

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Katarak merupakan salah satu penyebab utama kebutaan di seluruh dunia, yang ditandai dengan kekeruhan pada lensa mata sehingga menghalangi transmisi cahaya menuju retina dan menyebabkan gangguan penglihatan yang signifikan.¹ Meski lebih umum terjadi pada populasi usia lanjut, katarak juga dapat dialami oleh anak-anak, suatu kondisi yang dikenal dengan katarak pediatri, yang berdampak serius terhadap perkembangan penglihatan, fungsi visual, dan kualitas hidup penderita di masa depan.²

Secara global, diperkirakan sekitar 70 juta anak mengalami kehilangan penglihatan sejak masa kanak-kanak, dengan sekitar 10 juta di antaranya (14%) disebabkan oleh katarak.³ Angka ini menjadikan katarak sebagai penyebab utama kebutaan pada anak-anak di banyak negara. Prevalensi katarak pediatri sendiri dilaporkan mempengaruhi sekitar 200.000 anak di seluruh dunia dengan insiden mencapai 3 hingga 6 kasus per 10.000 kelahiran hidup. Kondisi ini, jika tidak ditangani dengan tepat, tidak hanya berdampak pada gangguan visual jangka pendek tetapi juga dapat memicu komplikasi jangka panjang yang berisiko permanen, termasuk ambliopia dan glaukoma sekunder.^{2,4-6}

Penatalaksanaan katarak pediatri sebagian besar membutuhkan intervensi bedah. Namun, intervensi ini membawa tantangan yang kompleks karena struktur anatomi dan fisiologi mata anak masih dalam proses perkembangan.⁷ Berbeda dengan populasi dewasa, operasi katarak pada anak berpotensi menyebabkan perubahan biometrik bola mata yang signifikan, di antaranya adalah pemanjangan *Axial Length* (AL), pendalaman atau pendangkalan *Anterior Chamber Depth* (ACD), perubahan *Central Corneal Thickness* (CCT), serta fluktuasi ketebalan *Retinal Nerve Fiber Layer* (RNFL).⁴⁻⁶

Meskipun sebagian besar perubahan ini merupakan adaptasi fisiologis pasca operasi, temuan tersebut menunjukkan adanya potensi risiko jangka panjang, seperti glaukoma sekunder, terutama jika terjadi pemanjangan AL atau perubahan ACD yang berlebihan.^{8,9} Selain itu, perubahan RNFL dapat berperan sebagai

indikator awal kerusakan saraf optik yang mendahului gangguan lapang pandang.¹⁰ Glaukoma ini kerap sulit dideteksi pada anak-anak karena keterbatasan subjektivitas gejala, sehingga diagnosis seringkali terlambat. Anak-anak dengan katarak seringkali tidak memiliki keluhan atau kesadaran akan penurunan fungsi visual, sehingga kondisi ini bisa saja luput dari perhatian hingga terlambat terdiagnosis. Oleh karena itu, pemantauan biometrik mata secara berkala menjadi aspek penting dalam mencegah kerusakan permanen yang berpotensi timbul.

Komplikasi glaukoma sekunder sendiri diketahui dapat berkembang dalam jangka waktu bertahun-tahun setelah operasi katarak.¹¹ Dalam konteks ini, terdapat jaringan bola mata yang secara anatomi lebih rentan terhadap peningkatan TIO, yakni lamina cribrosa dan RNFL. Perubahan yang terjadi pada jaringan ini dapat dideteksi secara dini melalui pemeriksaan *Optical Coherence Tomography* (OCT). Selain itu, perubahan pada kornea dan sklera, khususnya terkait dengan perpanjangan *axial length*, juga berkontribusi pada risiko peningkatan TIO dan dapat dinilai dengan pemeriksaan biometri segmen anterior. Lamina cribrosa dan RNFL menjadi titik krusial dalam patogenesis kerusakan glaukomatosa karena sifatnya yang sensitif terhadap perubahan tekanan intraokular.

Glaukoma pada anak, termasuk yang muncul sebagai komplikasi pasca operasi katarak pediatri, sering berkembang secara perlahan dan tanpa gejala yang jelas hingga kerusakan signifikan terjadi. Oleh sebab itu, deteksi dini melalui pemantauan biometrik mata seperti evaluasi RNFL dengan OCT dan pengukuran *axial length* serta parameter segmen anterior melalui biometri secara berkala merupakan pendekatan yang sangat penting untuk mencegah terjadinya komplikasi yang lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan konfigurasi segmen anterior dan ketebalan RNFL pada pasien pasca operasi katarak pediatri di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam meningkatkan pemahaman tentang dinamika perubahan biometri mata pasca operasi katarak pada anak-anak, serta menjadi acuan dalam upaya pencegahan komplikasi jangka panjang.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat perubahan konfigurasi segmen anterior pada pasien pasca operasi katarak pediatri di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar?
2. Apakah terdapat perubahan *Retinal Nerve Fiber Layer* (RNFL) pada pasien pediatri pasca operasi katarak di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar?
3. Apakah terdapat perubahan tekanan bola mata pada pasien pasca operasi katarak pediatri di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui perubahan konfigurasi segmen anterior dan RNFL pada pasien pasca operasi katarak pediatri di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui konfigurasi segmen anterior pada pasien pasca operasi katarak pediatri di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Untuk mengetahui konfigurasi segmen anterior pada pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Untuk mengetahui perbandingan konfigurasi segmen anterior pada pasien pasca operasi katarak pediatri dan pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.

