensa ekuatorial. Hal ini diatur sebagai lapisan tunggal sel kuboid dan memiliki dua zona biologis yaitu satu lapisan sel epitel kuboid datar (sel 'A') dengan aktivitas mitosis minimal sesuai dengan zona kapsul lensa anterior dan sel epitel anterior di ekuator membentuk busur lensa ekuatorial ('sel E'). Tidak seperti lapisan sel A, selsel ini memiliki aktivitas mitosis dan mengalami multiplikasi. Serat lensa baru terus diproduksi di zona ini sepanjang kehidupan. Penelitian yang dilakukan Apple et al., ditemukan bahwa proliferasi LEC memiliki peran penting dalam patogenesis *anterior capsule opacification* (ACO), PCO dan *intra-lenticular opacification* (ILO). Marcantonio dan Vrensen mempelajari biologi sel PCO dan menunjukkan bahwa PCO dihasilkan dari pertumbuhan dan transdiferensiasi LEC yang tertinggal di kapsul anterior pada saat operasi katarak. Sel-sel ini berkembang biak untuk membentuk lapisan tunggal pada permukaan kapsul. Beberapa sel, berdiferensiasi atau menjalani transisi ke jenis sel lain, dan proses ini sangat berkontribusi terbentuknya PCO (Bharga R., 2014).





Gambar 2.5. Struktur Lensa Kristalin Normal (Bharga R., 2014).

Rusaknya sawar darah-aqueous humor selama operasi katarak menyebabkan respon imun terhadap benda asing. Transisi epitel-mesenkim kemudian terjadi pada sel-sel dalam kapsul lensa. Penyebab utama PCO setelah operasi katarak adalah migrasi dan proliferasi LEC. Jumlah rata-rata LEC adalah sekitar 4,000–5,000/mm², tergantung pada usia pasien, dengan penurunan kepadatan yang signifikan pada usia 80 tahun atau lebih. LEC terdiri dari satu lapis sel kuboid-silindris yang menempel pada permukaan posterior kapsul lensa anterior. Benda asing, seperti intraokular lensa yang menginduksi reaksi inflamasi, meliputi leukosit, *giant cells*, and fibroblasts, di AH pada periode pasca operasi. Sel-sel ini menghasilkan sitokin, termasuk *transforming growth factor-β* (TGFβ), interleukin-1, interleukin-6, basic *fibroblast growth factor* (FGF), dan *tumor necrosis factor-alpha* (TNF-α), yang mengaktifkan transformasi LEC, proliferasi,

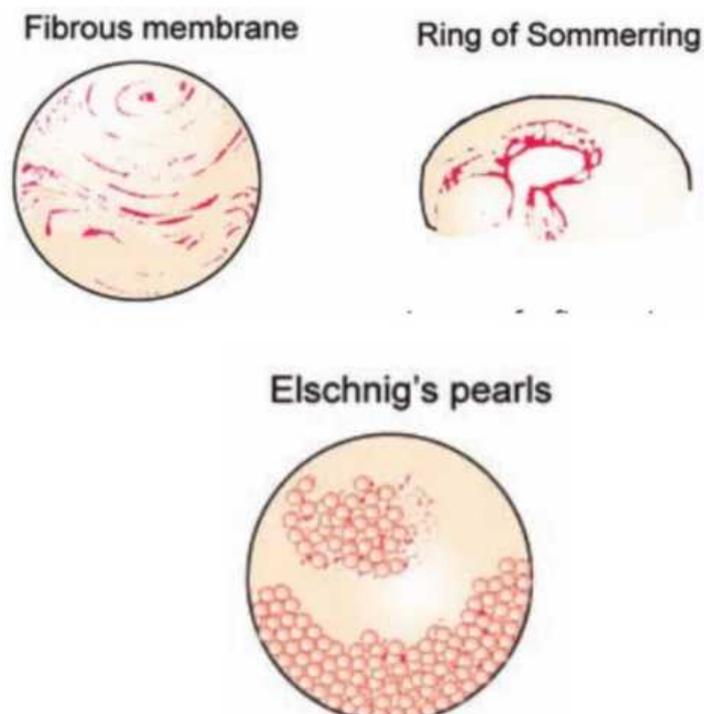
ia di sekitar ekuator kapsul anterior, dan migrasi menuju kapsul posterior, bkan penebalan dan hipertrofi. Proses ini ditandai dengan reaksi fibrosis



dan kontraksi akibat aktivitas filamen aktin. Selain itu, studi imunohistokimia telah mengidentifikasi matriks ekstraseluler, fibronektin, dan molekul kolagen pada permukaan IOL. Deposisi kolagen pada IOL dan kapsul dapat menyebabkan kekeruhan dan edema pada kapsul lensa posterior (Konopińska *et al.*, 2021).

2.2.4 Klasifikasi

Dua jenis PCO disebabkan oleh dua jenis sel epitel yang berbeda yaitu tipe fibrosis dan pearl atau proliferaatif. Jenis PCO pertama melibatkan sel epitel anterior yang terletak di zona tengah kapsul anterior yang terdiri dari LEC yang relatif tidak aktif secara mitosis. Jenis PCO kedua terjadi ketika sel-sel pluripoten berkumpul di sekitar ekuator kapsul. Ketika diaktifkan oleh interleukin, sel-sel ini bermigrasi ke posterior (Konopińska *et al.*, 2021).

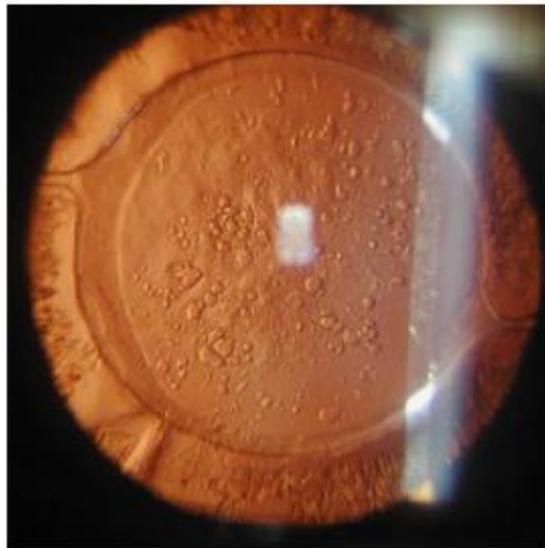


Gambar 2.6. Ilustrasi tipe – tipe PCO (Jogi R., 2009).



1. Regeneratif / *Elschnig pearls*.

Tipe PCO regeneratif ini dianggap sebagai produksi serat lensa dari sel epitel lensa residual, tetapi hal ini masih diperdebatkan. Lebih sering terjadi dan merupakan alasan utama penurunan fungsi penglihatan setelah implantasi IOL (Findl *et al.*, 2010).



Gambar 2.7. Elschnig Pearls (Lee, Y. E., 2014).

Sel E yang terletak di kapsul posterior mengalami proliferasi, secara morfologi berbentuk globular atau oval. Tingkat perkembangan dan regresi tiap mata sangat bervariasi. *Elschnig Pearls* saling berhubungan, terdapat *gap junction* dan memiliki struktur yang mirip dengan desmosom. *Elschnig pearls* bermigrasi dari perifer ke sentral kapsul posterior lensa (Lee, Y. E., 2014).



