

Posterior Capsule Opacification (PCO)

Nadia Aulia^{1*}, Syarifah Rohaya²

¹ Mahasiswa Fakultas Kedokteran, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia

² Departemen Ophthalmology, Rumah Sakit Umum Cut Meutia, Aceh Utara, Indonesia

Korespondensi penulis: nadia.190610084@mhs.unimal.ac.id

Abstract. Posterior Capsule Opacification (PCO), also known as secondary cataract, is the most common complication following cataract surgery, particularly extracapsular cataract extraction (ECCE). PCO results from the proliferation, migration, and differentiation of residual lens epithelial cells within the posterior capsule, leading to the formation of structures such as Elsching pearls and Soemmering rings. The incidence of PCO is notably high among pediatric patients due to the increased mitotic activity of lens epithelial cells. Major risk factors include younger age, certain ocular conditions such as glaucoma and age-related macular degeneration, as well as the design and material of the implanted intraocular lens (IOL). Diagnosis is established through slit-lamp and ophthalmoscopic examinations, with decreased visual acuity being the primary clinical symptom. The current mainstay of treatment is Nd:YAG laser capsulotomy, which is effective and minimally invasive but may be associated with complications such as cystoid macular edema and retinal detachment. Preventive strategies focus on improved surgical techniques and appropriate IOL selection. With proper intervention, the incidence of PCO can be reduced, thereby improving postoperative visual outcomes.

Keywords: Posterior Capsule Opacification, secondary cataract, Nd:YAG capsulotomy, lens epithelial cells, intraocular lens (IOL)

Abstrak. Posterior Capsule Opacification (PCO) atau katarak sekunder merupakan komplikasi paling umum setelah operasi katarak, terutama pada teknik ekstraksi katarak ekstrakapsular (EKEK). PCO terjadi akibat proliferasi, migrasi, dan diferensiasi sel epitel lensa residual yang menetap di dalam kapsul posterior, membentuk struktur seperti *Elsching pearls* dan *Soemmering rings*. Insidensi PCO cukup tinggi, khususnya pada anak-anak, karena tingginya aktivitas mitotik sel epitel. Faktor risiko meliputi usia muda, kondisi mata tertentu seperti glaukoma dan age-related macular degeneration, serta desain dan bahan lensa intraokular (IOL) yang digunakan. Diagnosis PCO ditegakkan melalui pemeriksaan oftalmoskopik dan slit lamp, dengan penurunan visus sebagai gejala utama. Terapi utama saat ini adalah kapsulotomi laser Nd:YAG yang efektif dan minim invasif, meskipun berisiko menimbulkan komplikasi seperti edema makula kistoid dan ablasi retina. Pencegahan PCO difokuskan pada optimalisasi teknik pembedahan dan pemilihan IOL yang sesuai. Dengan pendekatan yang tepat, angka kejadian PCO dapat ditekan dan hasil visual pasca operasi katarak dapat ditingkatkan.

Kata kunci: Posterior Capsule Opacification, katarak sekunder, kapsulotomi Nd:YAG, sel epitel lensa, lensa intraokular (IOL)

1. LATAR BELAKANG

Katarak merupakan penyebab utama kebutaan secara global, dan saat ini satu-satunya metode terapeutik yang efektif adalah melalui tindakan pembedahan. Dua prosedur bedah yang paling umum digunakan untuk menangani katarak adalah fakoemulsifikasi dan ekstraksi katarak ekstrakapsular (EKEK). Salah satu komplikasi pascaoperasi katarak yang sering terjadi adalah posterior capsular opacity (PCO) atau kekeruhan kapsul posterior (Ilyas, 2010). PCO sering dijuluki sebagai "katarak sekunder", di mana kapsul posterior yang awalnya transparan menjadi keruh dalam jangka waktu beberapa bulan hingga beberapa tahun setelah operasi.

Kondisi ini disebabkan oleh proliferasi dan migrasi abnormal sel epitel lensa yang tertinggal pada kapsul setelah prosedur katarak. Sel-sel tersebut bermigrasi ke area kapsul posterior, khususnya di sepanjang sumbu visual sentral, sehingga menyebabkan gangguan penglihatan. Secara morfologis, PCO terbagi menjadi dua tipe, yakni tipe fibrous dan tipe *pearl*, meskipun kombinasi keduanya juga dapat dijumpai (Duman et al., 2015).