4. Untuk mengetahui ketebalan RNFL pada pasien pasca operasi katarak pediatri di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
5. Untuk mengetahui ketebalan RNFL pada pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
6. Untuk mengetahui perbandingan ketebalan RNFL pada pasien pasca operasi katarak pediatri dan pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
7. Untuk mengetahui tekanan intra okular pada pasien pasca operasi katarak pediatri di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
8. Untuk mengetahui tekanan intra okular pada pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
9. Untuk mengetahui perbandingan tekanan intra okular pada pasien pasca operasi katarak pediatri dan pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat bagi Pengetahuan

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menjadi referensi tambahan mengenai perubahan konfigurasi segmen anterior dan analisis RNFL pada pasien pediatri pasca operasi katarak di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.

1.4.2 Manfaat bagi Klinis

Memberikan landasan untuk klinisi mengenai perubahan biometri bola mata pada pasien pediatri pasca operasi katarak di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Katarak pada Anak

2.1.1 Definisi, Klasifikasi, dan Etiologi

Katarak adalah suatu penyakit pada mata yang sering terjadi dan ditandai dengan kekeruhan pada lensa kristal mata. Berdasarkan etiologinya, katarak dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu: katarak kongenital, katarak terkait usia, katarak metabolik, katarak akibat obat, katarak toksik, dan katarak traumatis. Berdasarkan studi yang telah ada, diketahui bahwa sekitar sepertiga dari katarak pada anak-anak bersifat hereditas, sepertiga terkait dengan penyakit atau sindrom lain, dan sepertiga sisanya adalah idiopatik.^{8,12}

Katarak kongenital sendiri adalah kekeruhan lensa yang terjadi sejak lahir atau berkembang selama tahun pertama kehidupan. Meskipun beberapa katarak kongenital tidak berdampak secara visual, yang lain dapat menyebabkan gangguan penglihatan yang signifikan. Katarak kongenital dapat bersifat unilateral atau bilateral, dan dapat diklasifikasikan berdasarkan morfologi, etiologi genetik, gangguan metabolik, atau temuan anomali okular atau sistemik yang terkait. Sekitar sepertiga dari katarak kongenital terkait dengan sindrom atau penyakit yang lebih luas, sepertiga lainnya merupakan sifat turun-temurun yang terisolasi, dan sepertiga sisanya disebabkan oleh penyebab yang tidak diketahui. Penyakit metabolik cenderung lebih sering terkait dengan katarak bilateral.¹³

Katarak kongenital dapat ditemukan pada sekitar 1 dari setiap 2000 kelahiran hidup. Kekeruhan lensa ini dapat memiliki tingkat keparahan yang bervariasi. Beberapa katarak kongenital tidak mengalami perkembangan lebih lanjut dan tidak menyebabkan masalah penglihatan, sedangkan yang lain dapat menyebabkan gangguan penglihatan yang signifikan. Terdapat beberapa morfologi dari katarak kongenital, seperti lamelar, polar, sutural, koronari, cerulean, nuklear, kapsular, kompleks, membran, dan rubella.¹³

Tabel 1. Etiologi katarak pediatri.¹³

Unilateral	Bilateral
Idiopatik Anomali okuler ● <i>Persistent fetal vasculature</i> ● Disgenesis segmen anterior ● <i>Posterior lenticonus</i> ● <i>Posterior lentiglobus</i> ● <i>Posterior pole tumors</i> ● <i>Retinal detachment</i> (segala penyebab) ● <i>Coloboma</i> Trauma (eksklusi pelecchan anak) <i>Masked Bilateral Cataract</i> Radiasi (unilateral/bilateral)	Idiopatik Hereditier Penyakit genetik dan metabolik ● Sindrom Down ● Sindrom Hallermann-Streiff ● Sindrom Lowe ● Galaktosemia ● Trisomi 13-15 ● Hipoglikemia ● Sindrom Alport ● Distrofi Myotonik ● Penyakit Fabry ● Hipoparatiroidisme ● Sindrom Conradi- Hünemann Infeksi intrauterin Sitomegalovirus Rubella Sifilis Toksoplasmosis Varisela Anomali Okuler ● Aniridia ● Sindrom disgenesis segmen anterior Toksisitas ● Kortikosteroid ● Radiasi (unilateral/bilateral)