PCO tipe regeneratif gambaranya mirip dengan sel Wedl yang berperan dalam pembentukan katarak subkapsul posterior. Karena sel Wedl diketahui berasal dari sel epitel lensa ekuator. Maka di duga sisa -

sisia sel di ekuator inilah yang berperan dalam proses pembentukan formasi Mutiara (Elsching Pearl). Pasca bedah, sel ini berproliferasi dan bermigrasi ke sentral dan menginfiltrasi ruang antara kapsul posterior dan optic LIO. Perlengketan formasi Mutiara terhadap kantong kapsul tidak terlalu kuat, sehingga dibersihkan dengan kanula atau spatula, juga dapat dengan mudah di aspirasi. Mutiara Elsching biasanya timbul lebih lambat dari tipe fibrotik. (Button M.,2004)(Jaffe NS *et al.*,1990).

2. Fibrosis

Sel A terletak di tepi *rhexis* berpotensi mengalami metaplasia transisi mesenkim epitel oleh *myofibroblas* berbentuk kerutan, berkabut, seperti garis putih keabu-abuan, dan plak di permukaan kapsul posterior atau yang disebut sebagai fibrosis (Lee, Y. E., 2014).

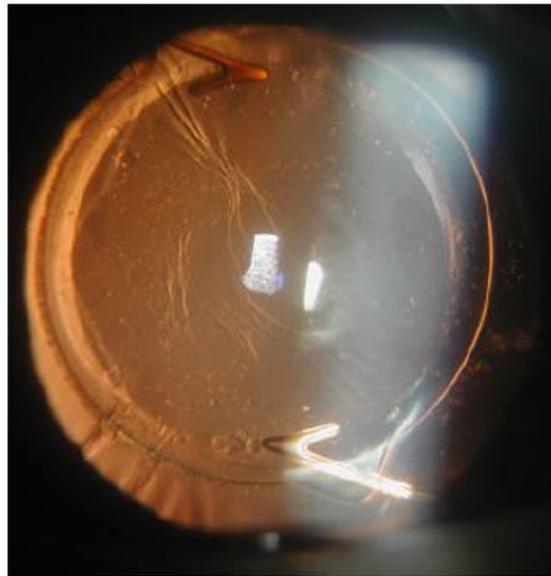
Sisa Sel epitel yang masih melekat pada kapsul anterior setelah tindakan ekstraksi katarak merupakan sel yang paling berperan dalam pembentukan membrane fibrotik. Sel ini berdiferensiasi menjadi sel berbentuk kumaran, mirip dengan fibroblast (*myofibroblast*), menghasilkan *a-smooth muscle actin* (yang normalnya hanya dibentuk oleh sel otot halus) dan mudah berkontraksi (Button M.,2004).

Sel ini berproliferasi dan bermigrasi ke kapsul posterior untuk membentuk lapisan yang mengeluarkan komponen matrix ekstraselular seperti kolagen tipe I dan III dan material seperti membrana basalis. Kontraksi sel-sel ini akan membentuk lembaran halus dan kerutan pada kapsul posterior. Pada tahap ini kekeruhan yang terjadi pada kapsul



sifatnya ringan dan belum menyebabkan gangguan visus, kecuali bila sel bermigrasi ke aksis visual (Button M.,2004).

Pembentukan jaringan fibrotik ini dapat juga terjadi pada kapsul anterior namun jarang menyebabkan gangguan visual karena letaknya jauh dari aksis visual (Button M.,2004).



Gambar 2.8. Fibrosis PCO (Lee, Y. E., 2014).

2.2.5 Tahap perkembangan PCO

1. Proliferasi

Proliferasi dimulai 3 hingga 4 hari setelah operasi katarak. Pengangkatan serat lensa selama operasi katarak dapat memicu terjadinya proliferasi dari LEC. Sisa korteks dapat memicu terjadinya proliferasi PCO. Melanosit dari iris dan sel yang dilepaskan oleh darah karena kerusakan *blood aqueous barrier* berperan sebagai awal terjadinya proliferasi PCO. IOL yang merupakan benda asing dapat memicu terjadinya proses inflamasi. Autokrin dan parakrin berperan dalam



proliferasi LEC di kapsul posterior. Autokrin memicu residu LEC mengeluarkan berbagai sitokin yang mengontrol perkembangan PCO. Berbagai sitokin termasuk *Fibroblast Growth Factor* (FGF), *Platelet Derived Growth Factor* (PDGF), *Hepatocyte Growth Factor* (HGF), *Epidermal Growth Factor* (EGF), *Insulin Growth Factor*, *Transforming Growth Factor β* (TGF β), *Interleukin* (IL) 1 dan 6 berperan dalam pengaturan LEC secara invitro. FGF dalam akuos humor kelinci meningkat setelah operasi dan menstimulasi proliferasi LEC. Konsentrasi TGF β dalam akuos humor kelinci menurun setelah operasi dan kembali ke tingkat pra operasi setelah sekitar 30 hari. TGF β menginduksi *Epithelial-Mesenchymal Transitions* (EMT) dari LEC dan memicu produksi matriks ekstraseluler (Raj *et al.*, 2007).

2. Migrasi

LEC bermigrasi menuju kapsul posterior dikarenakan adanya molekul seperti *Integrins Subunit*, *Cell Adhesion Molecule* (CAM) dan reseptor *Hyaluronan CD 44*. *Gly-Arg-Gly-Asp-Ser-Pro* (GRGDSP) RGD peptida menghambat perlekatan sel dan migrasi pada laminin dan fibronektin *Arg-Gly-Asp*. *Matriks Metalloproteinase* (MMPs) yang merupakan kelompok enzim proteolitik sangat berperan dalam migrasi sel dan penyembuhan luka (McDonald, M., 2021).

3. Differensiasi

LEC memiliki kemampuan differensiasi normal dan abnormal. asi normal yaitu LEC mengarah pada pembentukan struktur *pearl like cell*



dalam kapsul posterior yang dikenal sebagai sel *bladder*. Sel-sel *bladder* ini muncul diantara LEC pada saat pembentukan sel fibrotik pada lensa, dan dapat mengalami regresi dalam beberapa waktu. Sel ini memiliki sitoplasma granular yang homogen dengan *pyknotic* dan tidak mengeluarkan α SMA yaitu protein yang digunakan sebagai marker formasi *myofibroblas* (Raj *et al.*, 2007).

Diferensiasi abnormal berasal dari LEC yang terjadi dalam bentuk ECM. TGF β menginduksi ECM dari LEC dan FGF membantu kelangsungan hidup sel TGF β yang terkena. ECM dari LEC mengarah pada pembentukan sel-sel *myofibroblas* yang dapat terlihat pada α SMA. Pembentukan *myofibroblas* didapatkan pada sisa *Continuous Curvilinear Capsulorhexis* (CCC) di kapsul anterior. *Myofibroblas* yang mengeluarkan berbagai jenis protein dari ECM seperti fibronectin, kolagen tipe I, kolagen tipe III, kondroitin sulfat, dermatan sulfat dan keratan sulfat, yang terbentuk 4 hari setelah operasi. Wallentin *et al.*, 1998 menyimpulkan bahwa TGF β bekerja dan aktif pada minggu pertama setelah operasi katarak walaupun diketahui kadar TGF β menurun pada beberapa waktu ini (McDonald, M., 2021).