Penelitian di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo (RSCM) tahun 2013 mencatat bahwa angka kejadian PCO dalam waktu tiga tahun pascaoperasi mencapai 8,82%. Sementara itu, penurunan ketajaman penglihatan akibat PCO dilaporkan terjadi pada 20% hingga 40% pasien dalam kurun waktu 2 hingga 5 tahun setelah tindakan bedah katarak (Papilaya et al., 2016). Gejala klinis dari PCO antara lain adalah penglihatan kabur seperti berkabut, fotofobia, dan penurunan tajam penglihatan. Penanganan terhadap PCO dapat dilakukan melalui teknik disisio atau kapsulotomi posterior, terutama jika kekeruhan mengenai sumbu visual pusat. Pilihan terapi utama dalam kasus ini adalah kapsulotomi menggunakan laser neodmium: YAG (Nd:YAG) (American Academy of Ophthalmology, 2020).

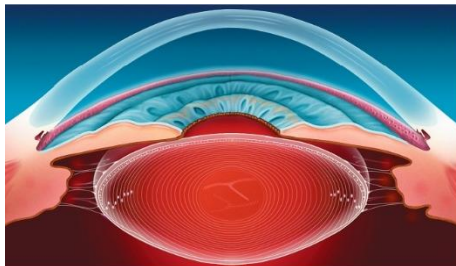
Namun, terapi Nd:YAG memiliki potensi menimbulkan komplikasi pada struktur intraokular lainnya, sehingga upaya pencegahan PCO menjadi sangat krusial. Dalam beberapa dekade terakhir, berbagai strategi pencegahan telah dikembangkan, termasuk melalui modifikasi teknik pembedahan, pemilihan bahan dan desain lensa intraokular (IOL), pendekatan farmakologis, serta intervensi molekuler yang menargetkan proses transisi epitel-mesenkimal (*epithelial-to-mesenchymal transition*/EMT) pada sel epitel lensa. Meski demikian, keterbatasan informasi terkait mekanisme biologis tersebut menyebabkan pencegahan secara mekanik tetap menjadi pendekatan paling efektif dalam menurunkan insidensi PCO. Oleh karena itu, keberhasilan operasi katarak umumnya diukur dari rendahnya angka kejadian PCO pasca-implantasi IOL.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Anatomi Lensa

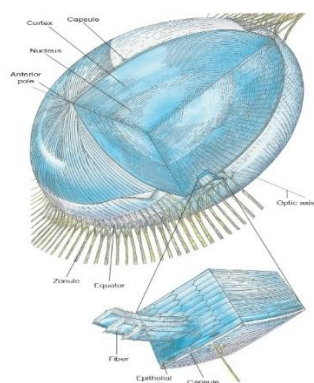
Lensa merupakan struktur transparan berbentuk bikonveks yang terletak di belakang iris dan di depan badan vitreus. Posisi lensa dipertahankan oleh serat-serat halus namun kuat yang dikenal sebagai zonula Zinn, yang menghubungkannya dengan badan siliaris (Livanos et al., 2022). Lensa terdiri dari beberapa komponen, yaitu kapsul, epitel, korteks, dan nukleus. Terdapat garis imajiner yang menghubungkan kutub anterior dan posterior lensa, yang disebut sumbu optik. Sementara itu, garis khayal di permukaan lensa yang melintang

dari satu kutub ke kutub lainnya dinamakan meridian. Bagian terluas dari lensa disebut ekuator. Fungsi utama lensa adalah menjaga transparansinya, memfokuskan cahaya, serta membantu proses akomodasi bersama dengan zonula dan badan siliaris (American Academy of Ophthalmology, 2020).



Gambar 1. Anatomi Lensa (Potongan Melintang)

Setelah masa perkembangan janin, lensa tidak lagi memiliki suplai darah maupun persarafan, sehingga seluruh proses metabolisme dan ekskresi zat sisa bergantung sepenuhnya pada humor akuos. Kemampuan lensa untuk membiaskan cahaya disebabkan oleh indeks refraksinya, yaitu sekitar 1,4 di bagian tengah dan 1,36 di bagian tepinya. Dalam kondisi tanpa akomodasi, lensa berkontribusi sekitar 20,00 dioptri dari total daya refraksi konvergen mata manusia yang berkisar 60,00 dioptri (American Academy of Ophthalmology, 2020).

