

## Efektivitas Fakoemulsifikasi dalam Penanganan Katarak: Prosedur, Keuntungan, dan Tantangannya

Rahma Nurhaliza<sup>1</sup>, Rani Himayani<sup>2</sup>, Wiwi Febriani<sup>3</sup>, Waluyo Rudiyanto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Bagian Ilmu Penyakit Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Bagian Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

<sup>4</sup>Bagian Histologi, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

### Abstrak

Katarak adalah kondisi lensa mata yang awalnya jernih berubah menjadi keruh, sehingga dapat menghalangi jalannya cahaya menuju retina dan dapat menyebabkan gangguan penglihatan, seperti pandangan kabur, penurunan tajam penglihatan, dan perubahan warna yang tampak memudar. Berdasarkan data WHO (2022), sekitar 2.2 miliar orang di dunia mengalami gangguan penglihatan, dengan katarak sebagai penyebab utama kebutaan yang dapat dipulihkan. Di Indonesia, prevalensi katarak mencapai 1.8%, dengan insiden tahunan sebesar 0.1%, dan 50% kasus kebutaan disebabkan oleh katarak. Operasi pembedahan merupakan satu-satunya metode untuk mengatasi katarak, dengan fakoemulsifikasi sebagai teknik yang paling umum digunakan. Fakoemulsifikasi merupakan teknik operasi katarak yang menggunakan ujung ultrasonik untuk menghancurkan lensa yang keruh, lalu dilakukan aspirasi serpihan lensa. Teknik ini memiliki banyak keunggulan, termasuk sayatan yang lebih kecil, penyembuhan luka yang lebih cepat, hasil tajam penglihatan yang baik pasca operasi, astigmatisme yang disebabkan oleh pembedahan lebih sedikit, dan risiko komplikasi yang lebih rendah dibandingkan dengan teknik operasi katarak lainnya.

**Kata kunci:** fakoemulsifikasi, teknik operasi katarak, indikasi, prosedur

## The Effectiveness of Phacoemulsification in Cataract Management: Procedures, Benefits, and Challenges

### Abstract

Cataract is a condition in which the eye's normally clear lens becomes cloudy, obstructing the passage of light to the retina and potentially causing visual disturbances such as blurred vision, decreased visual acuity, and faded color perception. According to WHO data (2022), approximately 2.2 billion people worldwide experience vision impairment, with cataracts being the leading cause of reversible blindness. In Indonesia, the prevalence of cataracts is 1.8%, with an annual incidence rate of 0.1%, and 50% of blindness cases are attributed to cataracts. Surgical intervention is the only effective treatment for cataracts, with phacoemulsification being the most commonly used technique. Phacoemulsification is a cataract surgery method that utilizes an ultrasonic probe to break down the cloudy lens, followed by the aspiration of lens fragments. This technique offers several advantages, including a smaller incision, faster wound healing, better postoperative visual acuity, reduced surgically induced astigmatism, and a lower risk of complications compared to other cataract surgery techniques.

**Key words:** *phacoemulsification, cataract surgical, indication, procedures*

Korespondensi: Rahma Nurhaliza, alamat Jl. Abdul Muis, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, HP 087809719676, e-mail rahmaliza.46@gmail.com

### Pendahuluan

Katarak adalah kondisi lensa mata yang awalnya jernih berubah menjadi keruh. Kekeruhan tersebut dapat menghalangi jalannya cahaya yang lewat melalui lensa menuju retina<sup>1</sup>. Pasien katarak sering mengeluhkan adanya gangguan penglihatan berupa pandangan yang kabur atau tampak berkabut, penurunan tajam penglihatan visual secara bertahap, kebutuhan cahaya tambahan untuk melihat dengan jelas, silau, perubahan

warna yang tampak memudar, serta penurunan kontras atau distorsi warna yang terlihat kekuningan<sup>2</sup>.

Menurut *World Health Organization* (WHO) (2022) didapatkan data bahwa ada sekitar 2.2 miliar orang di dunia mengalami gangguan penglihatan dan hampir setengahnya dapat dicegah. WHO juga menyebutkan bahwa katarak termasuk dalam kategori kebutaan yang dapat dipulihkan (*reversible blindness*)<sup>3</sup>. Menurut data Riset Kesehatan Dasar Indonesia tahun 2013

prevalensi penderita katarak di Indonesia mencapai 1.8% dengan insidensi katarak per tahunnya sebesar 0.1%. Angka kebutaan di Indonesia akibat katarak mencapai 50%<sup>4</sup>.