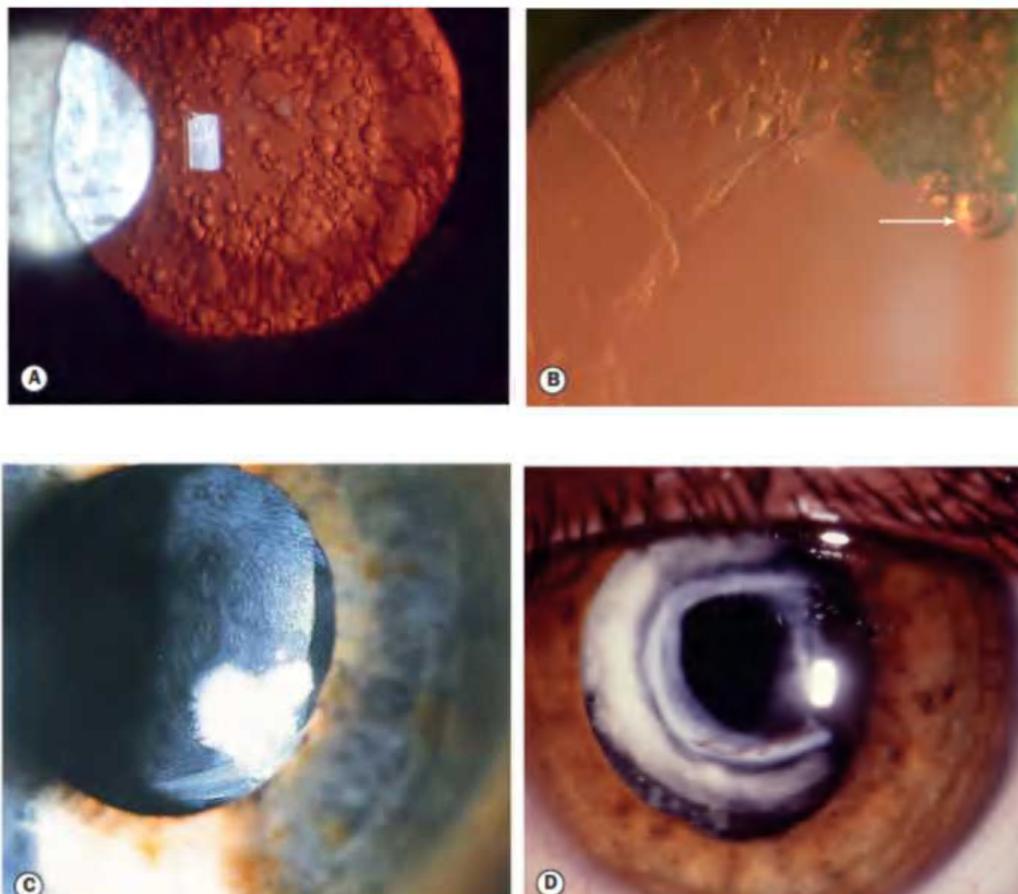
2.2.6 Diagnosis PCO

Gejalanya meliputi penglihatan kabur yang terus-menerus memburuk, silau dan kadang-kadang diplopia monokular. Ketajaman penglihatan berkurang secara bervariasi, meskipun disfungsi mungkin lebih terlihat pada pengujian sensitivitas kontras. Tanda biasanya mencakup lebih dari satu pola kekeruhan, ada beberapa bentuk PCO, yaitu (Salmon JF., 2021):



CO *vacoulated (pearl type)* terdiri dari LEC yang berproliferasi, mirip el balon (*Wedl*) yang terlihat pada katarak subkapsular posterior. Tipe ini

biasanya disebut 'Pearl- Elschnig', tipe ini memiliki gambaran seperti kumpulan sel yang bengkak berbentuk bulat atau seperti anggur yang terlihat setelah trauma atau *pembedahan anterior capsule rupture*. PCO tipe fibrosis diperkirakan disebabkan oleh metaplasia fibroblastik sel epitel. *Soemmering ring* adalah proliferasi sel residual berbentuk annular atau berbentuk donat keputihan yang secara klasik terbentuk hampir di perifer kantong kapsuler setelah metode operasi katarak dengan durasi yang lebih lama. Ini dapat terbentuk di tepi capsulorhexis atau kapsulotomi (Salmon JF., 2021).



Gambar 2.9. A. *Vacuolated* atau *pearl-type* pada *retroillumination*, B. *Elschnig Pearls*, C. *Fibrotic capsule* pada *slit lamp*, D. *Cincin Soemmering* (Salmon JF., 2021).



2.2.7 Tatalaksana PCO

Tatalaksana dengan cara membuat celah di kapsul posterior menggunakan laser Nd:YAG (disebut kapsulotomi posterior). Indikasi. Adanya gejala visual merupakan indikasi utama (penglihatan berkurang dan silau). Capsulotomy biasanya juga dilakukan untuk memperbaiki pandangan fundus yang tidak memadai yang mengganggu penilaian dan tatalaksana segmen posterior yang mengalami kelainan. Komplikasi termasuk pitting dari IOL yang biasanya secara visual tidak mengganggu. TIO dapat meningkat, terutama pada pasien dengan glaukoma, tetapi biasanya ringan dan sementara. Robekan atau ablasi retina dapat mengikuti pengobatan dan individu yang rabun harus dirangsang untuk kembali jika mengalami gejala yang sesuai dengan *posterior vitreous detachment* (PVD). *cystoid macula edema* (CME) dapat terjadi, tetapi sangat jarang bila kapsulotomi ditunda selama 6 bulan atau lebih setelah operasi katarak. Subluksasi atau dislokasi IOL jarang terjadi (Salmon JF., 2021).