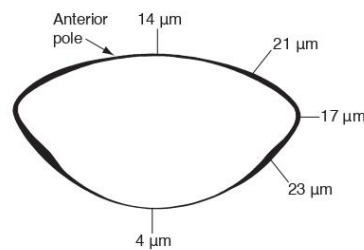


Gambar 2. Struktur Normal Lensa

Lensa mengalami pertumbuhan seumur hidup. Saat bayi baru lahir, ukuran lensa sekitar 6,4 mm pada ekuator dan 3,5 mm pada diameter anteroposterior, dengan berat sekitar 90 mg. Pada orang dewasa, ukurannya meningkat menjadi sekitar 9–10 mm di ekuator dan 5 mm secara anteroposterior, dengan berat mencapai 255 mg. Seiring bertambahnya usia, korteks mengalami penebalan relatif, dan bentuk lensa menjadi lebih cembung, menyebabkan peningkatan daya refraksinya. Namun, indeks refraksi dapat menurun karena akumulasi protein yang tidak larut, sehingga menyebabkan perubahan refraksi mata ke arah hiperopia atau miopia, tergantung pada dominasi perubahan tersebut (American Academy of Ophthalmology, 2020).

Kapsul

Kapsul lensa merupakan lapisan tipis yang elastis dan bening, terdiri atas kolagen tipe IV serta protein matriks lainnya yang dihasilkan oleh sel epitel. Struktur ini menyelimuti lensa dan mampu menyesuaikan bentuknya saat terjadi akomodasi. Bagian luar kapsul, yakni lamela zonula, juga menjadi tempat perlekatan bagi serat zonula. Ketebalan kapsul tertinggi terdapat pada daerah preekuator anterior dan posterior, sedangkan bagian tertipis berada di kutub posterior tengah, hanya sekitar 2–4 μm . Sejak lahir, kapsul anterior lebih tebal dibandingkan kapsul posterior dan akan terus menebal seiring waktu (American Academy of Ophthalmology, 2020).

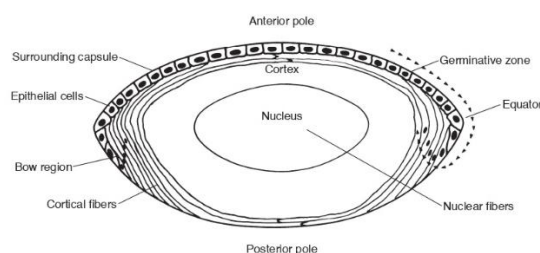


Gambar 3. Kapsul Lensa Dewasa Menunjukkan Ketebalan Relatif pada Berbagai Zona Serat Zonula

Lensa disokong oleh serangkaian serat zonula yang berasal dari lamina basal epitelium nonpigmen pada pars plana dan pars plicata dari badan siliaris. Serat-serat ini terdiri dari mikrofibril elastis yang menyisip ke kapsul lensa sekitar 1,5 mm di depan dan 1,25 mm di belakang ekuator. Pada usia lanjut, serat zonula di sekitar ekuator mengalami penurunan jumlah, sehingga terbentuk zona anterior dan posterior yang tampak seperti segitiga dalam potongan melintang cincin zonula. Diameter serat ini berkisar antara 5–30 μm . Di bawah mikroskop elektron, mikrofibril penyusunnya berukuran sekitar 8–10 nm dengan jarak pita sekitar 12–14 nm (American Academy of Ophthalmology, 2020).

Epitel Lensa

Tepat di bawah kapsul anterior terdapat lapisan tunggal sel epitel yang memiliki aktivitas metabolik tinggi dan bertanggung jawab atas berbagai proses seluler, termasuk sintesis DNA, RNA, protein, dan lipid. Sel-sel ini juga menghasilkan ATP sebagai sumber energi bagi lensa. Epitel ini bersifat mitotik, dengan aktivitas sintesis DNA tertinggi terjadi di zona germinatif, yaitu cincin di sekitar bagian anterior lensa. Sel-sel baru yang terbentuk di sini akan bermigrasi ke ekuator dan mulai berdiferensiasi menjadi serat lensa.