Kebutaan yang terjadi karena katarak hanya dapat disembuhkan melalui prosedur operasi pembedahan. Operasi ini dilakukan agar para penderita katarak dapat mendapatkan tajam penglihatan pasca operasi yang optimal. Saat ini, metode paling akurat dan umum dilakukan dalam bedah katarak adalah fakoemulsifikasi. Teknik ini menggunakan ujung ultrasonik yang dimasukkan melalui insisi kecil untuk menghancurkan inti lensa yang keruh, kemudian serpihan lensa tersebut diaspirasi keluar<sup>5</sup>.

Teknik operasi fakoemulsifikasi memiliki banyak keunggulan dibandingkan metode bedah katarak lainnya, yaitu penyembuhan luka yang lebih cepat karena sayatan yang dibuat lebih kecil, hasil tajam penglihatan pasca operasi yang baik, dan memiliki risiko komplikasi yang lebih kecil jika dibandingkan dengan teknik operasi lain. Saat ini, fakoemulsifikasi banyak digunakan di negara maju karena manfaatnya yang lebih besar dibandingkan dengan potensi komplikasinya<sup>6</sup>.

## Isi

### Definisi

Fakoemulsifikasi adalah teknik operasi katarak yang dilakukan dengan cara mengangkat lensa mata menggunakan energi ultrasonik melalui sayatan kecil. Adanya teknik fakoemulsifikasi mengubah operasi katarak dari prosedur yang dulu terkesan menakutkan dan membutuhkan waktu lama untuk memulihkan penglihatan, menjadi prosedur yang lebih ramah bagi pasien dengan pemulihan penglihatan yang lebih cepat dibandingkan dengan teknik lainnya<sup>7</sup>.

Penemuan fakoemulsifikasi menjadi kemajuan besar bagi dunia medis. Pada teknik operasi ini, lensa mata yang terkena katarak dapat dipecahkan dan diaspirasi keluar hanya dengan sayatan kecil berukuran 2-3 mm. Meski teknik ini telah mengalami banyak modifikasi, teknik dasar

fakoemulsifikasi masih menjadi standar utama dalam pengangkatan katarak<sup>8</sup>.

### Perkembangan Teknik Fakoemulsifikasi

Pada tahun 1967, prosedur fakoemulsifikasi pertama kali diperkenalkan oleh dr. Charles Kelman. Sejak saat itu, teknik ini mengalami perkembangan pesat dan kini menjadi metode canggih yang digunakan di seluruh dunia. Pada awalnya, dr. Kelman memperkenalkan teknik ekstraksi katarak dengan menggunakan alat tunggal yang memanfaatkan getaran ultrasonik untuk mengeluarkan material lensa melalui insisi korneoskleral selebar 3 mm. Pada teknik ini, nukleus dipindahkan ke bilik mata depan dan diemulsifikasikan<sup>9</sup>.

Seiring berjalannya waktu, fakoemulsifikasi terus mengalami inovasi dalam teknik dan teknologi. Perangkat fakoemulsifikasi telah diperbarui, termasuk penemuan ujung fakoemulsifikasi dengan sudut kemiringan antara 15° sampai 45°, memungkinkan prosedur dilakukan di dalam kapsul lensa. Teknik ini juga berkembang melalui prosedur bimanual. Kehadiran lensa intraokular yang dapat dilipat (*foldable IOL*) sangat berpengaruh dalam memperkecil insisi menjadi mikroinsisi<sup>9, 10, 11</sup>.

Saat ini, prosedur fakoemulsifikasi modern biasanya dimulai dengan membuat parasentesis atau *sideport* di kornea dengan ukuran sekitar 1 mm. Selanjutnya, viskoelastik dimasukkan untuk melindungi struktur intraokular, kemudian dibuat *mainport* atau sayatan utama di kornea secara multiplanar dengan ukuran antara 1.8-2.75 mm, tergantung pada instrumen yang digunakan. Setelah itu, dilakukan kapsuloreksis pada kapsul anterior lensa. Kemudian nukleus lensa diemulsifikasi menggunakan mesin fakoemulsifikasi dengan bantuan manipulasi fragmentasi nukleus. Massa lensa yang tersisa dibersihkan dengan sistem aspirasi irigasi dan IOL ditanamkan ke dalam *capsular bag*, yaitu kantong yang terbentuk dari kapsul lensa yang tersisa<sup>9,10</sup>.