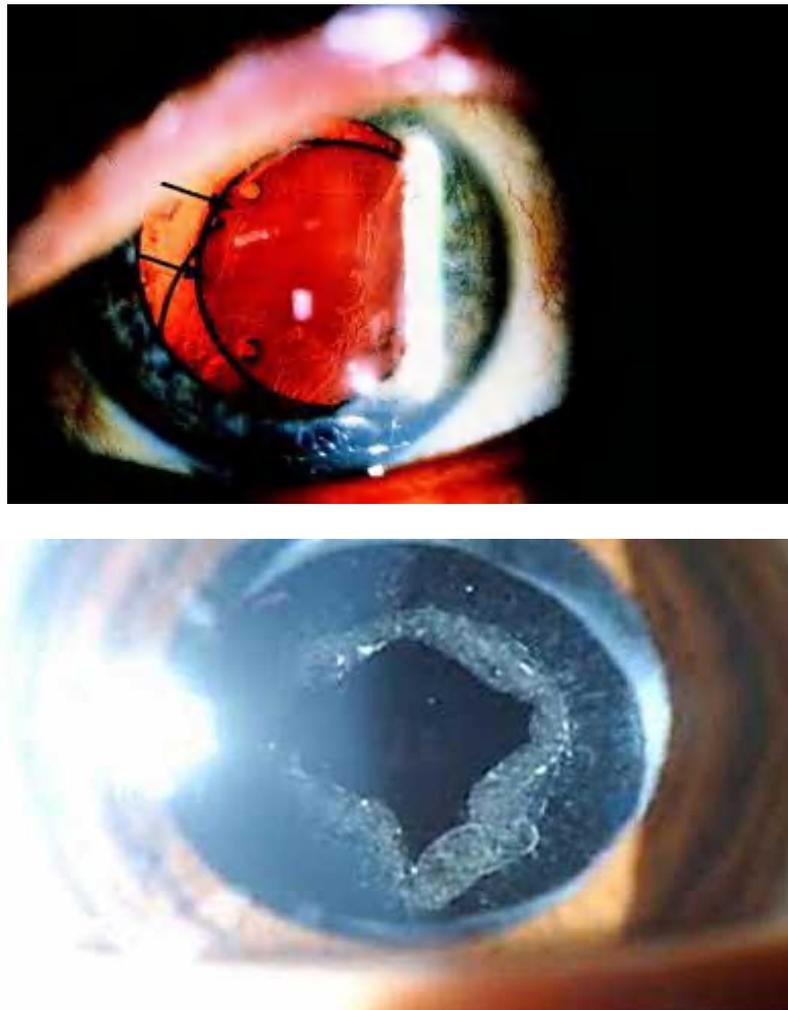
2.3 KAPSULOTOMI POSTERIOR LASER Nd:YAG

Tatalaksana untuk PCO melibatkan kapsulotomi YAG menggunakan laser *Neodymium: Yttrium-Aluminum-Garnet* (Nd:YAG) diarahkan ke luar lensa yang ditanamkan dan difokuskan pada bagian posterior kapsul yang buram. Laser ini digunakan untuk membuat bukaan melalui kapsul posterior agar memungkinkan cahaya mencapai retina tanpa hambatan, sehingga menghilangkan opasitas yang menghalangi (Moshirfar *et al.*, 2023). Prosedur ini disebut juga dengan



otomi posterior. Laser *solid-state* ini memancarkan panjang gelombang energi rendah pada 1064 nm (*doping* 1% Nd). Pembiasan cahaya ilkan ionisasi dan pembentukan plasma di jaringan okular. Plasma yang

terbentuk oleh gelombang akustik dan gelombang kejut dapat menghancurkan jaringan (Roger F et al., 2013). Kapsulotomi laser Nd:YAG adalah prosedur yang aman dan efektif untuk mengatasi PCO. *Best Corrected Visual Acuity* (BCVA) meningkat secara signifikan (Alam, 2018).



Gambar 2.10. (A) Kapsulotomi posterior dilakukan pada kapsul dengan aposisi langsung ke IOL posterior. (B) Bukaan kapsulotomi laser Nd:YAG (Roger F et al., 2013) (Abbasi et al., 2022).



laser Nd:YAG bersifat fotodisruptif yang tidak bergantung pada pigmen, akan energi tinggi pada spot yang kecil untuk durasi singkat dan sangat

terkonsentrasi yang dapat menyebabkan peningkatan suhu lokal hingga 15.000 derajat Celcius. Gelombang kejut akustiknya menembus jaringan dan laser diarahkan fokus tepat di belakang kapsul (offset 250–350 μm) menggunakan sinar bidikan Helium-neon (Karahan, 2014).

Pengaruh Nd:YAG laser terhadap jaringan:

1. Fotokoagulasi, jaringan tubuh yang terkena laser akan meningkat menjadi 37°-50 °C. Hal ini terjadi karena konversi energi cahaya menjadi energi panas sehingga terjadi denaturasi protein dan koagulasi pada jaringan.
2. Fotodisruptif, jaringan tubuh yang terkena laser akan meningkat dari 37°-15000 °C. Hal ini terjadi karena gelombang kejut hidrodinamik dan akustik dan secara mekanis merobek jaringan secara mikroskopis.
3. Dekomposisi fotoablatif, tidak terjadi kenaikan suhu dikarenakan sinar ultraviolet gelombang pendek.

Dua jenis sinar Nd:YAG laser, yaitu *Q-switched* dan *Mode-Locked*. *Q-switched* mengompres energi dalam satu nanodetik dan energi yang di hasilkan lebih tinggi, sedangkan *Mode-Locked* menghasilkan energi dalam pikodetik dan energi yang rendah. Pada laser *Q-Switched* gunakan kekuatan 1-2,5 mJ/pulse sedangkan pada tipe laser *Mode-Locked* menggunakan kekuatan 3-5 mJ/pulse (Roger F et al., 2013)



Sebagai langkah awal lensa kontak khusus dipasang dan akan kesan besar pada sudut dan fokus untuk memungkinkan laser mengenai posterior. Sinar Nd:YAG laser menyebabkan vaporisasi dengan tepi

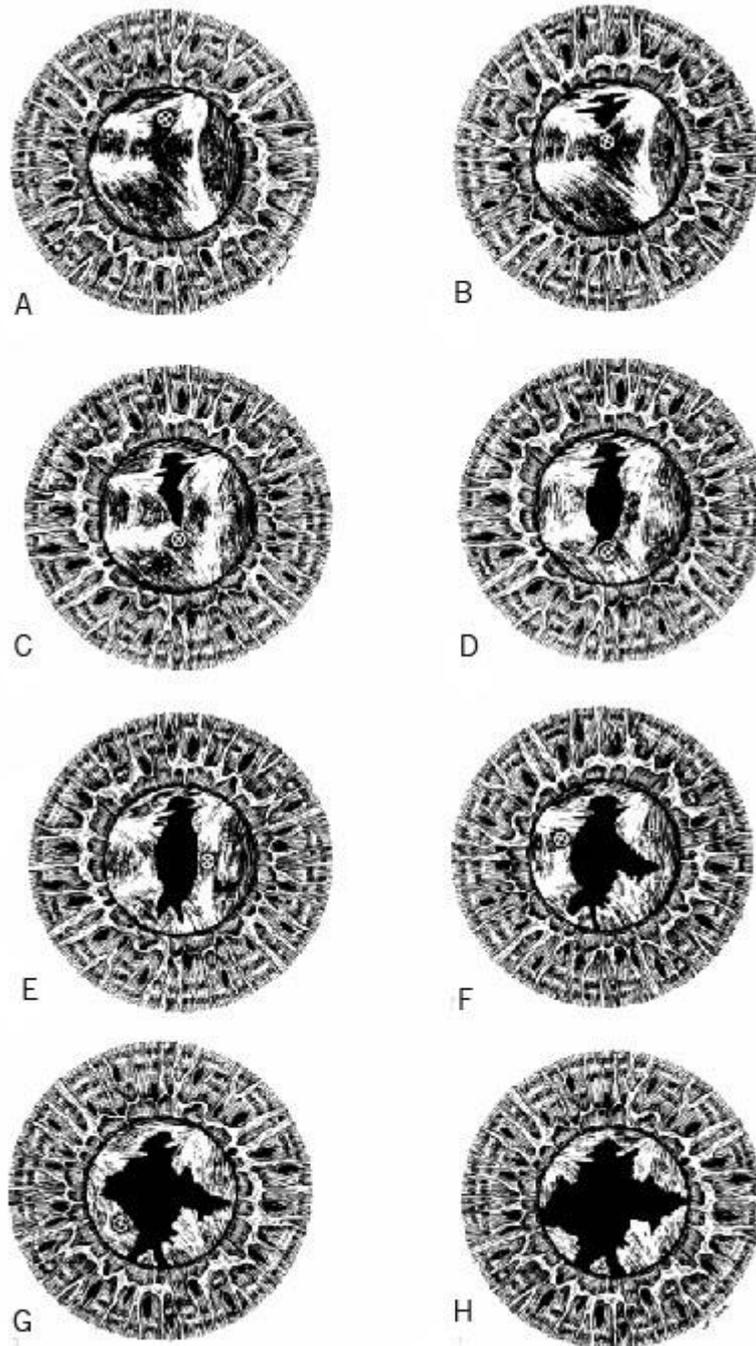
menjadi karbonisasi disertai nekrosis koagulasi dan edem di perifer (Halilović et al., 2012).