Gambar 4. Anatomi Lensa (Potongan Melintang)

Saat mendekati bagian lengkung lensa, sel-sel epitel mengalami perubahan menjadi serat lensa. Proses ini ditandai dengan pemanjangan sel dan peningkatan signifikan massa protein pada membran sel. Pada tahap ini, organel seperti nukleus, mitokondria, dan ribosom menghilang. Kehilangan ini bermanfaat secara optik karena mengurangi penyerapan atau hamburan cahaya. Namun, akibatnya sel-sel ini tidak dapat menjalankan metabolisme sendiri dan sepenuhnya bergantung pada glikolisis untuk energi (American Academy of Ophthalmology, 2020).

Korteks dan Nukleus

Dalam lensa, tidak terjadi kehilangan sel. Serat baru yang terbentuk akan mendorong serat lama ke bagian dalam. Serat yang paling tua berada di tengah dan membentuk inti lensa embrionik dan fetus yang berasal dari masa perkembangan awal. Sedangkan lapisan terluar merupakan serat yang baru terbentuk dan membentuk korteks. Meskipun demikian, tidak terdapat perbedaan morfologis yang jelas antara korteks dan nukleus (American Academy of Ophthalmology, 2020).

Posterior Capsule Opacification

Definisi

Posterior Capsule Opacification (PCO), yang juga dikenal sebagai katarak sekunder, merupakan kondisi yang terjadi akibat terbentuknya jaringan fibrosis pada sisa lensa yang tersisa setelah operasi katarak (Ilyas, 2010). Ini merupakan komplikasi jangka panjang yang paling sering muncul pascaoperasi katarak (Duman et al., 2015). PCO juga dapat muncul pada anak-anak setelah menjalani operasi katarak untuk kasus pediatrik (Papilaya et al., 2016).

Epidemiologi

PCO paling sering ditemukan pada pasien usia muda yang menjalani operasi katarak. Angka kejadian pada anak-anak berkisar antara 43,7% hingga 100%, kemungkinan karena tingginya tingkat proliferasi sel epitel lensa. Studi oleh Ayuningtyas dan Tjahjono mencatat 51 kasus PCO dari 578 mata yang dioperasi, dengan insidensi kumulatif sebesar 2,42% pada

tahun pertama (14 mata), 5,88% pada tahun kedua (34 mata), dan 8,82% pada tahun ketiga (51 mata) (Awh & Goshe, 2024; Ayuningtyas & Gondhowiardjo, 2015).

Etiologi

PCO muncul sebagai reaksi fibrin pasca operasi Ekstraksi Katarak Ekstra Kapsular (EKEK) dan dapat timbul seawal dua hari setelah prosedur. Proses ini melibatkan proliferasi, migrasi, pertumbuhan, dan transdiferensiasi sisa sel lensa dalam kapsul posterior. Tipe proliferasi seperti Elsching pearl dan Soemmering ring merupakan bentuk khas dari PCO (Duman et al., 2015; Ilyas, 2010).

Soemmering ring terbentuk ketika kapsul anterior pecah dan bagian tepinya melekat pada kapsul posterior, menyisakan bagian tengah yang jernih dan membentuk gambaran seperti cincin. Di dalamnya terdapat proliferasi serabut lensa. Elsching pearl sendiri adalah hasil pembesaran sel epitel subkapsular, menyerupai busa sabun atau telur kodok, yang dapat menghilang setelah beberapa tahun (Ilyas, 2010).

Faktor Risiko

Terdapat tiga kategori utama yang memengaruhi munculnya PCO: faktor pasien, faktor bedah, dan karakteristik lensa intraokular (IOL) (American Academy of Ophthalmology, 2020).

- Faktor pasien mencakup usia muda (dengan tingkat pertumbuhan epitel lebih tinggi), kondisi mata seperti dry eye, glaukoma, degenerasi makula terkait usia, hiperlipidemia, dan tukak lambung. Glaukoma dapat merusak jaringan saraf retina dan memengaruhi kapsul serta sel epitel. Peradangan dari degenerasi makula dan peptic ulcer dapat memicu sitokin proinflamasi yang mempercepat proses PCO (American Academy of Ophthalmology, 2020; Singh & König, 2023).
- Faktor IOL meliputi desain tepi dan bahan. Lensa dengan tepian tajam lebih efektif mencegah migrasi sel dibandingkan lensa dengan tepi bulat. IOL berbahan hidrofilik memiliki risiko lebih tinggi menyebabkan PCO dibandingkan dengan bahan hidrofobik (American Academy of Ophthalmology, 2020; Awh & Goshe, 2024).