Katarak kongenital sendiri merupakan penyebab yang paling umum dan dapat diobati dari kebutaan dan gangguan penglihatan pada anak-anak. Setiap tahun, diperkirakan terdapat antara 20.000 hingga 40.000 anak yang lahir dengan katarak kongenital di seluruh dunia. Hal ini menunjukkan pentingnya pengenalan, diagnosis, dan penanganan yang tepat terhadap katarak kongenital guna mencegah dampak yang serius terhadap penglihatan anak-anak di masa depan. Katarak

kongenital biasanya terjadi akibat faktor genetik atau paparan terhadap infeksi selama kehamilan, seperti virus rubela. Mutasi genetik atau infeksi yang terjadi pada awal kehamilan dapat mengganggu perkembangan normal lensa mata, menyebabkan kekeruhan pada lensa tersebut. Katarak kongenital dapat didiagnosis sejak lahir melalui pemeriksaan rutin atau dapat terdeteksi ketika bayi menunjukkan gejala seperti leukokoria atau strabismus.⁸

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar katarak unilateral (86%) dan bilateral (68%) pada anak-anak tidak memiliki penyebab yang jelas. Dalam kasus katarak non-traumatik, sebagian besar tidak dapat ditentukan penyebabnya (73%), sedangkan sebagian lainnya disebabkan oleh faktor sekunder (uveitis, *persistent hyperplastic primary vitreous*, aniridia, sindrom Down, Marfan, dan Lowe), hereditas, atau sindrom rubela kongenital. Katarak non-sindromik yang diwariskan merupakan sebagian besar kasus katarak kongenital, dan telah diidentifikasi banyak mutasi genetik yang menjadi penyebabnya.¹⁴

2.1.2 Indikasi & Kontraindikasi Operasi Katarak

Ketepatan waktu dalam melakukan operasi katarak sangat penting bagi anak-anak dengan katarak kongenital. Berdasarkan mayoritas studi yang telah diterbitkan, intervensi bedah yang dilakukan secara dini harus dilakukan untuk mencegah gangguan penglihatan selama periode sensitif dan kritis perkembangan penglihatan. Lebih penting lagi, terdapat beberapa opsi untuk mengatasi ketiadaan lensa setelah operasi katarak pada katarak kongenital, termasuk implan lensa intraokular (IOL) primer, penggunaan kacamata atau lensa kontak, atau implan IOL sekunder.⁸

Tatalaksana bedah pada katarak kongenital telah mengalami kemajuan dengan meningkatnya biokompatibilitas lensa intraokular (IOL) dan perkembangan alat bedah. Pengobatan yang paling umum direkomendasikan untuk anak-anak di atas 2 tahun adalah operasi kombinasi, yaitu pengangkatan katarak dan implantasi IOL primer, tetapi prosedur ini masih kontroversial untuk implanasi IOL pada anak

di bawah usia 2 tahun. Kedua metode tersebut aman dan efektif dalam mencegah ambliopia akibat deprivasi. Namun, keduanya juga memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing.⁸

2.2 Pasca Operasi Katarak Pediatri

2.2.1 Faktor Risiko dan Pengobatan

Operasi katarak yang berhasil hanyalah merupakan langkah pertama dalam perjalanan panjang manajemen klinis pada katarak pediatri. Pemeriksaan pasca operasi, refraksi dan pengukuran tekanan intraokular seringkali sulit dilakukan. Selain itu, operasi katarak dikenal memiliki risiko komplikasi yang lebih tinggi pada bayi dan anak-anak dibandingkan pada orang dewasa, termasuk glaukoma sekunder. Sebagian mata dapat juga memiliki kelainan lain yang meningkatkan risiko komplikasi tersebut.¹⁵

Pasien anak yang mengalami katarak dengan faktor risiko terkait perlu lebih mendapatkan perhatian dan dengan demikian mencapai intervensi dan pengobatan dini selama praktik klinis. Implantasi IOL primer dapat merupakan faktor protektif yang potensial, namun masih perlu lebih banyak uji klinis untuk verifikasi hal tersebut.¹⁶ Penelitian Abdelmassih dkk. melaporkan bahwa usia yang lebih muda saat operasi katarak, panjang aksial yang lebih pendek, tindak lanjut yang lebih lama, penggunaan *trypan blue*, tindakan operasi tambahan dikaitkan dengan insiden glaukoma yang lebih tinggi.¹⁷ Terkait jenis kelamin, Alaa dkk., menyebutkan bahwa faktor risiko yang mungkin untuk terjadinya glaukoma sekunder pasca operasi katarak termasuk anak dengan jenis kelamin perempuan.¹⁸ Selain itu, studi oleh Zhang dkk., menemukan bahwa riwayat keluarga katarak kongenital, ketebalan kornea sentral/ *central corneal thickness* (CCT) pra operasi yang lebih tebal, diameter kornea horizontal/ *horizontal corneal diameter* (HCD) pra operasi yang lebih kecil, dan ketebalan lensa/ *lens thickness* (LT) pra operasi yang lebih tipis adalah faktor risiko utama komplikasi glaukoma pasca operasi.¹⁹