Teknik kapsulotomi yang paling sering digunakan adalah *Seaman's* sebagai berikut (Halilović et al., 2012);

1. *Vertical opening*, dimulai dari jam 12 sampai jam 6
2. *Horizontal opening*, dimulai dari jam 9 ke jam 6
3. *Concentric spreading*, dimulai dari perifer ke sentral
4. Fragmentasi, dengan melebarkan tepi membrane fibrosis.

Energi laser yang tinggi menyebabkan ionisasi sehingga terjadi interaksi foton dan atom sehingga membuat gelombang radiasi yang kemudian merusak jaringan. Sinar laser dan jaringan dipengaruhi oleh panjang gelombang laser, waktu paparan, dan iradiasi (jumlah energi/unit area, Watt/cm²). Energi foton yang tinggi dapat menginduksi reaksi fotokimia. Penyerapan cahaya oleh jaringan dapat menghasilkan panas dan menyebabkan denaturasi termal. Plasma memediasi interaksi antara laser dengan kapsul posterior. Iradiasi photon menghasilkan membuat plasma menjadi panas dan mengalami penguapan, menghasilkan gelombang kejut dan gelembung yang membuat kapsul posterior rusak (Palanker, 2011).



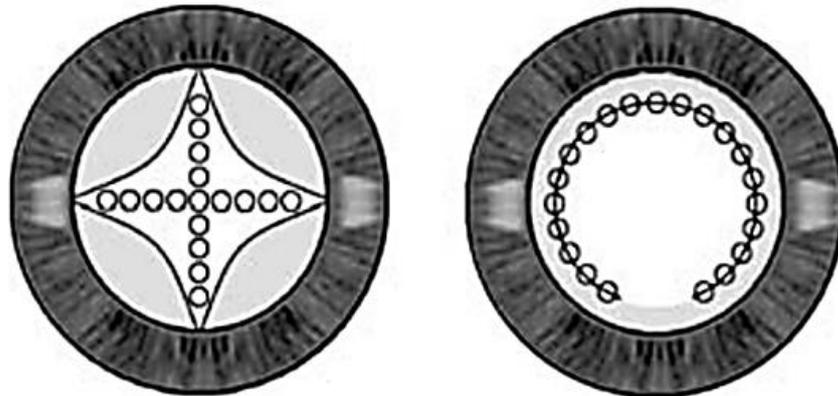


Gambar 2.11. Ilustrasi urutan kapsulotomi posterior (Roger F et al., 2013).



iameter kapsulotomi yang optimal harus sama atau harus melebihi pupil dalam kondisi skotopik ($3,9 \pm 0,5$ mm) dan tetap dalam batas IOL ani, 2017).

Berbagai bentuk pola dan ukuran kapsulotomi laser Nd:YAG dapat digunakan. Pola *circular* dan *cruciate* paling sering diterapkan dengan ukuran bukaan 3-6 mm. Hal ini memberikan kelebihan dan kekurangan tertentu (Kara et al., 2014).



Gambar 2.12. Pola *cruciate* dan *circular* (Kim Y et al., 2012).

Pada pola *cruciate*, tembakan laser pertama diarahkan ke superior dekat jam 12 dan maju ke arah bawah menuju posisi jam 6, tembakan kemudian ditempatkan di tepi bukaan kapsul, maju ke lateral menuju arah jam 3 dan jam 9. Dalam pola *circular*, tembakan laser mulai dari posisi jam 6 dengan arah melingkar. Pola *cruciate* kapsulotomi posterior laser Nd: YAG dapat dilakukan dengan aman. Prognosis ketajaman visual lebih baik pada pola *circular* daripada *cruciate* (Kim Y et al., 2012).

Kontraindikasi untuk tindakan laser Nd:YAG ini adalah kelainan pada kornea seperti sikatrik, bentuk permukaan yang tidak rata atau edema yang dapat mengganggu visualisasi untuk target laser, pasien yang sulit memfiksasikan mata pada satu titik, pasien dengan riwayat atau dicurigai memiliki *Cystoid Macular Edema (CME)*, terjadi proses inflamasi yang aktif pada intraokular, dan pasien dengan resiko tinggi terhadap terjadinya

luka (Roger F et al., 2013).



2.3.1 Komplikasi

Metode ini memiliki tingkat keberhasilan 95%, lebih cepat, relatif mudah, nyaman, dan tidak memerlukan rawat inap, namun masih ada kemungkinan terjadi komplikasi pasca tindakan (Akmaz *et al.*, 2018; Monteiro *et al.*, 2018; Murtaza, 2018). Dimana komplikasi yang sering terjadi pasca kapsulotomi laser Nd:YAG antara lain;

1. Peningkatan TIO

Pasca kapsulotomi laser Nd:YAG peningkatan TIO adalah komplikasi yang paling umum terjadi (Selvi *et al.*, 2016).

2. Perubahan posisi IOL dan Refraksi

Ada beberapa laporan IOL yang bergeser setelah dilakukan tindakan laser Levy *et al.*, melaporkan dislokasi *implant hydrogel* ke vitreous pasca kapsulotomi laser Nd:YAG. Mereka menyatakan bahwa bukaan kapsulotomi yang lebih besar dapat menginduksi gerakan mundur yang lebih besar, serta merekomendasikan bukaan yang lebih kecil untuk mencegah terjadinya komplikasi ini. Fus, *et al.*, memaparkan terjadi perubahan sentrasi IOL, perpindahan aksial dan kemiringan setelah kapsulotomi laser Nd:YAG (Fus *et al.*, 2022).

Terkait dengan diameter kapsulotomi, dilaporkan adanya pergeseran hiperopia lebih tinggi pada pasien dengan diameter kapsulotomi lebih besar dari 3,9 mm dibandingkan dengan diameter kapsulotomi yang lebih kecil. Pergeseran hiperopia progresif pada kelompok diameter kapsulotomi yang lebih besar. Direkomendasikan



untuk resep kacamata baru setidaknya 1 atau 4 minggu setelah kapsulotomi laser Nd:YAG (Karahana, 2014). Zaidi *et al.* juga mencatat pergeseran hiperopia signifikan setelah kapsulotomi laser Nd:YAG (Zaidi M *et al.*, 2004).

3. Kerusakan IOL/ *Pitting*

Hasan KS *dkk.* telah mencatat IOL *pitting* 19,8% dalam penelitiannya pada 86 mata dan Haris WS mencatat 11,7% tanda signifikan pada IOL selama kapsulotomi laser pada 342 mata Khazada *et al.* melaporkan 9,4% 30 dari 320 mata. Dalam semua kasus, kerusakan IOL ringan atau *pitting* kecil yang terjadi tidak mengganggu penglihatan. *Retro-focusing* dari sinar laser dapat mengurangi risiko kerusakan IOL (McDonald, M., 2021).

4. Iritis/Uveitis

Chambless, dalam penelitiannya dengan masa tindak lanjut rata-rata 7 bulan, menemukan uveitis anterior persisten pada 1,4% pasien. Keates *et al.*, menemukan iritis persisten pada 0,4% dan vitritis pada 0,7% setelah 6 bulan. Gore, juga melaporkan 33,5% pasien mengalami iritis setelah kapsulotomi Nd:YAG, manifestasinya berupa *cell* dan *flare* di bilik mata depan pada pemeriksaan *slit lamp* (Gore, V *et al.*, 2012).

i. Ruptur Membran Hyaloid Anterior.