### Indikasi

Fakoemulsifikasi diindikasikan ketika lensa mata mengalami katarak dan membuat tajam penglihatan penderitanya mengalami penurunan yang signifikan. Berbagai indikasi

dilakukannya operasi fakoemulsifikasi antara lain, penderitanya kesulitan dalam melakukan aktivitas sehari-hari akibat gangguan penglihatan, penurunan tajam penglihatan jarak dekat atau jauh, adanya halo berwarna, fotofobia, diplopia monokular, penurunan sensitivitas kontras, dan refleks putih di area pupil<sup>12</sup>.

Pada dasarnya, katarak jenis apa pun yang mengganggu ketajaman penglihatan penderitanya merupakan indikasi utama untuk melakukan fakoemulsifikasi. Namun, teknik operasi ini lebih sering dilakukan pada penderita katarak, khususnya pada jenis katarak subkapsular posterior, katarak nuklear, katarak kortikal, katarak matur, katarak traumatik, katarak polar posterior, dan katarak subluksasi<sup>12</sup>.

#### Prosedur

Berdasarkan hasil survei teknik operasi katarak di Amerika (Bethke, 2022) dan Eropa (ESCRS, 2021), empat teknik berikut diketahui sebagai teknik yang paling umum digunakan untuk memecah nukleus saat dilakukannya operasi fakoemulsifikasi<sup>13,14</sup>.

##### 1. *Divide and conquer*

Teknik ini merupakan teknik yang dianggap paling klasik. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat alur memanjang pada lensa katarak. Setelah itu dibuat alur kedua yang tegak lurus dengan alur pertama. Alat *phaco* dan instrumen tambahan digunakan untuk membelah nukleus menjadi empat bagian dengan mendorong alat tersebut pada alur. Setiap bagian nantinya dihancurkan satu per satu menggunakan fakoemulsifikasi<sup>9, 15, 16</sup>.

Alat-alat yang digunakan dalam teknik ini terdiri dari spatula, spatula siklodialisis, haefliger *phaco cleaver*, rotator *Bechert*, dan berbagai instrumen *chopper*. Pada teknik ini, instrumen berfungsi untuk merotasi, menstabilkan, dan mengatur ulang posisi nukleus, serta membantu memecah nukleus menjadi beberapa bagian<sup>9, 15</sup>.

##### 2. *Chop*

Teknik *chopping* adalah metode fragmentasi nukleus yang memanfaatkan kelengkungan alami lensa. Terdapat bermacam variasi dari teknik *chopping* yang dapat digabungkan dengan metode fragmentasi nukleus lainnya, namun secara umum terdapat dua jenis utama, yaitu *chopping horizontal* dan *chopping vertikal* yang masing-masing memakai alat yang berbeda<sup>9</sup>.

##### a. *Chopping horizontal*

Pada teknik ini, *chopper* dimasukkan di bawah kapsul anterior melalui tepi kapsuloreksis untuk mengait bagian ekuator endonukleus di area perifer. Terdapat beberapa jenis *chopper* yang digunakan untuk teknik ini, namun semuanya memiliki ujung yang panjang dan tumpul. Desain ujung sangat penting agar *chopper* dapat mencengkram ekuator lensa tanpa merusak kapsul posterior. *Chopper horizontal* juga dapat dirancang dengan sudut tertentu sesuai arah tangan dominan operator. Salah satu alat yang sering digunakan dalam teknik ini adalah modifikasi *Lieberman microfinger*<sup>9, 17</sup>.

##### b. *Chopping vertical*

Teknik *chopping vertical* lebih cocok untuk nukleus yang lebih padat. Nukleus yang keras memerlukan tekanan lebih besar agar dapat dibelah mengikuti kontur alami lensa. Dalam teknik ini, nukleus dibelah dengan menusukkan *chopper* di depan *phaco tip* yang sudah ditempatkan di bagian tengah lensa. *Chopper* kemudian didorong lebih dalam ke arah posterior, sementara *phaco tip* diarahkan ke permukaan lensa. Gaya berlawanan ini menghasilkan retakan yang menjalar ke posterior hingga nukleus terbagi. Semua jenis *chopper vertical* memiliki ujung pendek dan tajam untuk memudahkan penetrasi ke nukleus<sup>9, 17</sup>.