Literatur lainnya melaporkan bahwa tingkat kejadian glaukoma sekunder tahunan adalah 5,25 per 100 operasi katarak, dan risiko tersebut menjadi lebih tinggi dengan operasi pada usia 4 minggu atau lebih muda dan dengan operasi intraokular tambahan.²⁰ Sementara itu, Eibenberger dkk. menyatakan bahwa prosedur lensektomi dan vitrektomi anterior awal bersama dengan atau tanpa implantasi IOL tampaknya tidak berpengaruh terhadap perkembangan perubahan TIO setelah operasi katarak pediatri. Namun, anak-anak yang mengalami glaukoma sekunder menjalani operasi katarak jauh lebih dini, yaitu dalam 2-3 bulan pertama kehidupannya.²¹

Selanjutnya, baik usia yang lebih muda saat pembedahan (penanda terkuat 'ketidakmatangan' mata) dan ukuran mata yang lebih kecil (penanda imaturitas dan kerentanan perkembangan) dapat digunakan untuk mengidentifikasi pasien yang memiliki risiko terbesar glaukoma akibat operasi katarak di awal kehidupan.²² Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Ezegwui dkk. yang melaporkan bahwa pembedahan pada tahun pertama kehidupan dan mikrokornea merupakan faktor risiko berkembangnya glaukoma pasca operasi.²³

Mengenai waktu operasi pada pasien katarak kongenital untuk meminimalkan risiko glaukoma setelah operasi katarak sekaligus mengoptimalkan hasil visual, artikel yang dipublikasikan oleh Lambert menyatakan bahwa operasi katarak selama masa bayi dilaporkan berhubungan dengan 15%-30% risiko berkembangnya glaukoma. Banyak faktor telah dilaporkan meningkatkan risiko glaukoma setelah operasi katarak infantil, termasuk pembuluh darah fetal yang persisten, katarak nuklear fetal, mikroftalmos, material lensa yang tertahan, peradangan kronis, dan operasi berulang. Namun, secara umum disepakati bahwa satu-satunya faktor risiko terbesar adalah operasi selama masa bayi. Ada juga bukti yang meyakinkan bahwa menunda operasi katarak mengurangi risiko glaukoma. Risiko glaukoma 1 tahun setelah operasi dilaporkan berkurang hingga 50% dengan menunda operasi katarak dari usia 4 hingga 8 minggu. Selain itu, terdapat insiden glaukoma tiga kali lipat lebih tinggi jika operasi katarak dilakukan saat bayi berusia 4-6 minggu dibandingkan dengan usia 7 minggu hingga 6 bulan.²⁴ Namun

demikian, Nyström dkk., melaporkan bahwa pembedahan selama bulan pertama berkorelasi dengan hasil *corrected distance visual acuity* (CDVA) dan glaukoma yang lebih baik.²⁵

Terkait pemasangan IOL, Baden dkk. melaporkan bahwa tidak adanya implantasi IOL primer berkorelasi dengan risiko glaukoma pasca operasi, meskipun hasil analisis multivariat tidak dapat mengkonfirmasi hubungan independen di antaranya. Lebih lanjut, Mataftsi dkk. menunjukkan bahwa risiko glaukoma pasca operasi terkait tidak hanya dengan operasi dalam bulan pertama kehidupan vs operasi setelah waktu tersebut, tetapi juga dengan prosedur bedah intraokular tambahan setelah operasi katarak dan sebelum diagnosis glaukoma atau tindak lanjut terakhir. Selain itu, mata *pseudophakic* tampaknya memiliki penurunan risiko glaukoma onset dini hingga menengah.^{26,27} Demikian pula, Gawdat dkk., menyebutkan bahwa glaukoma *aphakic* masih menjadi kondisi yang merupakan komplikasi dengan insiden tinggi selama tahun pertama setelah operasi katarak.²⁸

Zhang dkk., melaporkan bahwa implantasi IOL primer untuk operasi katarak kongenital bilateral dikaitkan dengan risiko glaukoma sekunder yang lebih rendah.⁸ Implantasi IOL yang tinggi pada sulkus siliaris menurut studi oleh Chen dkk. dapat secara signifikan meningkatkan risiko glaukoma sekunder jangka panjang setelah operasi.²⁹ Sejalan dengan penelitian Şahin dkk., yang menyatakan bahwa insiden glaukoma setelah operasi katarak pediatri sangat rendah pada pasien yang terpasang IOL, dan mata *aphakic* setelah operasi katarak pediatri berada pada peningkatan risiko perkembangan glaukoma terutama jika mereka menjalani operasi sebelum usia 4 bulan, studi oleh Freedman dkk. juga menemukan bahwa glaukoma atau suspek glaukoma berkembang pada sejumlah kecil mata di tahun pertama setelah lensektomi dan dapat berhubungan dengan afakia dan usia yang lebih muda saat lensektomi. Pemantauan yang sering untuk tanda-tanda glaukoma setelah lensektomi diperlukan, terutama pada bayi berusia 3 bulan atau lebih muda saat lensektomi dan pada anak-anak dengan aphakia setelah lensektomi.^{30,31} Namun demikian, penelitian Freedman dkk. lainnya menunjukkan bahwa pemasangan IOL primer tidak mengurangi risiko glaukoma pada bayi setelah operasi katarak unilateral pada usia 1 hingga 6 bulan.¹⁵ Beheshtnejad dkk. juga menunjukkan