Gokhan pekeli *et al.*, mengemukakan Nd:YAG laser mempengaruhi



kedalaman bilik mata depan, dikarenakan rupturnya hyaloid anterior sehingga terjadi pergerakan vitreus dan pergeseran IOL (Pekel, G. et al., 2014). Emina Alimanović Halilović, juga melaporkan ruptur membran hyaloid anterior sebesar 19% dan dapat terjadi prolaps vitreus ke bilik mata depan. Prolaps vitreous ke dalam bilik depan dapat menyebabkan peningkatan TIO, edema makula, ruptur retina dan ablasio retina (Halilović et al., 2012).

6. *Cystoid Macular Edema (CME)*

CME dapat terjadi setelah prosedur bedah intraokular, trauma, dan berbagai kondisi inflamasi lainnya yang mempengaruhi retina. Pada kapsulotomi laser Nd:YAG, terjadi CME dikarenakan pergerakan kavum vitreous dan kerusakan vitreous, yang menghasilkan pelepasan mediator inflamasi (McDonald, M., 2021).

Karahan *et al.*, pada kelompok kapsulotomi berdiameter kecil dan besar dengan tingkat energi yang sama, sehubungan dengan ketebalan makula ditemukan bahwa tidak menunjukkan perbedaan sebelum operasi, 1 minggu, 4 minggu, atau 12 minggu pasca operasi. Perbedaan ini tidak signifikan secara statistik antar kelompok. Ketebalan makula rata-rata menurun ke tingkat pra operasi pada pengukuran 4 dan 12 minggu (Karahan, 2014).

7. *Retinal Tear dan Detachment*

Pasien dengan diameter kapsulotomi lebih besar mengalami pergeseran hyperopia dan berpotensi menyebabkan robekan retina



dan ablasi retina (Karahana, 2014).

8. Komplikasi lainnya

Glaukoma dikarenakan blok pupil, sindrom *misdirection aqueous*, *macular hole*, hingga endoftalmitis adalah komplikasi lain yang pernah dilaporkan (Gore, V et al., 2012).

2.4 RETINOMETRI

Pemeriksaan retinometri (*interference-frings methods*) dilakukan dengan memberikan sinar yang melalui 2 area kecil di pupil yang dilalui oleh 2 objek, dan kemudian keduanya saling tumpang tindih sehingga terbentuk bayangan *grating dark and light* di retina (Boyd, B.F., 2010; Ogden, T.E., 2010). Pemeriksaan dilakukan dengan mengatur ketebalan *grating dark and light*, dari *grating* yang tebal sampai dengan *grating* yang halus sampai penderita tidak dapat lagi membedakan arah *grating* (vertikal, horisontal maupun diagonal). Pemeriksaan ini akan didapatkan status tajam penglihatan yang disebut *grating visual acuity* dengan nilai 0,1 - 1,0 (Boyd, B.F., 2010). Pemeriksaan retinometer memerlukan kerjasama yang baik dengan penderita. Penderita diharapkan dapat merubah posisi kepala sedikit untuk memungkinkan sinar retinometer masuk ke celah kekeruhan media refrakta. Pemeriksaan sebaiknya dilakukan dengan pupil lebar (Ogden, T.E., 2010; Borish, I.M., 2012).

Retinometer pertama adalah slit lamp attachment yang memproyeksikan grafik Snellen mini ke dalam mata. Retinometer awal ini tidak ditemukan efektif



emperskirakan VA pasca operasi. Instrumen kuantitatif ini kemudian ang untuk mengetahui potensi ketajaman penglihatan pada mata yang ni kekeruhan media refrakta (Mimouni, 2017).

Retinometer merupakan salah satu jenis pemeriksaan Interferometri atau metode interferometer klinis, yang bersamaan dengan *pinhole aperture* dan *potential acuity meter* yang dapat memeriksa tajam penglihatan secara langsung ke makula, sehingga termasuk dalam pemeriksaan tajam penglihatan *non wall projection charts*. Retinometri ini menggunakan prinsip interferensi fringe untuk menilai tajam penglihatan pasien melalui lensa yang keruh. Pada retinometer, sebuah sumber cahaya dipecah menjadi dua sinar yang kemudian masuk ke daerah lensa yang paling tidak keruh sehingga kisi-kisi interferensi terbentuk di retina. Kisi dapat memiliki orientasi meridian vertikal, horizontal atau miring. Frekuensi spasial dapat bervariasi sesuai dengan ketajaman penglihatan mulai dari 6/120 (20/400) hingga 6/6 (20/20). Oleh karena itu, ketajaman penglihatan pasien setelah operasi katarak dapat diprediksi dengan alat ini (Wildan and Wilardjo, 2016; Mimouni, 2017).

Hasil pemeriksaan retinometri sangat bergantung pada fungsi retina dan tidak begitu banyak pada media refraksi karena pola cahaya pada retina tidak terbentuk melalui pencitraan. Interferensi terjadi ketika dua sumber cahaya bertemu dan muncul sebagai gelombang yang bergerak ketika makula masih berfungsi. Efek ini terjadi meskipun ada katarak ataupun kelainan refraksi (Art, 2018).

2.4.1 Heine Lambda 100 Retinometer



Retinometer Heine Lambda 100 (HEINE Optotechnik GmbH & Co, tinometer, Dornierstr, Glinching, Jerman) adalah perangkat genggam ortabel, terdiri dari pegangan yang dapat dicharger dan lampu celah, yang

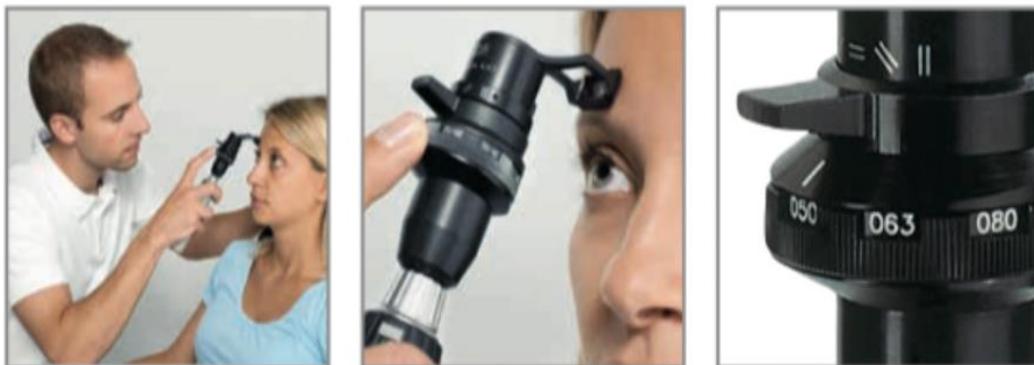
menggunakan lampu xenon merah yang menembus opasitas katarak dan menyebabkan stimulasi langsung pada makula untuk memberikan perkiraan BCVA. Gambar garis merah dan hitam yang sesuai dengan bagan Snellen, yang dapat berubah posisi sebesar 45 derajat, diproyeksikan. Semakin tipis garis yang dapat dilihat pasien, semakin baik ketajaman penglihatan pasca operasi yang dapat dicapai. Sebuah penelitian di Israel mengevaluasi retinometer ini pada 374 mata yang menjalani operasi katarak. Retinometer menunjukkan estimasi yang akurat (pasca operasi BCVA dalam 2 baris estimasi retinometer) pada 60% pasien, 27% underestimasi (BCVA pasca operasi > 2 baris lebih besar dari estimasi retinometer), dan 12% overestimasi (pasca operasi BCVA > 2 baris kurang dari estimasi retinometer). Temuan ini menunjukkan bahwa retinometer akurat untuk sebagian besar kasus dan cenderung memberikan nilai dibawah prediksi daripada diatas prediksi. Dalam penelitian yang sama ini, tingkat katarak (berdasarkan warna dan opasitas) tidak mempengaruhi kemampuan prediksi retinometer (Mimouni, 2017).