Patofisiologi

Perkembangan PCO melibatkan tiga proses utama pada sisa sel epitel lensa (LEC): proliferasi, migrasi, dan diferensiasi (Ilyas, 2010).

- Proliferasi: Pertumbuhan maksimal sel LEC terjadi pada hari ke-3 hingga ke-4 pascaoperasi. Operasi katarak mengubah lingkungan lokal kapsul lensa, memicu proliferasi sel-sel ini. Sisa korteks, sel iris, dan sel dari darah juga turut mendukung reaksi awal inflamasi. LEC merespon secara autokrin dan parakrin dengan

mengeluarkan berbagai sitokin seperti FGF, PDGF, HGF, EGF, IGF, TGF- β , IL-1, dan IL-6. TGF- β diketahui mendorong perubahan LEC menjadi bentuk mesenkimal (EMT), memproduksi matriks ekstraseluler. Pada anak-anak, aktivitas mitosis dan jumlah LEC lebih tinggi (Ilyas, 2010).

- Migrasi: Migrasi LEC ke kapsul posterior difasilitasi oleh molekul adhesi seperti integrin, CAM, dan CD44. Peptida RGD dan enzim MMP berperan dalam perlekatan dan migrasi sel pada jaringan seperti laminin dan fibronectin, serta dalam proses kontraksi setelah luka (Ilyas, 2010).
- Diferensiasi: LEC bisa mengalami diferensiasi fisiologis maupun patologis. Diferensiasi normal menghasilkan sel "bladder" yang menyerupai mutiara dan bersifat dinamis. Sel ini tidak menunjukkan ekspresi α SMA. LEC di zona ekuator cenderung membentuk sel bladder, sedangkan sel anterior (sel A) mengalami metaplasia fibrotik (pseudofibrous metaplasia). Diferensiasi abnormal akibat TGF- β menghasilkan sel myofibroblast positif α SMA yang menyebabkan kapsul posterior mengerut dan membentuk PCO tipe fibrosa, dengan produksi ECM seperti kolagen I, III, fibronectin, dan glikosaminoglikan (Ilyas, 2010).

Lensa normal memiliki dua zona biologis sel epitel:

- Zona anterior-sentral (sel A): sedikit mitosis, tetapi bisa mengalami metaplasia fibrosa.
- Zona ekuator (sel E): aktif membelah, memproduksi serat lensa, dan lebih sering menjadi penyebab PCO melalui pembentukan pearl dan Soemmering ring (Ilyas, 2010).

Soemmering ring terbentuk akibat ruptur kapsul anterior yang melepaskan nukleus dan korteks lensa, lalu sel E bermigrasi ke posterior membentuk ring dengan Elsching pearl di dalamnya. Lesi ini terbentuk hampir selalu pasca EKEK, termasuk yang dilakukan dengan fakoemulsifikasi.

Sel-sel lain juga dapat berperan dalam PCO, terutama karena kerusakan sawar darah-aqueous yang terjadi selama EKEK. Masuknya sel inflamasi, eritrosit, dan mediator inflamasi ke humor aqueous dapat memperparah reaksi, apalagi dipicu oleh keberadaan IOL yang memicu respon imun tipe 3. Meski begitu, respon inflamasi ini jarang signifikan secara klinis (Ilyas, 2010).

Diagnosis

Diagnosis *Posterior Capsule Opacification* (PCO) umumnya ditegakkan pada pasien pasca operasi ekstraksi katarak ekstra kapsular (EKEK) atau setelah mengalami trauma okular, yang menunjukkan gejala berupa pandangan buram, fotofobia, dan penurunan ketajaman penglihatan. Pemeriksaan dengan oftalmoskop, slit lamp, atau kaca pembesar

pada pupil yang telah dilebarkan akan memperlihatkan adanya gelembung kecil di bagian belakang kapsul lensa, serta mungkin ditemukan gambaran Elsching pearl atau Soemmering ring. Pemeriksaan tajam penglihatan biasanya menunjukkan penurunan visus (James et al., 2006; *Secondary Cataract*, 2023). Skoring kekeruhan PCO dapat dilakukan berdasarkan pantulan cahaya dan retroiluminasi menggunakan slit lamp, yang diklasifikasikan dari grade 0 (tidak mengganggu tepi IOL) hingga grade 4 (mengganggu sumbu visual yaitu 3 mm dari pusat pupil) (Dharmaraju et al., 2016).

Penatalaksanaan

Penatalaksanaan PCO dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan. Secara historis, kapsulotomi dilakukan dengan pisau Ziegler atau jarum pada kasus ringan, tetapi metode ini telah tergantikan oleh teknik yang lebih modern. Terapi lain meliputi teknik pengelupasan dan aspirasi mutiara epitel dengan krioterapi, yang meskipun efektif dalam beberapa kasus, kurang mampu mengatasi fibrosis kapsul (Bhargava, 2014; Gopinath et al., 2015; Sinha et al., 2013). Saat ini, terapi paling umum adalah kapsulotomi laser Neodymium:YAG (Nd:YAG), yang digunakan untuk membuka kapsul posterior secara non-invasif. Nd:YAG terbukti efektif baik pada dewasa maupun anak-anak dengan lensa intraokular (IOL) akrilik. Stager melaporkan bahwa 70% mata anak yang menjalani satu prosedur laser Nd:YAG menunjukkan hasil penglihatan jernih, dan 88% berhasil setelah hingga tiga prosedur (Bhargava, 2014; Gopinath et al., 2015). Namun, penggunaan laser ini harus disesuaikan dengan indikasi klinis serta mempertimbangkan kontraindikasi, baik absolut (seperti jaringan parut kornea atau visualisasi fundus yang buruk) maupun relatif (seperti inflamasi aktif atau risiko tinggi ablasi retina) (Steinert, 2013). Selain itu, pada anak-anak di bawah usia 6–7 tahun, disarankan melakukan vitrektomi anterior bersamaan dengan posterior capsulorhexis untuk mencegah timbulnya PCO (Bhargava, 2014; Gopinath et al., 2015).

Pencegahan

Upaya pencegahan PCO melibatkan enam elemen penting, yaitu tiga faktor terkait teknik pembedahan dan tiga lainnya berkaitan dengan desain IOL. Strategi bedah mencakup pembersihan kortikal yang optimal dengan hidrodiseksi, ukuran kapsulorheksis yang lebih kecil dari optik IOL, dan fiksasi IOL di ruang posterior. Faktor desain IOL yang mendukung pencegahan PCO meliputi bentuk tepi persegi, bahan yang biokompatibel, serta kontak maksimal antara IOL dan kapsul posterior. Di antara semua ini, pembersihan kortikal menyeluruh dianggap sebagai langkah paling esensial. Penggunaan tambahan seperti larutan lidokain bebas pengawet juga dilaporkan dapat meningkatkan efektivitas

pembersihan korteks, walaupun bukti jangka panjangnya masih perlu diteliti lebih lanjut (Apple et al., 2020).

Komplikasi

Komplikasi yang dapat timbul akibat PCO atau prosedur penanganannya meliputi jatuhnya fragmen lensa ke dalam vitreus, perdarahan vitreus yang berisiko menyebabkan kebutaan permanen, infeksi pasca operasi, serta edema kornea akibat trauma operasi (Apple et al., 2020).

Prognosis

Prognosis pasca operasi katarak pada umumnya baik, tergantung pada kondisi mata pasien. Mayoritas pasien merasakan peningkatan penglihatan yang signifikan, walaupun sebagian kecil mengalami efek samping dari lensa intraokular yang ditanam, seperti munculnya bayangan, halo, atau benda terapung di bidang penglihatan (Apple et al., 2020).

3. METODE PENELITIAN

Penulisan ini merupakan kajian pustaka yang disusun secara naratif dengan tujuan memberikan pemahaman komprehensif mengenai *Posterior Capsule Opacification* (PCO) sebagai komplikasi pasca operasi katarak. Sumber data diperoleh dari berbagai artikel ilmiah dan buku referensi yang relevan, baik nasional maupun internasional, melalui database seperti PubMed, Google Scholar, dan ScienceDirect. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran meliputi "Posterior Capsule Opacification", "secondary cataract", "Nd:YAG capsulotomy", "lens epithelial cells", dan "intraocular lens (IOL)". Kriteria inklusi meliputi publikasi 15 tahun terakhir, artikel berbahasa Inggris atau Indonesia, serta membahas secara spesifik mengenai patofisiologi, diagnosis, faktor risiko, dan penatalaksanaan PCO. Artikel yang tidak relevan dengan fokus topik atau tidak tersedia dalam versi lengkap dikecualikan.

4. HASIL

Berdasarkan hasil telaah pustaka, didapatkan bahwa Posterior Capsule Opacification (PCO) merupakan komplikasi paling umum setelah tindakan operasi katarak, dengan insidensi yang cukup tinggi terutama pada kelompok usia muda dan anak-anak. PCO disebabkan oleh sisa sel epitel lensa yang mengalami proliferasi dan migrasi menuju kapsul posterior, sehingga terbentuk jaringan fibrosis atau Elsching pearls dan Soemmering rings. Studi menunjukkan bahwa angka kejadian PCO pada anak-anak pascaoperasi katarak

berkisar antara 43,7% hingga 100%. Sementara itu, pada orang dewasa, insidensi PCO kumulatif pada tahun ketiga pasca operasi mencapai 8,82%.

Diagnosis ditegakkan melalui pemeriksaan slit lamp dan oftalmoskopi, dengan penurunan tajam penglihatan sebagai gejala klinis utama. Penatalaksanaan PCO saat ini didominasi oleh penggunaan Nd:YAG laser capsulotomy, yang dinilai efektif dan minim invasif, meskipun tidak bebas dari risiko komplikasi seperti edema makula kistoid dan ablasi retina. Strategi pencegahan PCO melibatkan pemilihan bahan IOL yang tepat (misalnya hidrofobik dengan tepi tajam) serta teknik pembedahan yang optimal seperti pembersihan korteks secara menyeluruh dan ukuran kapsulorheksis yang sesuai.

5. PEMBAHASAN

PCO merupakan tantangan utama dalam mencapai keberhasilan jangka panjang pascaoperasi katarak. Walaupun telah terjadi banyak kemajuan dalam teknik bedah dan desain IOL, opasifikasi kapsul posterior tetap menjadi penyebab utama gangguan penglihatan sekunder. Mekanisme biologis utama yang terlibat meliputi proliferasi dan migrasi sel epitel lensa (LEC) yang tertinggal pascaoperasi, serta diferensiasi patologis yang dipicu oleh faktor-faktor seperti TGF- β .

Faktor risiko utama terjadinya PCO antara lain usia muda, glaukoma, degenerasi makula, dan jenis bahan IOL. Anak-anak memiliki risiko lebih tinggi karena sel epitel mereka memiliki kapasitas mitotik yang lebih besar. Selain itu, desain IOL sangat memengaruhi proses migrasi sel; IOL dengan tepi tajam dan berbahan hidrofobik terbukti lebih efektif dalam mencegah PCO dibandingkan lensa dengan desain tepi bulat atau bahan hidrofilik.

Penatalaksanaan utama PCO saat ini adalah dengan Nd:YAG laser capsulotomy. Meskipun prosedur ini non-invasif dan memiliki tingkat keberhasilan tinggi, risiko komplikasi tetap ada, terutama jika prosedur dilakukan secara tidak tepat atau pada pasien dengan predisposisi tertentu. Oleh karena itu, strategi pencegahan menjadi krusial.

Pencegahan PCO yang efektif tidak hanya bergantung pada teknologi IOL, tetapi juga pada keahlian operator dalam melakukan pembersihan korteks secara menyeluruh, desain kapsulorheksis yang tepat, serta penempatan IOL yang ideal. Studi terkini juga menyoroti potensi pendekatan farmakologis dan molekuler di masa depan, meskipun saat ini belum menjadi standar praktik klinis.

6. KESIMPULAN

Posterior Capsule Opacification (PCO) merupakan komplikasi pascaoperasi katarak yang paling sering terjadi, ditandai oleh proliferasi dan diferensiasi sel epitel lensa residual yang bermigrasi ke kapsul posterior. Risiko terjadinya PCO lebih tinggi pada pasien usia muda, serta dipengaruhi oleh kondisi mata dan sistemik tertentu, seperti glaukoma dan inflamasi, serta desain dan bahan lensa intraokular (IOL) yang digunakan. Patogenesis PCO mencakup tiga proses utama, yaitu proliferasi, migrasi, dan diferensiasi sel epitel yang dapat menghasilkan struktur khas seperti Elsching pearls dan Soemmering rings. Diagnosis ditegakkan berdasarkan temuan klinis, termasuk penurunan ketajaman penglihatan dan identifikasi opasitas kapsul melalui oftalmoskopi. Penatalaksanaan utama saat ini adalah kapsulotomi laser Nd:YAG, yang efektif dalam mengembalikan visus dengan risiko komplikasi yang rendah. Strategi pencegahan PCO menitikberatkan pada teknik bedah yang optimal dan pemilihan IOL dengan karakteristik fisik dan biologis yang mendukung inhibisi migrasi sel epitel lensa.

DAFTAR PUSTAKA

- American Academy of Ophthalmology. (2020). 2020-2021 Basic and Clinical Science Course, Section 11: Lens and Cataract. *2020 American Academy of Ophthalmology*, 244.
- Apple, D. J., Peng, Q., Visessook, N., Werner, L., Pandey, S. K., Escobar-Gomez, M., Ram, J., & Auffarth, G. U. (2020). Eradication of posterior capsule opacification: documentation of a marked decrease in Nd:YAG laser posterior capsulotomy rates noted in an analysis of 5416 pseudophakic human eyes obtained postmortem. *National Library of Medicine*, 3(4).
- Awh, C., & Goshe, J. M. (2024). *Posterior Capsule Opacification*. American Academy of Ophthalmology.
- Ayuningtyas, S. P., & Gondhowiardjo, T. D. (2015). Incidence and associated factors of posterior capsule opacification in pseudophakic patients at Cipto Mangunkusumo Hospital. *Medical Journal of Indonesia*, 24(3), 176–182. <https://doi.org/10.13181/mji.v24i3.1199>
- Bhargava, R. (2014). A Review of Posterior Capsule Opacification. *International Journal of Contemporary Surgery*, 2(1), 46. <https://doi.org/10.5958/j.2321-1024.2.1.012>
- Dharmaraju, B., Vijayasree, S., & Sridhar, K. (2016). A Clinical Study of Visual Outcome in Nd: YAG Laser Capsulotomy in Posterior Capsular Opacity. *International Journal of Contemporary Medical Research ISSN (Online)*, 43(9), 2393–2915.
- Duman, R., Karel, F., Özyol, P., & Ateş, C. (2015). Effect of four different intraocular lenses on posterior capsule opacification. *International Journal of Ophthalmology*, 8(1), 118–121. <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2015.01.22>

- Gopinath, G. S., Satish, K., Srivastava, N., Patil, S., & Afshan, R. (2015). *Visual Outcome and Complications of YAG Laser Therapy for Posterior Capsular Opacification Following Cataract Surgery*. 3(3), 65–68. <https://doi.org/10.17354/ijss/2015/271>
- Ilyas, S. (2010). *Ilmu Penyakit Mata untuk Dokter Mata/Umum dan Mahasiswa Kedokteran* (2nd ed.). Sagung Seto.
- James, B., Chew, C., & Bron, A. (2006). *Lecture Notes Oftalmologi* (9th ed.). Erlangga.
- Livanos, F., Komalasari, intan malda, & Simanjuntak, S. (2022). Pengaruh penggunaan lensa bluechromic terhadap kenyamanan di optik sarimbit bobor tahun 2022. *Jurnal Optometri*, 1(1), 33–42.
- Papilaya, M. R., Memed, F. K., & Knoch, A. M. (2016). Additional Intraocular Surgery after Pediatric Cataract Surgery. *Ophthalmologica Indonesiana*, 41(3), 294–298. <https://doi.org/10.35749/journal.v41i3.51>
- Secondary Cataract*. (2023).
- Singh, P., & König, C. (2023). Posterior Capsular Opacification. *Cataract and Lens Surgery*, 127(4), 681–685. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05394-8_82
- Sinha, R., Shekhar, H., Sharma, N., Titiyal, J., & Vajpayee, R. (2013). Posterior capsular opacification: A review. *Indian Journal of Ophthalmology*, 61(7), 371. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.115787>