bahwa implantasi IOL tidak mempengaruhi tingkat komplikasi, termasuk glaukoma pasca operasi.³²

2.2.2 Perubahan Konfigurasi Segmen Anterior

Komponen biometrik yang mengalami perubahan pasca operasi katarak pada anak mencakup:

a. *Axial Length (AL)*

Mata anak yang mengalami katarak cenderung memiliki rerata panjang aksial yang lebih pendek dibanding mata normal. Akan tetapi, setelah menjalani operasi katarak baik dengan atau tanpa implantasi IOL primer akan memiliki panjang aksial yang sama dengan mata normal dalam 5 tahun setelah menjalani operasi katarak.³³

Penelitian terkini yang dilaksanakan oleh Park (2022) untuk mengevaluasi perubahan biometri mata jangka panjang pada anak-anak yang menjalani operasi katarak pediatri hingga 10 tahun pasca operasi, menemukan bahwa kelompok anak yang berusia lebih muda (<6 tahun) saat menjalani operasi katarak memiliki tingkat pertumbuhan aksial tahunan yang cenderung lebih tinggi pada kelompok pseudofakik ($P < 0.05$), sedangkan pada kelompok fakik menunjukkan pola pertumbuhan aksial yang sama pada seluruh kelompok usia. Setelah membandingkan perubahan panjang aksial bola mata antara kelompok pseudofakik dengan kelompok fakik, tidak ditemukan adanya perbedaan panjang aksial bola mata yang signifikan hingga setelah 10 tahun post operasi katarak.⁴

Di sisi lain, temuan dalam studi Hansen (2022) menemukan bahwa insiden glaukoma pasca operasi katarak dapat diprediksi melalui panjang aksial bola mata. Ditemukan bahwa anak yang menderita glaukoma sekunder memiliki rerata panjang aksial bola mata yang lebih panjang (rerata 25.49 mm; rentan= 21.50-31.06 mm) dibandingkan dengan mata katarak yang tidak mengalami glaukoma (rerata 22.32 mm; rentan= 20.05-27.36 mm).⁵

b. *Anterior Chamber Depth (ACD)*

Zhang dkk. menemukan bahwa ACD preoperatif memiliki hubungan yang signifikan terhadap kemungkinan terjadinya glaukoma sekunder di kemudian hari pada pasien katarak pediatri bila dilakukan operasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasien yang mengalami glaukoma sekunder sudut tertutup disebabkan karena adanya sinekia anterior akibat kornea yang kecil dan ACD yang dangkal.³⁴

Akan tetapi, perbedaan kedalaman ACD tampaknya memiliki pengaruh yang besar dalam menyebabkan glaukoma pasca operasi katarak pediatri. Dalam studi Chen (2017) menemukan bahwa tidak ditemukan adanya perbedaan ACD signifikan yang ditemukan antara kelompok pseudofakia glaukomatosa (3.57 ± 0.53 mm) dan non-glaukomatosa (3.67 ± 0.59 mm). Dalam studi tersebut menemukan bahwa, faktor independen yang dapat menyebabkan glaukoma pasca operasi katarak antara lain ialah kondisi high insertion of iris dan implantasi IOL pada sulcus.²⁹

c. *Central Corneal Thickness (CCT)*

Adanya glaukoma sekunder, suspek glaukoma, dan pembedahan unilateral merupakan prediktor yang signifikan terhadap peningkatan ketebalan kornea sentral. Beberapa penelitian juga menggambarkan peningkatan ketebalan kornea sentral pada mata afakia dan pseudofakia pada anak-anak tanpa glaukoma sekunder jika dibandingkan dengan mata yang sehat. Salah satu teori yang ada adalah peningkatan ketebalan kornea sentral disebabkan oleh operasi katarak.⁵

Terdapat beberapa spekulasi mengenai penebalan kornea pasca operasi katarak. Meskipun sebagian besar prosedur lensektomi tidak mengalami komplikasi, sel endotel dapat mengalami kerusakan terkait tindakan operasi. Selain itu, dekompensasi endotel mungkin disebabkan oleh pemakaian larutan irigasi, yang mengandung *balance salt solution*, Miochol (*Acetylcholine chloride intraocular solution*), dan epinefrin (1:1000.000). Penurunan fungsi endotel juga dapat terjadi akibat peradangan pasca

operasi. Perubahan fisiologi kornea yang terjadi lama setelah operasi juga mungkin menjadi penyebabnya.³⁵

Studi terbaru menunjukkan bahwa, sebelum menjalani operasi katarak pediatri tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada ketebalan kornea sentral antara mata yang mengalami katarak dan mata normal. Ketebalan kornea sentral meningkat pada mata katarak yang disertai dengan glaukoma sekunder. Setelah menjalani operasi, pada mata afakik ditemukan peningkatan CCT secara signifikan pasca operasi yang kemudian dapat memengaruhi pengukuran TIO (hasil positif palsu), diagnosis glaukoma, tindak lanjut, dan pengobatan. Sedangkan pada mata pseudofakik, tidak ditemukan adanya peningkatan CCT secara signifikan pasca operasi.³⁶

Penggunaan steroid topik dalam jangka waktu yang lama diduga berperan dalam perkembangan glaukoma setelah operasi katarak. Namun, penggunaan steroid topik biasanya berlangsung selama 1 hingga 2 bulan pasca operasi, sementara sebagian besar glaukoma setelah operasi katarak adalah kasus sudut terbuka yang biasanya berkembang beberapa tahun setelah lensektomi. Oleh karena itu, peran steroid topik dalam perkembangan glaukoma setelah operasi katarak masih belum dapat dipastikan.¹⁹

Dari sudut pandang mekanisme mekanik, terdapat hipotesis bahwa lensektomi dapat menyebabkan kolapsnya trabecular meshwork akibat hilangnya traksi badan siliaris atau perubahan jalur drainase akuos lainnya. Namun, penelitian ini didasarkan pada 2 kelompok, yaitu mata yang sehat dan pasca lensektomi dengan atau tanpa glaukoma, dan bukan membandingkan mata yang mengalami glaukoma dan non-glaukoma pasca lensektomi. Oleh karena itu, efek kolapsnya TM pada glaukoma setelah operasi katarak pasca lensektomi belum dapat diverifikasi.¹⁹

Glaukoma diketahui dapat berkembang bahkan bertahun-tahun setelah operasi katarak pada anak.¹⁴ Diagnosis glaukoma setelah operasi katarak kongenital tampaknya mengikuti distribusi bimodal (tahun 1 dan 5 setelah operasi katarak).⁵¹ Karena terdapat risiko komplikasi seumur hidup, anak-anak perlu

dipantau dalam jangka panjang. Edukasi orang tua merupakan hal yang terpenting, dan tingkat kewaspadaan yang tinggi serta penanganan komplikasi yang tepat waktu sangat penting untuk memastikan hasil klinis jangka panjang yang baik.¹⁵ Pemantauan mata jangka panjang setelah operasi katarak penting karena diperkirakan bahwa hampir dua pertiga dari mata ini akan berkembang menjadi glaukoma atau menjadi suspek glaukoma 10 tahun setelah operasi katarak.²⁴ Artikel penelitian oleh Murphy dkk. bahkan melaporkan bahwa glaukoma sekunder terjadi antara 3 bulan sampai 16,5 tahun pasca operasi katarak. Hal ini merupakan bukti ilmiah bahwa tindak lanjut pasca operasi jangka panjang sangat penting.¹¹

2.2.3 Perubahan Ketebalan *Retinal Nerve Fiber Layer* (RNFL)

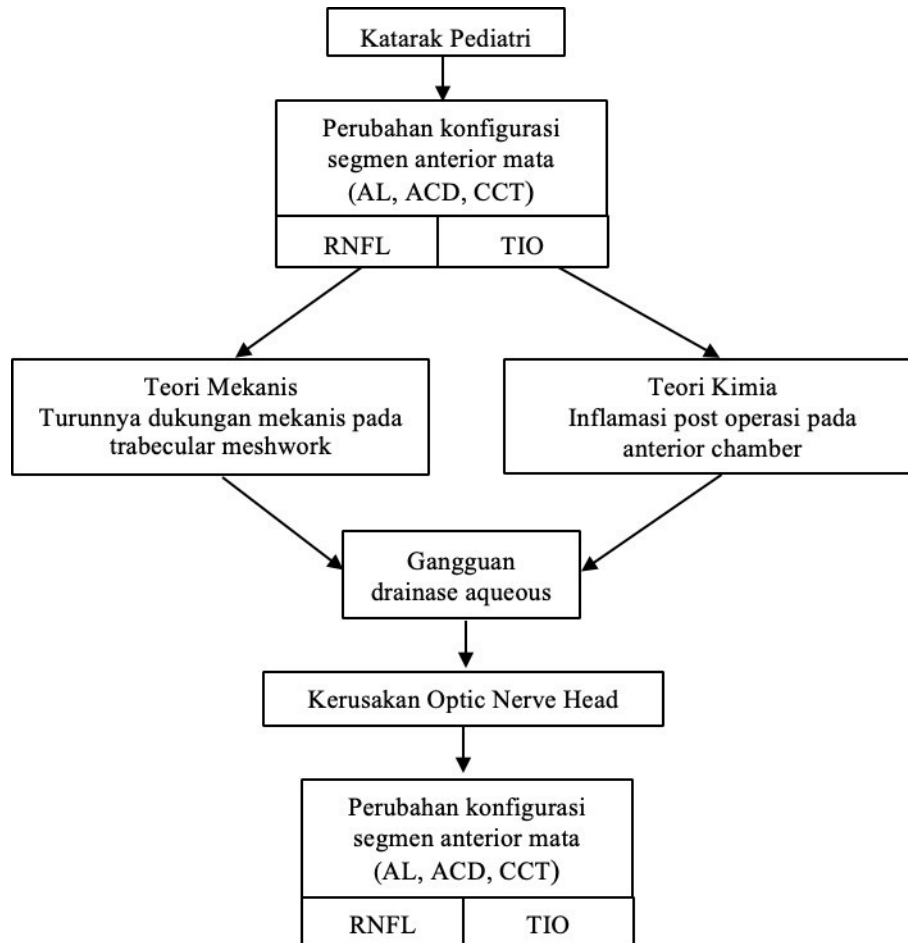
Diskus optikus dan RNFL merupakan lokasi utama kerusakan glaukomatosa yang mendahului gangguan lapang pandang glaukomatosa. Deteksi dini yang akurat dan pemantauan *optic nerve head* (ONH) dan defek RNFL telah menjadi fokus utama penatalaksanaan glaukoma yang efektif.³⁷ Seperti yang diharapkan dari pola penipisan tepi neuroretinal saraf optik glaukomatosa, kuadran RNFL inferior umumnya mengalami penipisan paling banyak dan memiliki area paling luas di bawah kurva.³⁸

Berbagai penelitian secara konsisten menunjukkan potensi *optical coherence tomography* (OCT) dalam menilai ketebalan lapisan serabut saraf retina (RNFL) pada glaukoma anak. El-Dairi (2008) menemukan korelasi negatif antara tingkat ONH dan ketebalan RNFL pada anak-anak dengan kerusakan glaukomatosa.³⁹ Perucho-González (2019) lebih lanjut menunjukkan perbedaan yang signifikan pada ketebalan RNFL antara anak-anak dengan glaukoma kongenital primer dan kontrol yang sehat.⁴⁰ Nukada (2011) dan Chang (2010) keduanya menyoroti potensi OCT dalam mendeteksi cacat RNFL dan penipisan pada glaukoma dan glioma jalur optik. Temuan-temuan ini secara kolektif menggaris bawahi nilai OCT dalam mengevaluasi RNFL pada glaukoma anak.^{41,42}

Di sisi lain, data mengenai kondisi ketebalan RNFL pada penderita katarak pediatri setelah menjalani operasi katarak masih terbatas. Dalam studi yang dilakukan oleh Bansal (2016) terhadap anak usia 4-16 tahun yang menderita katarak

menemukan bahwa setelah 3 bulan post-operasi pada penderita katarak unilateral ditemukan adanya penipisan lapisan RNFL yang signifikan dibandingkan dengan mata sehat. Dalam studi tersebut diketahui pula bahwa rerata ketebalan RNFL pada penderita katarak bilateral cenderung lebih tipis secara signifikan jika dibandingkan dengan kelompok mata sehat.⁶ Disamping itu, studi yang dilakukan oleh Siddique (2019) terhadap pasien katarak usia 10-19 tahun menemukan hal menarik yaitu ketebalan RNFL mengalami peningkatan yang signifikan setelah menjalani operasi. Ditemukan pula bahwa teknik operasi *small incision cataract surgery* (SICS) memiliki tingkat penebalan RNFL yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan teknik *phaco-aspiration* (PHACO) pada populasi ini.⁴³

2.4 Kerangka Teori

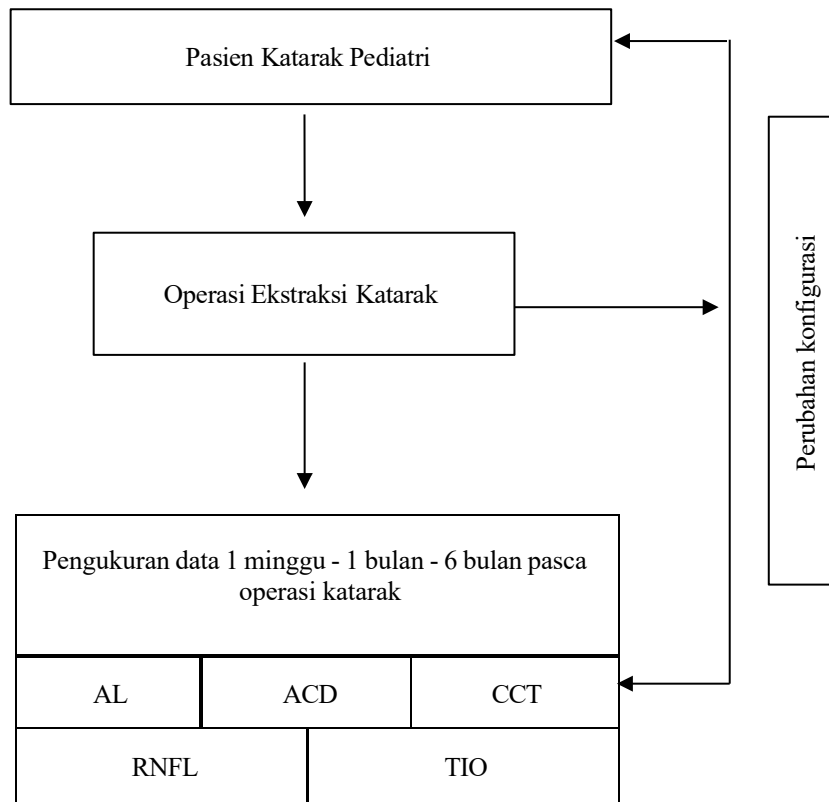


Gambar 1. Kerangka Teori

Keterangan: Sebagian besar anak dengan katarak memerlukan pembedahan atau operasi, dan hanya sedikit yang dapat diobati secara konservatif. Operasi katarak pada anak menimbulkan tantangan dan potensi komplikasi yang berbeda dibandingkan dengan yang dihadapi pada populasi orang dewasa, termasuk glaukoma sekunder. Banyak faktor telah dilaporkan meningkatkan risiko glaukoma setelah operasi katarak infantil, termasuk pembuluh darah fetal yang persisten, katarak nuklear fetal, mikroftalmos, material lensa yang tertahan, peradangan

kronis, dan operasi ulang. Namun, secara umum disepakati bahwa satu-satunya faktor risiko terbesar adalah operasi selama masa bayi. Usia yang lebih muda saat operasi katarak, jenis kelamin perempuan, panjang aksial yang lebih pendek, tindak lanjut yang lebih lama, penggunaan *trypan blue*, *reintervention* dan operasi bilateral dikaitkan dengan insiden glaukoma yang lebih tinggi. Selain itu, riwayat keluarga katarak kongenital, ketebalan kornea sentral pra operasi yang lebih tebal, diameter kornea horizontal pra operasi yang lebih kecil, dan ketebalan lensa pra operasi yang lebih tipis adalah faktor risiko utama komplikasi glaukoma pasca operasi. Implantasi IOL primer dapat merupakan faktor protektif yang potensial, namun masih perlu lebih banyak uji klinis untuk verifikasi hal tersebut. Pasien anak yang mengalami katarak dengan faktor risiko terkait perlu lebih mendapatkan perhatian dan dengan demikian mencapai intervensi dan pengobatan dini selama praktik klinis. Dasar biologis glaukoma masih belum sepenuhnya dipahami, meskipun telah dilakukan berbagai studi terkait faktor risiko dan patogenesisnya. Terdapat dua teori utama yang mencoba menjelaskan mekanisme terjadinya glaukoma, yaitu: teori biomekanik: peningkatan TIO menyebabkan kerusakan pada integritas saraf optik di *optic nerve head* (ONH), yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel ganglion. Teori ini menyatakan bahwa penyempitan fenestrasi sklera di ONH membatasi aliran akso-plasma; dan teori vaskular: pada teori ini ditekankan bahwa penurunan tekanan perfusi mengakibatkan hipoksia dan kerusakan iskemik pada ONH. Perlu diperhatikan bahwa kedua teori ini menganggap TIO sebagai faktor risiko utama. Namun, menariknya, sekitar sepertiga pasien glaukoma memiliki TIO yang normal, yang dikenal sebagai glaukoma dengan tegangan normal. Sementara itu, perubahan biometri yang dimaksud dalam penelitian ini adalah perbedaan yang didapatkan dari pemeriksaan mata yang bertujuan untuk mengukur panjang sumbu bola mata, kelengkungan kornea dan kedalaman bilik mata depan

2.5 Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

2.6 Hipotesis Penelitian

Dari permasalahan di atas, maka hipotesis yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Terdapat perubahan konfigurasi segmen anterior (panjang aksial bola mata, kedalaman bilik mata depan, dan ketebalan kornea sentral) yang signifikan pada pasien pasca operasi katarak pediatri dibandingkan dengan pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Terdapat perubahan ketebalan *Retinal Nerve Fiber Layer* (RNFL) yang signifikan pada pasien pasca operasi katarak pediatri dibandingkan dengan pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Terdapat perubahan tekanan bola mata yang signifikan pada pasien pasca operasi katarak pediatri dibandingkan dengan pasien pediatri normal di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Makassar.