Salah satu alat retinometri yang digunakan dalam aplikasi klinik yaitu Lambda 100 (Heine) yang merupakan perangkat genggam portabel yang bertujuan untuk menembus kekeruhan lensa katarak melalui proyeksi cahaya xenon yang terfokus tajam ke makula untuk memperkirakan potensi ketajaman penglihatan. Lampu xenon merah diproyeksikan dalam bentuk garis paralel dengan kontras tinggi dan tepi yang jelas, dengan frekuensi spasial yang berbeda (Colombo-Barboza, 2010).

Berikut ini adalah tata cara pemeriksaan retinometri menggunakan retinometer heine Lambda 100:



1. Jelaskan tujuan dan prosedur pemeriksaan.
2. Posisikan subjek duduk di depan pemeriksa.
3. Nyalakan Retinometer, atur derajat kelainan refraksi sesuai hasil pemeriksaan sebelumnya, pilih ketajaman, sudut *grating*, kurangi pencahayaan di sekitar.
4. Posisikan Retinometer di dahi subjek. Cari pupil dengan titik cahaya merah untuk menemukan "*window*" supaya subjek dapat melihat *grating pattern* dan mengidentifikasi kemiringannya.
5. Ubah *grating pattern* menjadi semakin halus dan ubah juga kemiringannya secara bertahap. Selalu minta subjek untuk mengidentifikasi sudutnya.
6. Lakukan hingga subjek tidak bisa mengidentifikasi kemiringan itu lagi. *Grating* terakhir yang dapat ditentukan derajat kemiringannya oleh subjek penelitian adalah visus potensialnya (Heine Lambda, 2020).



Gambar 2.13. Pemeriksaan Retinometri (Heine Lambda, 2020).



Keunggulan dari retinometer adalah:

• sederhana, mudah digunakan.

• tidak menggunakan kabel, sehingga mobilitas maksimal.

6. Ringan (100g), dapat digunakan kapan saja.
7. Menggunakan teknologi xenon halogen dan terdapat tingkatan intensitas cahaya, sehingga nyaman digunakan pasien.
8. Pemeriksaan cepat, kurang dari 2 menit.
9. Membantu dalam perencanaan operasi, terutama pada pasien yang juga menderita kondisi lain yang mempengaruhi penglihatan mereka, yaitu hampir sepertiga dari semua pasien katarak.

Retinometri menggunakan prinsip pemeriksaan *grating acuity*, yaitu merupakan salah satu pemeriksaan *minimum separable*, obyek yang diproyeksikan adalah gambaran *grating dark and light* di retina, dan diperlukan 2 area kecil di pupil yang dilalui oleh 2 obyek, yang kemudian keduanya saling tumpang tindih sehingga terbentuk bayangan *grating dark and light* di retina. Pola dari ketajaman *grating* pada retinometer berupa garis-garis hitam dan merah (Wildan and Wilardjo, 2016).



Gambar 2.14. Contoh pola *grating* pada retinometer (Heine Lambda, 2020)

Tabel 2.1. Interpretasi Retinometri Lambda



VISUS RETINOMETRI	
0.06	20/300
0.12	20/150
0.32	20/60
0.50	20/40
0.63	20/30

2.5 PENGARUH ND YAG LASER CAPSULOTOMY TERHADAP HASIL VISUS DAN RETINOMETRI PADA PASIEN PCO

Terapi pasien PCO menggunakan Nd: Yag laser sudah menjadi standar prosedur untuk terapi dari kekeruhan kapsul posterior lensa. Nd:Yag laser menggunakan photodisruption yang menghasilkan acoustic shock wave yang membuat bukaan pada kapsul posterior. Indikasi dari tindakan laser ini antara lain BCVA menurun akibat kekeruhan kapsul posterior, kekeruhan kapsul posterior yang menyebabkan sulitnya mengevaluasi segmen posterior pasien, diplopia monokular, glare, dan fimosis kapsul anterior. Kontraindikasi dilakukannya laser ini adalah, visualisasi kapsul posterior terganggu, pasien tidak kooperatif, inflamasi aktif pada mata, dan glaukoma yang tidak terkontrol (Saika, S et al., 2014).

Hasil penelitian Moshirfar et al menunjukkan bahwa kapsulotomi Nd:YAG menyebabkan penurunan besaran silinder yang signifikan secara statistik dan Jenis lensa tidak mengubah perubahan pengukuran refraksi setelah operasi. Selain itu pada penelitian ini juga mengatakan Karena meningkatnya insiden katarak, peningkatan pemasangan IOL akan meningkatkan risiko Jkan PCO dan kebutuhan kapsulotomi Nd:YAG. (Moshirfar M et al., 2023)



Penelitian oleh Klein et al., yang menggunakan 40 mata pasien PCO yang menjalani kapsulotomi posterior dengan laser Q-switched neodymium-YAG, Microrupter II (Lasag, Thun, Swiss). Retinometri dan *Potential Acuity Meter* (PAM) digunakan untuk menilai fungsi makula sebelum kapsulotomi posterior laser neodymium-VAG. spesifisitas sangat baik dengan PAM (91%) dan Retinometer (93%). Kekeruhan kapsul posterior difus yang menghalangi pengiriman cahaya melalui bagian yang jelas dari kapsul adalah penyebab yang paling mungkin dari tingkat negatif palsu yang tinggi. Studi ini menunjukkan bahwa, seperti dalam banyak tes fungsi visual dengan adanya kekeruhan pada media okular, prediksi positif dengan PAM atau Retinometer menyampaikan lebih bahwa terdapat perbaikan fungsi penglihatan pada pasien setelah menjalani kapsulotomi posterior dengan laser Q-switched neodymium-YAG (Klein *et al.*, 1986).

Dalam penelitian Ari Suryathi (2020), dikatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara retinometri sebelum dan sesudah operasi katarak. Dan tidak ada perbedaan bermakna antara retinometri pasca operasi katarak dengan BCVA. Dan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara perbedaan retinometri pascaoperasi dengan jenis katarak pasien. Penelitian ini juga menunjukkan perbedaan antara retinometri pasca dan pra operasi katarak dengan grading katarak (Burrato) yang berkorelasi positif, yang dimana semakin tinggi derajat katarak (Burrato V), maka semakin tinggi perbedaan retinometri sebelum dan sesudah operasi katarak (Suryathi Ari et al., 2020).

Mimouni M. (2017), Hasil pemeriksaan Retinometri Lambda yang akurat (dalam 2 garis Snellen) memperkirakan hasil BCVA pasca operasi pada 60% ngan total pasien 374. Keakuratan prediksi secara signifikan lebih baik arak sedang bila dibandingkan dengan katarak lanjut (Mimouni, 2017).