##### 3. *Direct chopping*

Teknik ini menggunakan kekuatan alat secara manual untuk membelah nukleus

tanpa membuat alur awal. Nukleus dipegang dengan ujung *phaco*, lalu dilakukan gerakan *chopping* untuk menghasilkan dua bidang retakan, lalu dilakukan fakoemulsifikasi. Teknik ini, yang mencakup *chopping vertical* dan *horizontal*, lebih hemat energi dalam memecah nukleus dan dianggap memberi tekanan yang lebih rendah pada zonula<sup>18,19</sup>.

#### 4. *Tilt and tumble*

Teknik ini menggunakan hidrodiseksi, yaitu kanula mengangkat tepi kapsul untuk melepaskan dan memiringkan nukleus sebagian keluar dari kapsul. Irigasi yang lembut menghasilkan gelombang cairan di bawah ruang kapsular, sehingga ujung nukleus miring. Bagian yang sudah keluar ini kemudian dihancurkan dengan *phaco probe*. Setelah itu, sisa nukleus ditarik keluar dan difakoemulsifikaikan<sup>20</sup>.

#### Keuntungan

Fakoemulsifikasi memiliki lebih banyak keuntungan jika dibandingkan dengan teknik operasi lain. Menurut penelitian, teknik ini memberikan keuntungan dalam hal perbaikan tajam penglihatan karena luka insisi yang dibuat minimal sehingga memberikan prognosis tajam penglihatan yang lebih baik<sup>6</sup>. Fakoemulsifikasi juga dapat menurunkan adanya komplikasi bedah seperti keadaan *anterior chamber* yang dangkal pada saat intra operatif, prolaps iris, dan astigmatisme post operatif. Keuntungan lain yang didapat dari teknik ini adalah waktu operasi yang lebih efisien dan tingginya kepuasan pasien. Keuntungan-keuntungan ini mendorong banyak operator untuk beralih ke teknik fakoemulsifikasi<sup>9</sup>.

#### Komplikasi

Meskipun fakoemulsifikasi adalah prosedur yang aman, cepat, dan efektif, komplikasi dapat saja terjadi. Kesalahan dalam membuat insisi dapat terjadi jika *tunnel* yang dibuat terlalu panjang atau terlalu pendek. Jika *tunnel* terlalu panjang, dapat menghambat pergerakan instrumen

selama prosedur dan mengakibatkan kerusakan pada endotel kornea. Sedangkan jika membuat *tunnel* terlalu pendek, luka pada kornea menjadi tidak tertutup dengan sempurna dan dapat menimbulkan astigmatisme<sup>21</sup>.

Selain itu, komplikasi fakoemulsifikasi dibagi juga dapat dibagi menjadi dua, yaitu komplikasi intraoperatif dan postoperatif. Komplikasi intraoperatif terdiri dari *wound leak*, *wound dehiscence*, *wound burn*, *descemet membrane detachment*, *corneal burn*, iridodialisis, zonular dialisis, *retinal detachment*, *choroidal detachment*, dan *nuclear drop*. Sedangkan komplikasi postoperatif antara lain, *wound leak*, *astigmatism*, *striate keratopathy*, *corneal edema*, *uveitis*, *endophthalmitis*, *IOL decentration*, *IOL tilt*, *IOL subluxation*, *vitreous wick syndrome*, *vitreous touch syndrome*, dan *pupillary block*<sup>22,23</sup>.

#### Ringkasan

Pada tahun 1967, dr. Charles Kelman memperkenalkan prosedur fakoemulsifikasi. Sejak saat itu, teknik ini berkembang pesat hingga menjadi metode canggih yang digunakan secara luas di dunia. Seiring waktu, teknik dan teknologi fakoemulsifikasi terus mengalami inovasi untuk meningkatkan efektivitas dan keamanan prosedur.

Fakoemulsifikasi diindikasikan bagi pasien katarak yang memiliki penurunan ketajaman penglihatan secara signifikan. Teknik yang digunakan dalam fakoemulsifikasi dibagi menjadi empat, yaitu *divide and conquer*, *chop*, *direct chopping*, dan *tilt and tumble*.

Teknik ini memiliki berbagai keuntungan, seperti pemulihan visus yang cepat setelah operasi, risiko komplikasi minimal, serta durasi operasi yang cukup singkat. Meski demikian, komplikasi tetap mungkin terjadi dalam prosedur ini.

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil bacaan dapat disimpulkan bahwa fakoemulsifikasi adalah teknik pemecahan dan pengangkatan lensa mata menggunakan energi ultrasonik melalui sayatan kecil. Saat ini, fakoemulsifikasi menjadi pilihan utama dalam tatalaksana katarak

karena manfaatnya yang lebih besar dibandingkan risiko komplikasinya. Fakoemulsifikasi memiliki keuntungan seperti perbaikan tajam penglihatan yang signifikan, dengan insisi minimal dapat mendukung prognosis visual yang lebih baik. Meskipun teknik ini terbukti aman, cepat, dan efektif, komplikasi dapat saja terjadi dan perlu diantisipasi.

#### Daftar Pustaka

1. Nizami AA, Gurnani B, Gulani AC. Cataract. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2024.
2. Detty AU, Artini L, Yulian VR. Karakteristik faktor risiko penderita katarak. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*. 2021; 10(1):12-7.
3. World Health Organization. Blindness and vision impairment. <https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/blindnessand-visual-impairment>. 2022.
4. Kemenkes RI. Riset kesehatan dasar. Jakarta: Balitbang Kemenkes RI. 2013.
5. Geue C, Jonuscheit S. Effect of individual-level and socioeconomic factors on long-term survival after cataract surgery over a 30-year period. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(4):537-42.
6. Astari, P. Katarak: klasifikasi, tatalaksana, dan komplikasi operasi. 2018;45(10):748-53.
7. Kang KH, Song MY, Kim KY, Hwang KY, Kwon YA, Koh K. Corneal endothelial cell changes after femtosecond laser-assisted cataract surgery in diabetic and nondiabetic patients. *Eye & Contact Lens*, 2021;47(12):664-9.
8. Gurnani B, Kaur K. *Phacoemulsification*. [Updated 11 June 2023]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023.
9. Garg G, Koch DD. Steinert's cataract surgery 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier. 2023.
10. Davis G. The evolution of cataract surgery. *Mo Med*. 2016;113(1):58-62.
11. Jin C, Chen X, Law A. Different-sized incisions for phacoemulsification in age-related cataract. *Cochrane database syst rev*. 2017;9(9):CD010510.
12. Gurnani B, Kaur K. Posterior polar cataract. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023.
13. Bethke W. Cataract surgeons share their favorite techniques. *Review of Ophthalmology*. 2022;29(3):37-42.
14. ESCRS. *ESCRS clinical trends survey*. Available from: [https://www.es CRS.org/media/s5dlnraf/2021\\_escrs\\_clinical\\_survey\\_supplement.pdf](https://www.es CRS.org/media/s5dlnraf/2021_escrs_clinical_survey_supplement.pdf) [Accessed 11th November 2024]. 2021.
15. Gupta R. Phacoemulsification cataract surgery. Switzerland: Springer. 2017.
16. Fishkind WJ. Phacoemulsification and intraocular lens implantation: mastering techniques and complications in cataract surgery 2<sup>nd</sup> ed. New York: Thieme. 2017.
17. Gary LJ, Foster, Quentin B, Allen, Brandon D, Ayres, *et al*. Phacoemulsification of the rock-hard dense nuclear cataract: options and recommendations. Colorado: Elsevier. 2018.
18. Jacob S. Different methods of chopping in cataract surgery. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2019;30(1), 25-38.
19. Lee BS, Chang DF. Chopping techniques in cataract surgery. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2023;34(1):32-5.
20. Davis EA, Lindstrom RL. Tilt and tumble phacoemulsification. *Developments in Ophthalmology*. 2022;34: 44-58.
21. Soekardi I, Hutaeruk JA. Transisi menuju fakoemulsifikasi, Langkah-langkah menguasai teknik dan menghindari komplikasi. Edisi 1. Jakarta: Granit. 2014.
22. Kaur K, Gurnani B. Comments on: Visual outcome and refractive status with monofocal toric intraocular lens implantation to correct astigmatism during cataract surgery. *Indian J Ophthalmol*. 2021;69(5):1349-50.
23. Gurnani B, Kaur K. Rare traumatic anterior dislocation of capsular tension ring-intraocular lens complex in-toto. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(11): 2529.