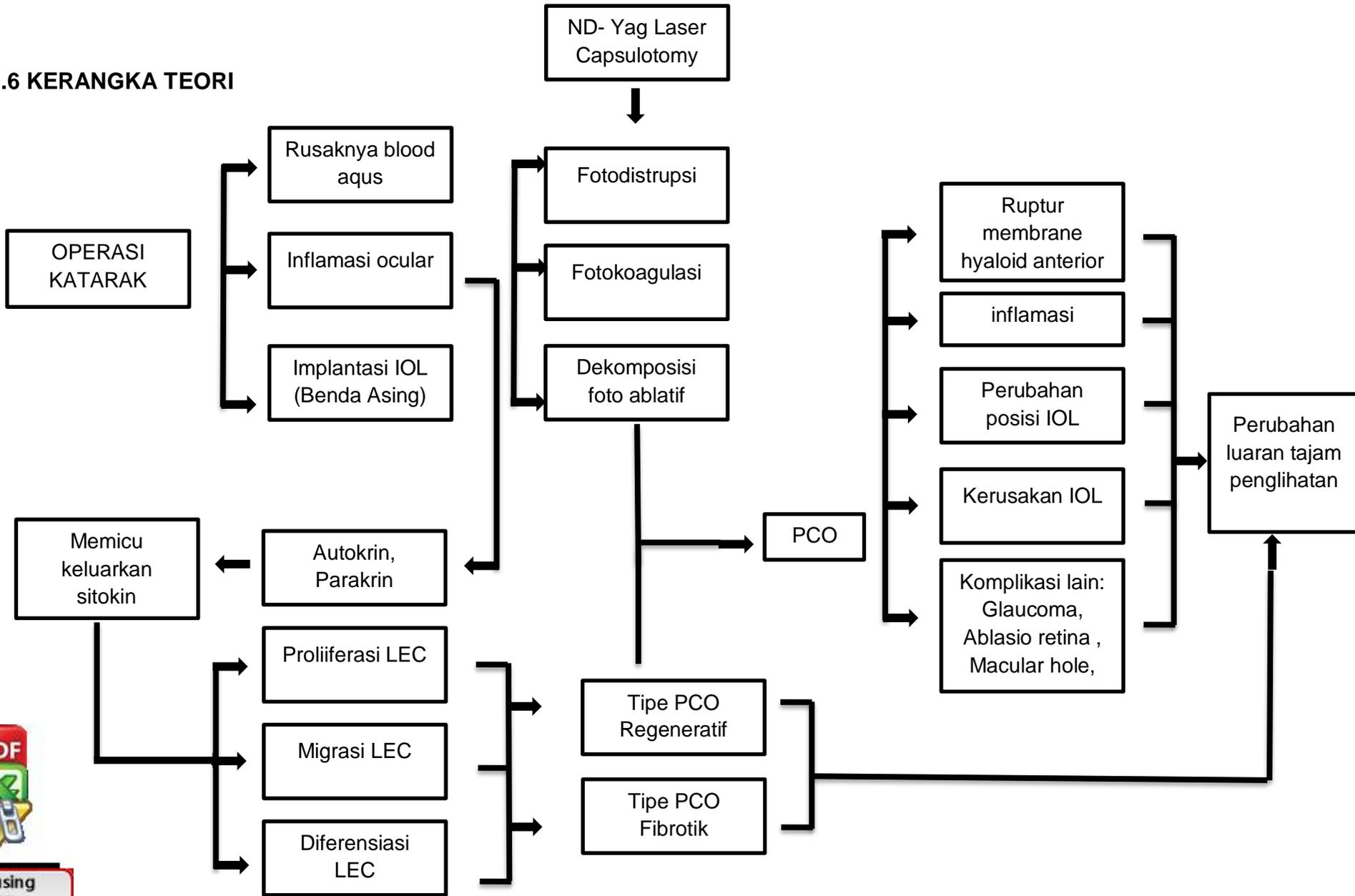
Mata dengan hasil BCVA pasca operasi lebih dari 2 garis di atas pengukuran retinometri Lambda dikategorikan sebagai underestimasi, sedangkan mata dengan BCVA pasca operasi lebih dari 2 garis di bawah Lambda dikategorikan sebagai overestimasi. Semua yang lain dikategorikan sebagai perkiraan yang akurat (BCVA pascaoperasi dalam 2 baris pengukuran Lambda) (Colombo-Barboza, 2010).

Ficker *et al.*, (31) mencatat dalam waktu 2-3 jam pasca laser kapsulotomi ada kecenderungan peningkatan TIO. Hal ini dikaitkan dengan energi yang digunakan lebih tinggi dari 1,5 mJ. Semakin tinggi energi laser, semakin tinggi pulsasi laser, dan semakin tinggi pula insiden peningkatan TIO. Peningkatan TIO ini dapat mengancam penglihatan (Najam *et al.*, 2016).

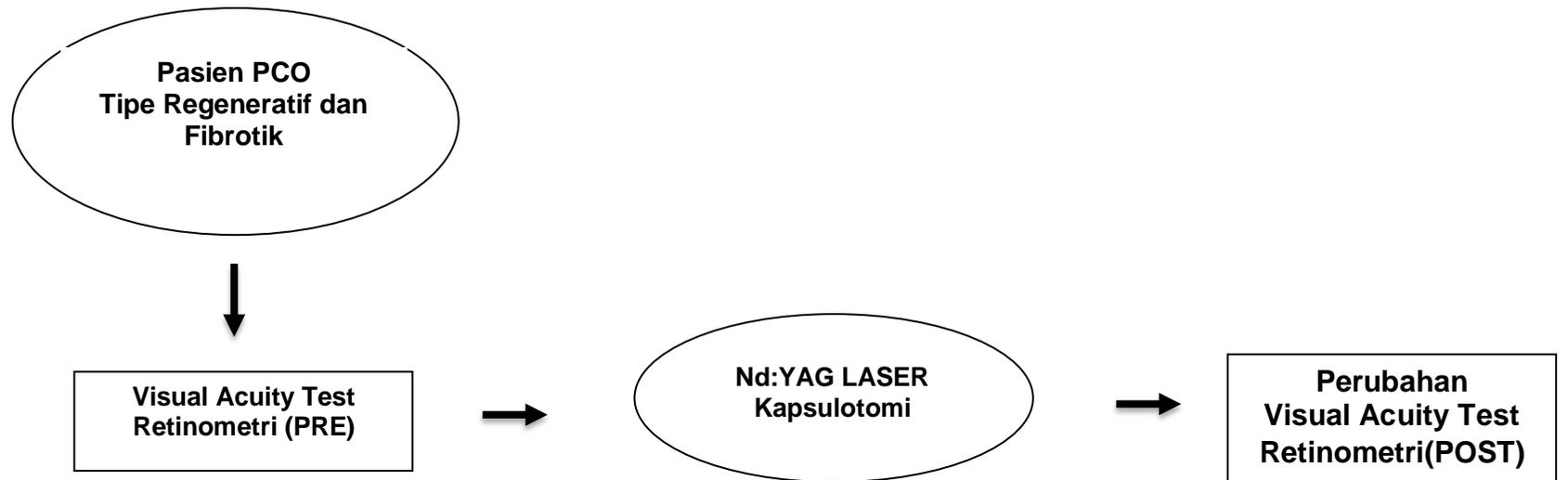
Utami Dera dkk, tahun 2017 melaporkan dalam penelitiannya, skala retinometri 0,8 merupakan nilai yang tersering ditemukan pada pasien dengan BCVA 1,0 (56,8 %). Dan terdapat satu mata dengan skala retinometri 0,32 dapat mencapai BCVA 1,0, pasien tersebut masuk kedalam kategori myopia berat (S-12,5D/ C-0,75 D x 17°) (Utami dera *et al.*, 2017).



2.6 KERANGKA TEORI



2.7 KERANGKA KONSEP



Keterangan:

