

**PERBEDAAN TAJAM PENGLIHATAN PASCAOPERASI  
FAKOEMULSIFIKASI PADA PASIEN KATARAK SENILIS IMATUR  
DENGAN RIWAYAT DIABETES MELITUS TIPE 2 DAN TANPA  
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI LAMPUNG EYE CENTER**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**RAHMA NURHALIZA**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

**PERBEDAAN TAJAM PENGLIHATAN PASCAOPERASI  
FAKOEMULSIFIKASI PADA PASIEN KATARAK SENILIS IMATUR  
DENGAN RIWAYAT DIABETES MELITUS TIPE 2 DAN TANPA DIABETES  
MELITUS TIPE 2 DI LAMPUNG EYE CENTER**

**Oleh**

**RAHMA NURHALIZA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar**

**SARJANA KEDOKTERAN**

**Pada**

**Jurusan Pendidikan Dokter  
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

Judul Skripsi

**PERBEDAAN TAJAM PENGLIHATAN  
PASCAOPERASI FAKOEMULSIFIKASI  
PADA PASIEN KATARAK SENILIS IMATUR  
DENGAN RIWAYAT DIABETES MELITUS  
TIPE 2 DAN TANPA DIABETES MELITUS  
TIPE 2 DI LAMPUNG EYE CENTER**

Nama Mahasiswa

: *Rahma Nurhaliza*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2118011108

Program Studi

: Pendidikan Dokter

Fakultas

: Kedokteran



*Rani*  
**dr. Rani Himavani, S.Ked., Sp.M.**  
NIP 198312252009122004

*Wiwil*  
**Wiwil Febriani, S.Gz., M.Si.**  
NIP 199002212023212037

2. Dekan Fakultas Kedokteran



**Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.**  
NIP 197601202003122001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: dr. Rani Himayani, S.Ked., Sp.M.**

**Sekretaris**

**: Wiwi Febriani, S.Gz., M.Si.**

**Penguji**

**Bukan Pembimbing : dr. Waluyo Rudiyanto, M.Kes.,  
Sp.KKLP**

**2. Dekan Fakultas Kedokteran**

**Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.**  
**NIP 197601202003122001**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 16 Januari 2025**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul **“PERBEDAAN TAJAM PENGLIHATAN PASCAOPERASI FAKOEMULSIFIKASI PADA PASIEN KATARAK SENILIS IMATUR DENGAN RIWAYAT DIABETES MELITUS TIPE 2 DAN TANPA DIABETES MELITUS TIPE 2 DI LAMPUNG EYE CENTER”** adalah benar hasil karya penulis, bukan menjiplak hasil karya orang lain. Jika dikemudian hari ternyata ada hal yang melanggar dari ketentuan akademik universitas, maka saya akan bersedia bertanggung jawab dan diberi sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran saya akan bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, 16 Januari 2025

  
Rahma Nurhaliza

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama Rahma Nurhaliza, dilahirkan di Kota Serang pada tanggal 4 Juni 2003. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Saeful Mahdi dan Ibu Tatu Mulyati, serta memiliki dua orang adik bernama Rasyid Arkan Mumtaz dan Khanza Syaquilla Almahira.

Pendidikan formal penulis diawali di TK Al-Hujjaj pada tahun 2007 kemudian dilanjutkan dengan Pendidikan Dasar di SDIT Raudhatul Jannah pada tahun 2009 hingga 2015. Penulis kemudian melanjutkan Sekolah Tingkat Pertama di SMPN 1 Cilegon dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Kota Serang dan dinyatakan lulus pada tahun 2021.

Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswi di Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung. Selama masa studi, penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik dan organisasi, yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) dan CIMSA FK Unila, baik sebagai anggota maupun pengurus organisasi. Selain itu, penulis juga merupakan salah satu anggota dari Asisten Dosen Histologi FK Unila.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbedaan Tajam Penglihatan Pascaoperasi Fakoemulsifikasi Pada Pasien Katarak Senilis Imatur dengan Riwayat Diabetes Melitus Tipe 2 dan Tanpa Diabetes Melitus Tipe 2 di Lampung Eye Center”.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan masukan, bantuan, dorongan, saran, bimbingan dan kritik dari berbagai pihak. Maka dengan segenap kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung
2. Dr. dr. Evi kurniawaty, S.Ked., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
3. dr. Rani Himayani, S. Ked., Sp. M, selaku Pembimbing Utama atas kesediaannya untuk meluangkan banyak waktu, memberikan nasihat, bimbingan, saran, dan kritik yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Wiwi Febriani, S.Gz., M.Si, selaku Pembimbing kedua atas kesediaannya untuk meluangkan waktu, memberikan nasihat, bimbingan, saran, dan kritik yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. dr. Waluyo Rudyanto, M.Kes., Sp.KKLP selaku Penguji Utama pada ujian skripsi atas kesediaannya untuk meluangkan waktu, memberikan nasihat, ilmu, saran-saran yang telah diberikan;

6. Dr. dr. Reni Zuraida., M.Si., Sp.KKLP, selaku Pembimbing Akademik saya sejak semester 1 hingga semester 7, terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama ini;
7. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, atas ilmu yang telah diberikan selama proses perkuliahan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
8. Seluruh staf dosen dan civitas akademika Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas ilmu, waktu, dan bimbingan yang telah diberikan dalam proses perkuliahan;
9. Mama (Ibu Tatu Mulyati) dan Papa (Bapak Saeful Mahdi) yang sangat saya cintai dan sayangi, atas cinta, kasih sayang, perhatian, dukungan, dan doa yang selalu mengalir setiap saat. Terima kasih atas segala perjuangan kalian dalam memberikan Pendidikan yang terbaik untukku;
10. Adik-adikku (Rasyid Arkan Mumtaz dan Khanza Syaquilla Almahira), atas segala bantuan, doa, kasih sayang, kesabaran, dan selalu menjadi alasan saya untuk berjuang terus sampai saat ini;
11. Seluruh keluarga besar atas segala doa, dukungan, semangat, kesabaran, serta motivasi sepanjang proses perkuliahan;
12. Sahabat kuliah saya, Aziza, Syalika, Dilla, Marwah, Adilla, Lutfi, Ayu, Salma, Amel, Yasmine, dan Ifa yang selalu ada dalam hal apapun;
13. Sahabat yokindro, Shelo, Eda, Awi, dan Irham yang selalu memberikan dukungan dan hiburan tiap kali saya merasa jenuh;
14. Sahabat senbud gitar, Kayla, Divka, Riska, Acha, Refina, Fafa, Fitri, Nada, dan Cindy yang selalu mendukung saya dari jarak jauh;
15. Keluarga besar Asisten Dosen Histologi, Bena, Salsa, Salma, Diva, Fai, Cahya, Fania, Rahmah atas bantuan dan dukungannya;
16. Teman seperjuangan skripsi, Greta, Ghaita, dan Nadhif atas bantuan serta motivasinya selama proses penyusunan skripsi;
17. Teman CSL dan tutor, Adilla, Greta, Firdha, Najwa, Alin, Rani, Rahmah, Erna, Ridwan, dan Jonathan yang selalu mendukung dan membantu dalam perkuliahan;

18. Teman-teman PURIN dan PIRIMIDIN yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih atas kebersamaan, suka, duka, solidaritas selama 3,5 tahun perkuliahan ini, semoga kelak kita bisa menjadi dokter yang baik dan berguna bagi masyarakat;
19. Semua yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas doa dan dukungan kalian.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya. Terima kasih.

Bandar Lampung, 16 Januari 2025



Rahma Nurhaliza

## ABSTRACT

### **The Difference of Visual Acuity After Phacoemulsification Surgery in Patients with Immature Senile Cataracts with a History of Type 2 Diabetes Mellitus and Without Type 2 Diabetes Mellitus at Lampung Eye Center**

By

**Rahma Nurhaliza**

**Background:** Cataracts are the leading cause of blindness in Indonesia. This condition can be triggered by various factors, one of which is diabetes mellitus. This disease affects the vision of those afflicted and can only be eliminated through surgical procedures. Phacoemulsification is one technique commonly used due to its numerous advantages. The purpose of this study is to determine the difference in visual acuity post-phacoemulsification surgery in patients with immature senile cataracts with a history of type 2 diabetes mellitus and those without type 2 diabetes mellitus at Lampung Eye Center.

**Method:** This study uses an analytical observational design with a cross-sectional approach. The data utilized are secondary data, specifically medical records of patients with immature senile cataracts who have type 2 diabetes mellitus (DM) and those without type 2 diabetes mellitus (NDM) who have undergone phacoemulsification surgery at Lampung Eye Center.

**Results:** The Mann-Whitney test results showed  $p \text{ value} > 0.05$ , indicating no difference in visual acuity between 87 patients with immature senile cataracts with DM and 87 patients without DM.

**Conclusion:** There is no difference in visual acuity post-phacoemulsification surgery between patients with immature senile cataracts with a history of type 2 diabetes mellitus and those without type 2 diabetes mellitus at Lampung Eye Center.

**Keywords:** *cataract, diabetes mellitus, phacoemulsification, visual acuity*

## ABSTRAK

### **Perbedaan Tajam Penglihatan Pascaoperasi Fakoemulsifikasi Pada Pasien Katarak Senilis Imatur Dengan Riwayat Diabetes Melitus Tipe 2 dan Tanpa Diabetes Melitus Tipe 2 di Lampung Eye Center**

oleh

**Rahma Nurhaliza**

**Latar Belakang:** Katarak merupakan penyebab utama kebutaan di Indonesia. Kondisi ini dapat dicetuskan berbagai hal, salah satunya adalah diabetes melitus. Penyakit ini mengganggu penglihatan penderitanya dan hanya dapat dihilangkan dengan prosedur pembedahan. Fakoemulsifikasi merupakan salah satu teknik yang sering digunakan karena memiliki lebih banyak keuntungan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan riwayat diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.

**Metode:** Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Data yang digunakan merupakan data sekunder, yaitu rekam medis penderita katarak senilis imatur yang mengidap DM tipe 2 (DM) dan tanpa DM tipe 2 (NDM) dan telah menjalani operasi fakoemulsifikasi di *Lampung Eye Center*.

**Hasil:** Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan  $p > 0.05$ , yang mengindikasikan tidak adanya perbedaan tajam penglihatan antara 87 pasien katarak senilis imatur dengan DM dan 87 pasien tanpa DM.

**Simpulan:** Tidak terdapat perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan riwayat diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.

**Kata Kunci:** diabetes melitus, fakoemulsifikasi, katarak, tajam penglihatan

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1. Anatomi Mata</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 <i>Tear Film</i> .....	7
2.1.2 Kornea .....	7
2.1.3 Humor Akuos .....	7
2.1.4 Lensa .....	8
2.1.5 Humor Vitreous.....	10
<b>2.2 Fisiologi Penglihatan</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3 Katarak</b> .....	<b>11</b>
2.3.1 Definisi Katarak .....	11
2.3.2 Faktor Risiko Katarak .....	12
2.3.3 Klasifikasi Katarak .....	14
2.3.4 Patofisiologi Katarak.....	19
2.3.5 Tatalaksana Katarak .....	20
<b>2.4 Teknik Operasi Katarak</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5 Diabetes Melitus</b> .....	<b>23</b>
2.5.1 Definisi Diabetes Melitus.....	23
2.5.2 Klasifikasi Diabetes Melitus .....	23

2.5.3 Patofisiologi Diabetes Melitus .....	24
2.5.4 Diagnosis Diabetes Melitus.....	27
<b>2.6 Hubungan Diabetes Melitus dengan Katarak .....</b>	<b>28</b>
<b>2.7 Tajam Penglihatan .....</b>	<b>28</b>
2.7.1 Pemeriksaan Tajam Penglihatan .....	28
2.7.2 Tajam Penglihatan Pascaoperasi Katarak .....	30
<b>2.8 Kerangka Teori.....</b>	<b>32</b>
<b>2.9 Kerangka Konsep .....</b>	<b>33</b>
<b>2.10 Hipotesis Penelitian .....</b>	<b>33</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Desain Penelitian .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Populasi dan Sampel .....</b>	<b>34</b>
3.3.1 Populasi .....	34
3.3.2 Sampel.....	34
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	35
<b>3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....</b>	<b>35</b>
3.4.1 Kriteria Inklusi .....	35
3.4.2 Kriteria Eksklusi.....	36
<b>3.5 Variabel Penelitian .....</b>	<b>36</b>
3.5.1 Variabel Bebas .....	36
3.5.2 Variabel Terikat.....	36
<b>3.6 Definisi Operasional .....</b>	<b>37</b>
<b>3.7 Metode Pengumpulan Data .....</b>	<b>37</b>
3.7.1 Bahan Penelitian.....	37
3.7.2 Cara Kerja .....	38
3.7.3 Pengumpulan Data Tajam Penglihatan .....	38
<b>3.8 Alur Penelitian.....</b>	<b>38</b>
<b>3.9 Pengolahan dan Analisis Data.....</b>	<b>39</b>
3.9.1 Pengolahan Data.....	39
3.9.2 Analisis Data .....	39
<b>3.10 Etika Penelitian.....</b>	<b>40</b>

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Hasil .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.1 Analisis Univariat .....</b>	<b>41</b>
4.1.2 Analisis Bivariat .....	44
4.1.2.1 Perbedaan Tajam Penglihatan Preoperasi dan Postoperasi Fakoemulsifikasi pada Katarak Senilis Imatur dengan DM tipe 2 dan tanpa DM Tipe 2 .....	44
4.1.2.1 Perbedaan Tajam Penglihatan Pascaoperasi Fakoemulsifikasi .....	45
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>46</b>
4.2.1 Gambaran Analisis Univariat .....	46
4.2.2 Gambaran Analisis Bivariat .....	51
4.2.2.1 Perbedaan Tajam Penglihatan Preoperasi dan Postoperasi Fakoemulsifikasi pada Katarak Senilis Imatur dengan DM tipe 2 dan Tanpa DM tipe 2 .....	51
4.2.2.2 Perbedaan Tajam Penglihatan Pascaoperasi Fakoemulsifikasi pada Pasien Katarak Senilis Imatur dengan DM tipe 2 dan tanpa DM tipe 2 .....	52
<b>4.3 Keterbatasan Penelitian .....</b>	<b>59</b>
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
5.1 Simpulan .....	60
5.2 Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1 Kriteria Tajam Penglihatan .....	30
Tabel 2 Definisi Operasional .....	37
Tabel 3 Karakteristik Pasien Berdasarkan Usia .....	41
Tabel 4 Karakteristik Pasien Berdasarkan Jenis Kelamin.....	42
Tabel 5 Karakteristik Pasien Berdasarkan Tingkat Pendidikan .....	42
Tabel 6 Nilai GDS Preoperasi.....	43
Tabel 7 Nilai Tajam Penglihatan Pasien Preoperasi dan Pascaoperasi.....	43
Tabel 8 Tajam Penglihatan Preoperasi dan Pascaoperasi Katarak Senilis Imatur dengan DM Tipe 2 dan Tanpa DM Tipe 2 .....	44
Tabel 9 Analisis Bivariat Perbedaan Tajam Penglihatan Pasien Katarak Senilis Imatur dengan DM Tipe 2 dan Tanpa DM Tipe 2 .....	45

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1 Anatomi Mata Potongan Sagital .....	6
Gambar 2 Struktur Lensa Mata .....	8
Gambar 3 Transport Molekul Melalui Permukaan Lensa.....	10
Gambar 4 Skema Katarak Nuklearis.....	15
Gambar 5 Katarak <i>Brunescent</i> , Katarak <i>Nigra</i> , Katarak <i>Rubra</i> .....	16
Gambar 6 Katarak Kortikal.....	16
Gambar 7 Skema Katarak Kortikal .....	17
Gambar 8 Skema Katarak Subkapsuler .....	17
Gambar 9 Katarak Subkapsuler .....	18
Gambar 10 Katarak Imatur .....	18
Gambar 11 Katarak Matur .....	19
Gambar 12 Hiper matur .....	19
Gambar 13 <i>Snellen Chart</i> .....	29
Gambar 14 Kerangka Teori .....	32
Gambar 15 Kerangka Konsep .....	33
Gambar 16 Alur Penelitian .....	38

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Mata merupakan satu dari lima panca indra tubuh yang berfungsi untuk memberikan informasi visual ke otak. Informasi visual yang diterima otak akan mengalami gangguan jika terdapat kerusakan pada mata (Siregar *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil survey *World Health Organization* (WHO) tahun 2020, secara global terdapat 2,2 miliar orang mengalami gangguan penglihatan jarak dekat dan jauh. Pada 1 miliar kasus atau hampir setengahnya, gangguan penglihatan tersebut seharusnya dapat dicegah dengan baik. Kondisi utama yang menyebabkan gangguan penglihatan jarak jauh atau kebutaan adalah katarak dengan total kasus yang tercatat yakni sebanyak 94 juta jiwa (WHO, 2020). Katarak merupakan kondisi lensa mata yang seharusnya transparan dan jernih berubah menjadi keruh. Kekeruhan yang terjadi pada lensa ini akan mengakibatkan penglihatan penderitanya menjadi buram dan dapat menyebabkan kebutaan (Rochmah *et al.*, 2020).

Prevalensi kebutaan akibat katarak di tingkat global diperkirakan mencapai 51%. Katarak juga menjadi penyebab utama kebutaan di Indonesia dengan insiden katarak 0,1% per tahun yang berarti setiap tahun ada 1 dari 1.000 orang yang baru menderita katarak. Prevalensi katarak di Provinsi Lampung berdasarkan hasil enumerator dalam Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013 adalah sebesar 1,5% (Kemenkes, 2014).

Hingga saat ini, etiopatogenesis katarak belum dapat dipastikan secara jelas dan diduga melibatkan berbagai faktor. Faktor usia dan diabetes melitus (DM) merupakan dua faktor risiko utama yang dianggap berperan dalam

perkembangan katarak (Norsela *et al.*, 2023). Salah satu alasannya adalah DM dapat meningkatkan metabolisme glukosa di lensa sehingga menyebabkan akumulasi sorbitol. Akumulasi ini diyakini berhubungan dengan perubahan tekanan osmotik sehingga pada akhirnya mengakibatkan kekeruhan pada lensa dan menyebabkan katarak (Khairani *et al.*, 2016). Menurut *International Diabetes Federation* (2021), prevalensi DM di tingkat global pada tahun 2021 diperkirakan sebesar 10,5% (536,6 juta orang) dan akan terus meningkat menjadi 12,2% (783,2 juta orang) pada tahun 2045. Prevalensi DM di Indonesia menurut IDF (2021) adalah sebesar 10,6% (19,47 juta orang) dan jumlah ini menjadikan Indonesia menduduki peringkat kelima dengan jumlah kasus DM terbanyak di dunia (IDF, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Li *et al.* (2014) mengenai risiko kejadian katarak pada DM sangat tinggi dibandingkan pasien non-DM. Penderita DM memiliki risiko 25 kali lebih besar untuk mengalami katarak. Penelitian mengungkapkan bahwa 40% penderita DM menderita katarak diabetes (Kamil *et al.*, 2022). Sebuah studi di Iran menunjukkan dari 397 orang yang menderita katarak, 76 diantaranya juga menderita DM (Soiza *et al.*, 2018). Prevalensi DM pada penderita katarak menunjukkan betapa pentingnya penanganan yang efektif untuk kedua kondisi tersebut (Norsela *et al.*, 2023).

Hingga saat ini operasi katarak masih menjadi terapi utama untuk menghilangkan katarak dan sering dilakukan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Tujuan utama dilakukan operasi ini adalah untuk memperbaiki visus penderitanya (Astarini and Masduki, 2017). Setiap tahun negara Inggris melakukan kurang lebih 10.000 operasi katarak pada penderita DM. Perlu perhatian khusus dalam melakukan operasi katarak pada penderita DM karena terdapat risiko komplikasi yang dapat terjadi seperti retinopati diabetik, perdarahan di corpus vitreous, neovaskularisasi iris, dan kebutaan (Mrugacz *et al.*, 2023).

Teknik operasi katarak terus berkembang untuk mencapai hasil terbaik, salah satu operasi katarak yang sering dilakukan adalah fakoemulsifikasi. Operasi fakoemulsifikasi katarak menjadi metode yang paling banyak

digunakan belakangan ini karena efisiensinya dan risiko komplikasi yang lebih rendah dibanding dengan metode lainnya (Astarini and Masduki, 2017).

Terdapat dua cara untuk mengevaluasi hasil operasi katarak, yaitu menggunakan indikator klinis seperti tajam penglihatan dan melalui laporan pasien mengenai kualitas hidup mereka setelah operasi (Astarini and Masduki, 2017). Menurut WHO (2023), standar internasional tajam penglihatan pascaoperasi, yaitu baik (6/6-6/18) sebanyak  $\geq 85\%$ , sedang (<6/18-6/60) sebanyak 5-15%, dan buruk (< 6/60) < 5%. Namun pada kenyataannya, hasil operasi katarak di negara berkembang sering kali tidak memenuhi standar tajam penglihatan yang telah ditetapkan oleh WHO, yaitu >5% pasien pascaoperasi katarak masih memiliki tajam penglihatan dengan *best corrected visual acuity* (BCVA) <6/60, sedangkan pada negara maju jumlah pasien pascaoperasi katarak dengan BCVA <6/60 sudah berjumlah <5% (Mimouni *et al.*, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Gede *et al* (2022) mengenai perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak dengan DM dan tanpa DM didapatkan hasil bahwa setelah dilakukan operasi fakoemulsifikasi pada 55,9% pasien katarak tanpa diabetes melitus memiliki visus baik, sedangkan 44,1% pasien katarak dengan diabetes melitus memiliki visus sedang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada kontras signifikan antara tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak dengan DM dan tanpa DM (Gede *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil *pra survey* yang telah dilakukan peneliti, kasus katarak di *Lampung Eye Center* merupakan kasus penyakit mata terbanyak kedua setelah kelainan refraksi mata. Hasil data rekam medik dari Bulan Januari-Juni 2024 tercatat total 1.089 pasien katarak. Dari jumlah tersebut, 9,64% adalah pasien dengan katarak secara umum. Sementara itu, sebagian besar pasien, yaitu 66,61% menderita katarak senilis imatur, sedangkan pasien katarak senilis matur tercatat sebesar 23,79% dari total keseluruhan pasien.

Mengacu pada latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk meneliti mengenai perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada penderita katarak senilis dengan DM tipe 2 dan tanpa DM tipe 2.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Apakah terdapat perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk mengetahui perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Untuk menganalisis tajam penglihatan preoperasi dan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan diabetes mellitus tipe 2.
2. Untuk menganalisis tajam penglihatan preoperasi dan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur tanpa diabetes mellitus tipe 2.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

### **1. Bagi peneliti**

Menambah wawasan dan pengetahuan peneliti mengenai perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis dengan diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2.

### **2. Bagi instansi terkait**

Hasil penelitian dapat menjadi data masukan untuk mengetahui perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan riwayat diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2.

3. Bagi institusi pendidikan

Diharapkan penelitian menambah literatur dibidang oftalmologi bagi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

4. Bagi peneliti selanjutnya

Menjadi sumber referensi dan kajian literatur bagi peneliti selanjutnya yang melakukan penelitian dibidang studi terkait.

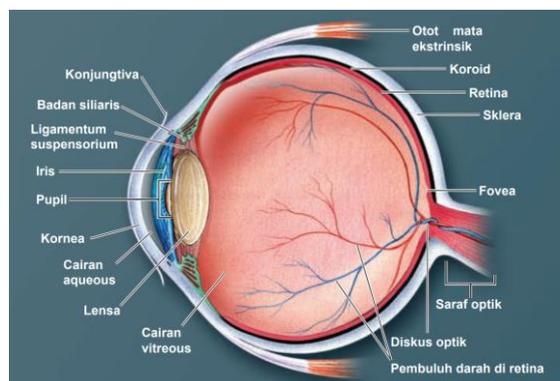
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Anatomi Mata

Indra penglihatan yang memiliki panjang maksimal 24 mm dan bentuk seperti bola disebut mata. Tulang *frontal, sphenoid, maxilla, zygomatic, greater wing of sphenoid, lacrimal,* dan *ethmoid* merupakan tulang-tulang yang menyusun area orbital tengkorak dan berfungsi untuk melindungi mata (Shumway *et al.*, 2024). Berdasarkan ilmu anatomi, mata dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian luar dan bagian dalam. Bagian luar mata terdiri dari bulu mata, alis, kelopak mata, dan kelenjar air mata, sedangkan bagian dalam mata terdiri dari konjungtiva, sklera, kornea, koroid, iris, pupil, lensa, retina, humor akuos, humor vitreus, saraf optik, dan otot mata (Sidarta and Yulianti, 2022).

Mata memiliki komponen optik yang berfungsi untuk membiaskan cahaya yang masuk ke mata. Komponen optik ini termasuk dalam media refraksi yang meliputi *tear film*, kornea, humor akuos, lensa, dan humor vitreous. Pembiasan ini bersifat konvergen dan mengarahkan cahaya ke retina. Konvergensi ini memastikan penglihatan tetap normal (Vaughan and Asbury, 2021).



**Gambar 1.** Anatomi Mata Potongan Sagital (Sherwood, 2021)

### **2.1.1 Tear Film**

Lapisan air mata atau *tear film* adalah struktur kompleks yang berfungsi untuk melindungi dan melumasi permukaan mata. Lapisan air mata memiliki tiga lapisan, yaitu lapisan lipid, lapisan air, dan lapisan musin (Pflugfelder and Stern, 2020). Volume lapisan air mata sekitar 3-10  $\mu\text{l}$  dengan ketebalan kurang lebih 3  $\mu\text{m}$  dan pH 7,14-7,82. Sekresi lapisan air mata memiliki kecepatan 1-2  $\mu\text{l}/\text{menit}$  tergantung pengaruh diurnal dan musiman (Chang and Purt, 2023).

### **2.1.2 Kornea**

Kornea adalah struktur pada mata yang berbentuk oval horizontal dengan ukuran 9-11 mm secara vertikal dan 11-12 mm secara horizontal. Kelengkungan anterior kornea sebesar 7,8 mm dan posterior 6,5 mm. Kornea memiliki daya refraksi sebesar 40-44 D dan menyumbang kira-kira 70% dari total refraksi. Indeks bias kornea adalah 1,376. Struktur ini terdiri dari dua komponen, yaitu komponen seluler dan aseluler. Komponen seluler kornea meliputi sel epitel, keratosit, dan sel endotel, sedangkan komponen aselulernya meliputi kolagen dan glikosaminoglikan. Kornea juga memiliki lima lapisan, antara lain epitel, lapisan Bowman, stroma, membran Descemet, dan endotel (Balasopoulou *et al.*, 2017).

### **2.1.3 Humor Akuos**

Humor akuos adalah cairan yang mengisi bilik mata depan dan belakang dengan viskositas rendah dan diproduksi oleh prosesus siliaris. Humor akuos memiliki fungsi untuk menyediakan biomolekul penting seperti elektrolit, glukosa, mikromolekul, dan kofaktor vitamin ke jaringan intraokular. Aliran dari humor akuos dapat membuang limbah seluler. Selain itu, adanya humor akuos juga sangat diperlukan untuk mempertahankan tekanan intraokular (TIO) (Huang *et al.*, 2018).

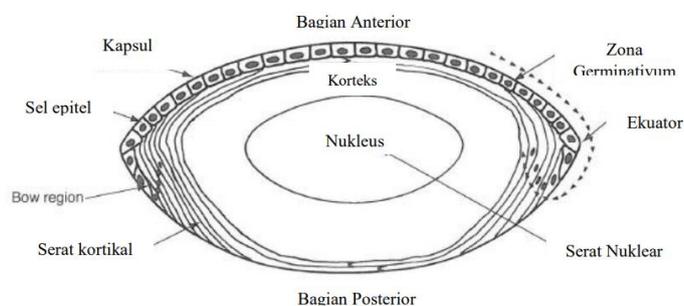
## 2.1.4 Lensa

### 1. Anatomi lensa

Lensa adalah struktur *biconvex* transparan yang berperan dalam menjaga kejernihan, pembiasan cahaya, dan akomodasi. Struktur ini tidak memiliki pembuluh darah dan saraf, sehingga metabolisme lensa sepenuhnya bergantung pada humor akuos. Posisi lensa dijaga oleh ligamen zonula Zinn yang menghubungkan antara badan siliar dengan lensa kristalin. Lensa terdiri dari kapsul, epitel lensa, korteks, dan nukleus yang terletak di belakang iris (Alshamrani, 2018).

Pada bayi baru lahir lensa memiliki diameter ekuator 6,4 mm, diameter anteroposterior 3,5 mm, dan berat 90 mg, sedangkan pada orang dewasa memiliki diameter ekuator 9 mm, diameter anteroposterior 5 mm, dan beratnya 255 mg. Sel-sel yang berada pada lensa akan terus bertumbuh sepanjang hidup manusia, namun diameter lensa tidak bertambah (Vaughan and Asbury, 2021).

Bagian terluar lensa yang transparan disebut sebagai kapsul lensa yang memiliki membran basal elastis dan mengandung kolagen tipe IV. Anterior kapsul lensa merupakan bagian paling tebal dengan ketebalan mencapai 14  $\mu\text{m}$  dan akan menipis pada bagian sentral posterior dengan ketebalan 2-4  $\mu\text{m}$ . Lapisan terluar kapsul lensa terdapat zonul lamellar yang merupakan tempat melekatnya serabut zonular (Ansari, 2016).



**Gambar 2.** Struktur Lensa Mata (Wang, 2020)

## 2. Fisiologi lensa

Konsentrasi protein dalam lensa manusia mencapai sekitar 30% dari total beratnya. Sebagian besar protein dalam lensa, yaitu sekitar 80% bersifat larut dalam air dan didominasi oleh jenis protein utama yang disebut kristalin (Alshamrani, 2018).

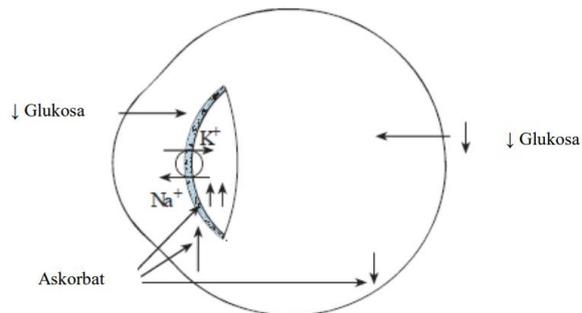
Proses metabolisme lensa berlangsung terutama di epitel dan korteks. Serat-serat lensa mengalami proses diferensiasi dan degradasi pada area apikal dan basal yang menghasilkan protein kristalin. Protein ini berfungsi menjaga stabilitas protein di dalam lensa serta mencegah terjadinya agregasi. Aktivitas metabolik ini memanfaatkan oksigen dan glukosa untuk mendukung transport aktif elektrolit, karbohidrat, serta asam amino melalui permukaan sel lensa (Forrester *et al.*, 2016).

Konsentrasi tinggi yang tinggi pada lensa dapat memengaruhi regulasi air, nutrisi, dan antioksidan di bagian dalamnya. Regulasi ini juga didukung oleh proses osmotik antar molekul protein. Secara normal, lensa manusia terdiri dari sekitar 66% air dan 33% protein dengan korteks lensa memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan bagian nukleusnya (Forrester *et al.*, 2016).

Sistem *pump-leak* pada lensa melibatkan kombinasi transport aktif dan permeabilitas membran untuk mengatur pergerakan kalium ( $K^+$ ) dan molekul lainnya, seperti asam amino, menuju bagian terdalam lensa anterior. Ion-ion seperti natrium ( $Na^+$ ) dan kalium ( $K^+$ ) ditemukan sepanjang anteroposterior lensa. Lensa manusia memiliki kadar kalium tinggi dan natrium rendah, sementara humor akuos dan humor vitreus memiliki komposisi sebaliknya, yaitu kadar kalium rendah dan natrium tinggi (Giannone *et al.*, 2021).

Permeabilitas membran sel lensa memungkinkan keseimbangan ion antara bagian dalam dan luar lensa. Aktivitas pompa natrium-kalium diatur melalui hidrolisis ATP (*adenosine triphosphate*) yang

dilakukan oleh enzim  $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATP-ase}$ , protein membran instrinsik yang bertanggung jawab atas metabolisme ini (Giannone *et al.*, 2021).



**Gambar 3.** Transport Molekul Melalui Permukaan Lensa (Forrester, 2016)

### 2.1.5 Humor Vitreous

Humor vitreous adalah massa gelatin transparan yang mengisi rongga posterior mata dan dikelilingi oleh retina, pars plana, dan lensa. Penyusun utama dari humor vitreus ini adalah air. Humor vitreous memiliki peranan sangat vital dalam menyediakan kebutuhan nutrisi metabolik lensa, mengoordinasikan pertumbuhan mata, dan memberikan dukungan pada retina (Santos *et al.*, 2023).

## 2.2 Fisiologi Penglihatan

Proses melihat dimulai ketika cahaya masuk ke dalam mata dan dipusatkan pada retina. Cahaya yang berasal dari sumber yang jauh akan membentuk bayangan yang sangat kecil saat difokuskan di retina (Hall and Guyton, 2019).

Cahaya yang masuk mata akan mengalami refraksi atau pembelokan saat melewati kornea, humor akuos, lensa, dan humor vitreous. Masing-masing bagian tersebut memiliki kepadatan yang berbeda, sehingga cahaya yang masuk akan difokuskan di retina. Cahaya yang melewati kornea diteruskan ke pupil yang berfungsi untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk mata. Pupil akan melebar/berdilatasi saat intensitas cahaya rendah, seperti di tempat gelap dan mengecil/berkonstriksi saat intensitas cahaya tinggi, seperti di tempat

terang. Pengaturan ukuran pupil ini dibantu oleh iris yang merupakan cincin otot berpigmen. Cahaya akan mencapai lensa setelah melewati pupil dan iris (Hall and Guyton, 2019).

Lensa akan memipihkan ketebalannya hingga 3,6 mm saat seseorang melihat benda pada jarak lebih dari 6 m (20 *ft*) dan lensa akan menebal hingga 4,5 mm pada pusatnya serta membelokkan cahaya lebih kuat jika seseorang melihat pada jarak kurang dari 6 m. Adanya perubahan ketebalan lensa ini disebut sebagai akomodasi lensa (Hall and Guyton, 2019).

Saat cahaya tiba di retina, sel-sel kerucut (*cone cell*) yang sensitif terhadap cahaya dan sel-sel batang (*rod cell*) akan meneruskan sinyal cahaya ke saraf optik lalu ke otak. Cahaya yang ditangkap retina akan bersifat terbalik, nyata, dan lebih kecil, tetapi otak tetap mempersepsikan bendanya tegak (Hall and Guyton, 2019).

## **2.3 Katarak**

### **2.3.1 Definisi Katarak**

Katarak adalah kekeruhan pada lensa mata atau kapsulnya, sehingga menghalangi cahaya yang melewati lensa menuju retina (Shiels and Hejtmancik, 2019). Penyakit ini dapat menyebabkan kebutaan dan menyerang siapapun termasuk bayi, orang dewasa, dan orang tua, meskipun lebih sering terjadi pada orang tua. Katarak dapat bersifat bilateral dengan tingkat keparahan yang bervariasi. Pada awalnya, katarak berlangsung bertahap tanpa mengganggu aktivitas sehari-hari, namun seiring waktu, terutama setelah dekade keempat atau kelima, katarak akan matang dan membuat lensa sepenuhnya buram, sehingga dapat mengganggu aktivitas rutin. Katarak merupakan penyebab utama kebutaan di seluruh dunia. Pengobatannya termasuk koreksi dengan kacamata refraktif pada tahap awal dan pembedahan jika katarak cukup matang sehingga mengganggu aktivitas rutin (Kiziltoprak *et al.*, 2019).

### 2.3.2 Faktor Risiko Katarak

#### 1. Usia

Usia didefinisikan sebagai suatu ukuran waktu yang digunakan untuk menghitung lamanya keberadaan makhluk hidup atau benda mati, dimulai dari kelahirannya hingga waktu yang tidak dapat diprediksi (Febryani *et al.*, 2021). Katarak merupakan gangguan penglihatan yang terbentuk akibat proses penuaan. Penuaan berperan dalam penurunan kemampuan regenerasi karena semakin bertambah usia, kemampuan tubuh untuk memperbaiki sel-sel akan berkurang (Milasari, 2022). Seluruh anggota tubuh manusia akan mengalami penurunan fungsi, termasuk mata yang akan mengalami perubahan pada lensa. Lensa mata akan mengalami kekeruhan dan jika dibiarkan dapat menyebabkan gangguan penglihatan (Apriani and Asih, 2021).

Pada individu yang berusia di bawah 40 tahun, lensa mata umumnya jernih. Namun, seiring bertambahnya usia, lensa mulai mengalami kekeruhan akibat kerusakan protein dan sel-sel lensa. Perubahan ini juga melibatkan pertumbuhan serat-serat lensa menjadi lebih banyak, membentuk nukleus yang padat dan mengalami dehidrasi, sehingga terjadi sklerosis. Proses ini biasanya mulai terlihat jelas setelah usia 40 tahun dan akan meningkat dua kali lipat pada usia 65 tahun (Rada *et al.*, 2019).

#### 2. Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan faktor biologis yang digunakan untuk membedakan laki-laki dan perempuan. Laki-laki menghasilkan sperma dan perempuan menghasilkan sel telur, hamil, menyusui, dan menstruasi (Handayani and Winarti, 2021).

Pada laki-laki usia lanjut, sering kali terjadi defisiensi testosteron yang dikaitkan dengan penurunan fungsi seksual, libido, mobilitas, dan energi, sehingga nantinya akan mempengaruhi kualitas hidup dan proses penuaan (Barone *et al.*, 2022). Di sisi lain, perempuan akan

mengalami *menopause* pada kisaran usia 40 tahun yang dapat menyebabkan penurunan metabolisme dan kerusakan jaringan tubuh (Rada *et al.*, 2019). Hormon estrogen berperan penting dalam melindungi lensa mata dari risiko kataraktogenesis, namun penurunan estrogen yang cepat *pascamenopause* membuat perempuan lebih rentan terkena katarak dibandingkan laki-laki (Izzuddin *et al.*, 2022). Selain itu, perempuan juga memiliki angka harapan hidup lebih tinggi dibandingkan laki-laki, sehingga mereka hidup lebih lama dan berisiko lebih besar mengalami katarak di usia lanjut. Penurunan hormon estrogen yang terjadi seiring bertambahnya usia turut meningkatkan risiko katarak pada perempuan (Fernanda and Hayati, 2020).

### 3. Pendidikan

Tingkat pendidikan adalah suatu tahap dalam pendidikan berkelanjutan yang ditetapkan berdasarkan tingkat perkembangan para peserta didik serta keluasan dan kedalaman pengajaran (Junita and Mukmin, 2022). Kategori tingkat pendidikan dibagi menjadi dua, yaitu tingkat pendidikan rendah jika pendidikan terakhirnya antara SD-SMP dan tingkat pendidikan tinggi apabila pendidikan terakhirnya adalah SMA-perguruan tinggi (Khanif and Mahmudiono, 2023).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa masyarakat dengan pendidikan rendah memiliki risiko lebih tinggi terkena katarak dibandingkan yang berpendidikan tinggi. Pada masyarakat yang berpendidikan rendah, biasanya mereka tidak memiliki pemahaman dan kesadaran mengenai penyakit, termasuk katarak. Selain itu, rendahnya tingkat pendidikan dapat mempengaruhi kemampuan masyarakat dalam memahami informasi kesehatan, sehingga menyebabkan terbatasnya pengetahuan mengenai berbagai penyakit (Sudrajat *et al.*, 2021).

#### 4. Sinar Ultraviolet

Salah satu sumber radikal bebas yang dapat menyebabkan katarak adalah sinar ultraviolet yang ditemukan dalam sinar matahari. Permukaan mata memiliki kepekaan yang tinggi terhadap sinar ultraviolet. Perkembangan katarak akan lebih cepat terjadi pada seseorang dengan riwayat paparan sinar matahari yang lama (Virgo, 2020).

#### 5. Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan suatu penyakit yang dapat menyebabkan banyak komplikasi, salah satunya adalah katarak. Tingginya kadar glukosa pada humor akuos akan mempengaruhi kejernihan lensa. Glukosa dari humor akuos akan masuk ke dalam lensa dengan proses difusi. Enzim aldose reduktase akan mengubah glukosa menjadi sorbitol. Jika aktivitas enzim aldose reduktase meningkat, lebih banyak glukosa yang diubah menjadi sorbitol, sehingga akan ada perubahan osmotik. Akibatnya, serabut lensa membengkak dan mengalami degenerasi dan pada akhirnya dapat memicu pembentukan katarak (Indawaty *et al.*, 2020).

### 2.3.3 Klasifikasi Katarak

#### 1. Klasifikasi katarak berdasarkan usia:

##### 1) Katarak Kongenital

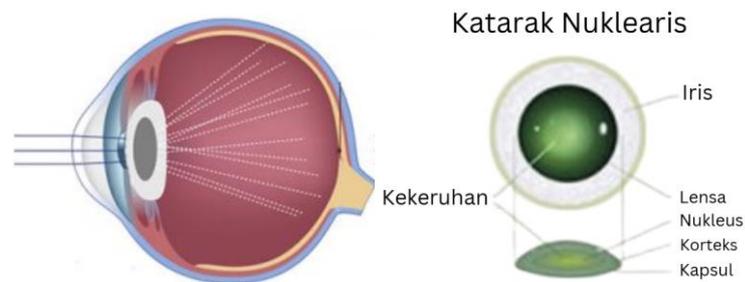
Katarak kongenital adalah jenis katarak yang muncul sejak lahir atau dalam tahun pertama kehidupan bayi. Sekitar sepertiga kasus ini disebabkan oleh faktor genetik, sepertiga lainnya terkait dengan gangguan sistemik, sementara sisanya tidak memiliki penyebab yang jelas (idiopatik). Selain itu, hampir separuh dari kasus katarak kongenital dapat disertai dengan kelainan mata lain, seperti *primary hyperplastic posterior vitreous* (PHPV), aniridia, mikroftalmos, buftalmos, dan koloboma (Astari, 2018).

## 2) Katarak Senilis

Katarak senilis merupakan katarak yang timbul akibat kekeruhan pada lensa, penebalan lensa, dan penurunan daya akomodasi lensa seiring bertambahnya usia seseorang. Hampir 90% dari jenis katarak merupakan katarak senilis (Sidarta and Yulianti, 2022). Berdasarkan lokasi kekeruhannya, katarak senilis dibagi menjadi:

### a. Katarak Nuklearis

Katarak nuklearis ditandai dengan kekeruhan lensa yang terletak di bagian tengah dan warna lensa akan berubah menjadi kuning atau coklat secara progresif dan perlahan sehingga menyebabkan penurunan tajam penglihatan. Secara khas katarak nuklearis dapat mengganggu penglihatan jarak jauh dibandingkan penglihatan jarak dekat. Alat yang digunakan untuk menilai derajat kekeruhan lensa bernama *slit lamp* (Cantor *et al.*, 2018).



**Gambar 4.** Skema Katarak Nuklearis (Astari, 2018)

Para penderita katarak nuklearis mengeluhkan bahwa mereka sulit untuk membedakan corak warna, hal ini terjadi karena adanya perubahan warna pada lensa (Cantor *et al.*, 2018). Secara klinis, katarak nuklearis akan terlihat berwarna kecoklatan (katarak *brunescent*), hitam (katarak *nigra*), dan merah (katarak *rubra*). Perubahan warna yang terjadi pada

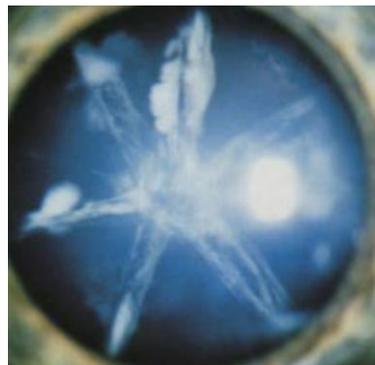
katarak jenis ini disebabkan karena adanya deposit pigmen (Jogi, 2023).



**Gambar 5.** (A) Katarak *Brunescens*, (B) Katarak *Nigra*, (C) Katarak *Rubra* (Khurana *et al.*, 2015)

b. Katarak Kortikal

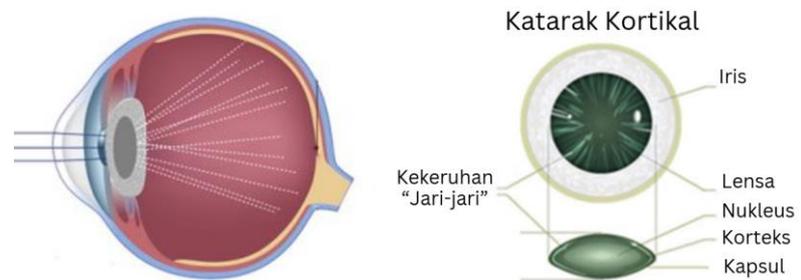
Katarak kortikal adalah jenis katarak dengan kekeruhan yang terletak pada bagian korteks lensa. Hal ini terjadi akibat dari proses oksidasi dan pengendapan protein pada sel-sel serat lensa. Jenis katarak ini biasanya muncul secara bilateral dan asimetris. Gejala yang ditimbulkan dari katarak kortikal meliputi fotofobia dari sumber cahaya fokal yang terus-menerus dan diplopia monokular (Vaughan and Asbury, 2021).



**Gambar 6.** Katarak Kortikal (Kanski dan Bowling, 2019)

Kecepatan perkembangan penyakit pada katarak kortikal bervariasi. Sebagian kekeruhan pada korteks lensa tetap stabil dalam jangka waktu yang panjang, sedangkan sebagian lainnya mengalami perkembangan yang cepat. Pemeriksaan

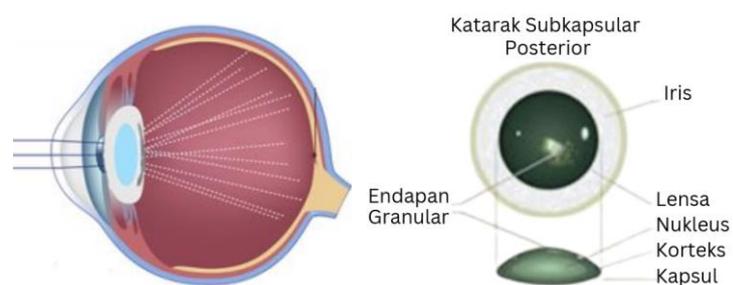
menggunakan *slit lamp* dapat mendeteksi degenerasi epitel posterior, membuat lensa tampak memanjang ke arah anterior dengan pola seperti jari-jari (Cantor *et al.*, 2018).



**Gambar 7.** Skema Katarak Kortikal (Astari, 2018)

c. Katarak Subkapsuler

Katarak subkapsuler dapat berkembang di area subkapsuler anterior maupun posterior. Pemeriksaan menggunakan *slit lamp* sering menunjukkan adanya kekeruhan menyerupai plak pada korteks subkapsular posterior. Gejala yang dialami pasien meliputi sensitivitas terhadap cahaya (silau), penurunan tajam penglihatan di lingkungan terang, serta gangguan penglihatan dekat yang lebih signifikan dibandingkan dengan penglihatan jauh (Cantor *et al.*, 2018).



**Gambar 8.** Skema Katarak Subkapsuler (Astari, 2018)

Katarak jenis ini cenderung lebih sering terjadi pada individu yang lebih muda dibandingkan penderita katarak nuklear atau kortikal. Katarak subkapsuler juga sering dikaitkan dengan kondisi tertentu, seperti miopia derajat tinggi, diabetes melitus,

trauma, penggunaan kortikosteroid sistemik atau topikal, peradangan, serta paparan radiasi ion (Vaughan and Asbury, 2021; Sidarta and Yulianti, 2022).



**Gambar 9.** Katarak Subkapsuler (Kanski dan Bowling, 2019)

## 2. Klasifikasi katarak berdasarkan maturitas

### 1) Imatur

Kekeruhan pada katarak imatur belum mengenai seluruh bagian lensa. Volume lensa akan meningkat akibat dari tekanan osmotik bahan degeneratif lensa juga meningkat. Lensa yang membesar akan menyebabkan hambatan pupil sehingga bisa mengakibatkan terjadinya glaukoma sekunder (Kanski and Bowling, 2019).



**Gambar 10.** Katarak Imatur (Andres, 2024)

### 2) Matur

Katarak matur adalah kondisi katarak yang ditandai dengan kekeruhan yang telah mencakup seluruh bagian lensa. Apabila katarak imatur tidak segera ditangani, cairan di dalam lensa dapat keluar, menyebabkan lensa kembali ke ukuran normal.

Kekeruhan yang berlanjut pada tahap ini sering kali diikuti oleh proses kalsifikasi. Pada kondisi ini, bilik mata depan kembali mencapai kedalaman normal, dan *shadow test* menunjukkan hasil negatif, ditandai dengan tidak adanya bayangan iris (Kanski and Bowling, 2019).



**Gambar 11.** Katarak Matur (Khurana *et al.*, 2015)

### 3) Hiper matur

Katarak hiper matur adalah katarak yang telah mengalami degenerasi lanjut, menjadi keras, lunak, atau mencair. Massa lensa yang berdegenerasi keluar dari kapsul menyebabkan lensa menjadi kecil, kuning, dan kering (Kanski and Bowling, 2019).



**Gambar 12.** Katarak Hiper matur (Guan *et al.*, 2022)

## 2.3.4 Patofisiologi Katarak

Katarak dapat terjadi karena faktor degeneratif, toksin, genetik, penggunaan obat-obatan (kortikosteroid), dan penyakit sistemik (diabetes melitus). Pada proses degeneratif, produksi serat lensa secara

terus menerus menyebabkan lensa semakin tebal, berat, dan menekan nukleus lensa. Agregasi protein lensa pada keadaan degeneratif juga menyebabkan terbentuknya warna kuning-kecoklatan pada lensa yang menimbulkan kekeruhan serta perubahan indeks refraksi lensa (Vaughan and Asbury, 2021).

Pada pasien diabetes, kadar glukosa yang berdifusi dari cairan humor akuos ke lensa diubah menjadi sorbitol yang menyerap air sehingga terjadi hiperhidrasi yang dapat menimbulkan kekeruhan lensa (Vaughan and Asbury, 2021).

### **2.3.5 Tatalaksana Katarak**

Saat ini, metode yang paling efektif untuk menangani katarak adalah melalui prosedur bedah. Meski beberapa penelitian mengindikasikan bahwa suplementasi vitamin C dan E dapat memperlambat perkembangan katarak, pendekatan ini belum terbukti efektif dalam mengatasi kondisi tersebut sepenuhnya. Tujuan utama dari operasi katarak adalah untuk mengoptimalkan fungsi penglihatan pasien. Keputusan untuk melakukan tindakan beda tidak semata-mata didasarkan pada tingkat penurunan ketajaman penglihatan, melainkan pada sejauh mana gangguan penglihatan tersebut memengaruhi aktivitas dan kualitas hidup pasien (Suhardjo and Agni, 2017).

## **2.4 Teknik Operasi Katarak**

### **2.4.1 Ekstraksi Katarak Ekstrakapsular (EKEK)**

Ekstraksi katarak ekstrakapsuler (EKEK) adalah prosedur bedah untuk mengangkat isi lensadengan membuat robekan pada kapsul anterior lensa, memungkinkan seluruh bagian lensa dikeluarkan melalui insisi yang telah dibuat. Setelah itu, lensa buatan atau *intraocular lens* (IOL) dipasang di bilik mata belakang. Proses pengangkatan nukleus lensa dilakukan melalui insisi sepanjang 9-10 mm, sehingga memerlukan penjahitan (Cantor *et al.*, 2018).

Teknik ini menawarkan berbagai keunggulan, termasuk ukuran irisan yang lebih kecil, sehingga luka lebih stabil dan aman, risiko astigmatisme pascaoperasi yang lebih rendah, serta waktu penyembuhan yang lebih cepat. Keadaan kapsul posterior yang tetap utuh, EKEK juga mengurangi risiko komplikasi seperti *cystoid macular edema* (CME), ablasio retina, dan edema kornea (Cantor *et al.*, 2018).

Teknik operasi ini dibagi menjadi tiga, antara lain:

1. Ekstraksi katarak ekstrakapsular tradisional

Ekstraksi katarak ekstrakapsular tradisional merupakan suatu prosedur bedah katarak yang dilakukan dengan cara mengangkat lensa penderitanya. Prosedur ini dimulai dengan membuat insisi besar pada kornea atau sklera (biasanya sekitar 10-12 mm) untuk memberikan akses ke lensa mata. Setelah dilakukan insisi, kapsul anterior lensa dibuka dan lensa yang mengeras dikeluarkan secara utuh. Setelah inti lensa diangkat, korteks lensa akan disedot. Kemudian, lensa buatan (*intraocular lens* atau IOL) dimasukkan ke dalam kantung kapsul yang masih ada, menggantikan lensa alami yang sudah diangkat. Setelah itu, dilakukan penjahitan pada bagian kornea atau sklera yang telah diinsisi di awal (Yanoff and Duker, 2018).

2. *Manual Small Incision Cataract Surgery* (MSICS)

*Manual small incision cataract surgery* merupakan teknik bedah katarak yang dilakukan dengan pengangkatan lensa mata dengan insisi yang lebih kecil dibandingkan dengan metode tradisional seperti ekstraksi katarak ekstrakapsular tradisional. Teknik ini sering kali dilakukan di negara-negara berkembang karena efektif, relatif sederhana, dan tidak memerlukan teknologi canggih (Yanoff and Duker, 2018).

Prosedur MSICS dilakukan dengan membuat insisi pada limbus kornea atau sklera berukuran 6-7 mm. Kemudian dibentuk terowongan di sklerokornea untuk mengakses kapsul lensa. Hal ini

memungkinkan pengangkatan lensa dengan risiko minimal terhadap struktur mata lainnya dan menjaga integritas bola mata. Setelah itu kapsul anterior lensa dibuka untuk mengambil lensa yang mengalami katarak. Setelah itu lensa buatan atau *intraocular lens* (IOL) dimasukkan ke dalam kantung kapsul yang tersisa. Insisi yang dibuat selama prosedur akan ditutup dengan teknik *self-sealing*, sehingga tidak memerlukan jahitan dan mempercepat pemulihan (Jogi, 2023).

### 3. Fakoemulsifikasi

Pada tahun 1967, seorang dokter mata Amerika, Charles Kelman, merevolusi operasi katarak ketika ia memperkenalkan fakoemulsifikasi. Fakoemulsifikasi dilakukan dengan cara mengeluarkan lensa menggunakan alat ultrasonik pada insisi kecil di kornea (3-4 mm) sehingga tidak perlu dilakukan penjahitan lagi setelahnya. Pada awalnya teknik ini sering kali menemui penolakan, tetapi prosedur ini sekarang dianggap sebagai metode operasi katarak yang paling aman dan paling disukai di negara-negara maju. Sayatan yang lebih kecil menghasilkan ruang anterior yang lebih stabil selama operasi, waktu pemulihan lebih singkat, dan astigmatisme yang disebabkan oleh pembedahan lebih sedikit (Davis, 2016).

#### **2.4.2 Ekstraksi Katarak Intrakapsular (EKIK)**

Prosedur EKIK melibatkan seluruh lensa, termasuk kapsul lensa dikeluarkan melalui sayatan yang besar. Mematahkan serat zonula yang menahan lensa ke mata merupakan bagian penting dari prosedur ini. Pada tahun 1957, Joaquin Barraquer, seorang ahli bedah pertama yang menggunakan enzim alfa-kimotripsin untuk melarutkan zonula lensa. Krioekstraksi juga terbukti menjadi metode yang berhasil untuk EKIK. Pada krioekstraksi, probe beku dipasang pada katarak yang melekat pada probe dan katarak dikeluarkan secara hati-hati dari mata (Davis, 2016).

## 2.5 Diabetes Melitus

### 2.5.1 Definisi Diabetes Melitus

Diabetes melitus (DM) adalah gangguan metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa dalam darah, dikenal sebagai hiperglikemia. Kondisi ini disebabkan oleh defisiensi insulin, resistensi insulin, atau kombinasi keduanya. Kerusakan pada sel  $\beta$  pankreas, yang berperan dalam produksi insulin, mengakibatkan penurunan jumlah insulin dalam tubuh. Selain itu, DM juga dapat disebabkan oleh resistensi insulin, yaitu penurunan kemampuan insulin dalam merangsang pemanfaatan glukosa, atau berkurangnya respons sel target seperti otot, jaringan adiposa, dan hati terhadap kadar insulin fisiologis (Hardianto, 2021).

### 2.5.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

Adapun klasifikasi diabetes melitus adalah sebagai berikut:

1. Diabetes melitus tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 terjadi akibat kerusakan autoimun yang dimediasi seluler pada sel  $\beta$  pankreas yang biasanya menyebabkan defisiensi insulin absolut. Bentuk diabetes ini hanya mencakup 5-10% dari penderita diabetes. Penanda kerusakan sel  $\beta$  akibat imun meliputi autoantibodi sel islet, autoantibodi terhadap insulin, autoantibodi terhadap tirosin fosfatase IA-2 dan IA-2 $\beta$  (Genuth *et al.*, 2015).

2. Diabetes melitus tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 mencakup 90-95% dari seluruh kasus diabetes, dengan mayoritas penderitanya mengalami obesitas. Kondisi ini sering kali tidak terdeteksi selama bertahun-tahun karena hiperglikemia berkembang secara perlahan dan pada tahap awal tidak menunjukkan gejala klasik yang cukup signifikan untuk disadari oleh pasien. Meskipun demikian, individu dengan diabetes melitus tipe 2 tetap memiliki risiko yang lebih tinggi terhadap komplikasi makrovaskular dan mikrovaskular (Genuth *et al.*, 2015).

### 3. Diabetes gestasional

Diabetes melitus gestasional (DMG) adalah kondisi intoleransi glukosa yang terjadi selama kehamilan pada wanita yang sebelumnya tidak memiliki diagnosis diabetes melitus. Kondisi ini menyebabkan peningkatan kadar gula darah selama masa kehamilan dan menjadi salah satu komplikasi kehamilan yang sering dijumpai. DMG biasanya baru terdeteksi setelah usia kehamilan mencapai lebih dari 20 minggu. Diagnosis DMG dilakukan menggunakan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO), yang dianggap sebagai metode standar emas. Selain itu, evaluasi faktor risiko seperti usia ibu, riwayat keluarga dengan diabetes melitus, dan indeks massa tubuh (IMT) juga penting dalam penilaian risiko (Adli, 2021).

### 4. Diabetes tipe lainnya

Diabetes tipe lainnya meliputi kasus hiperglikemia yang muncul pada usia muda, biasanya sebelum 25 tahun. Salah satu jenisnya adalah *Maturity Onset Diabetes of the Young* (MODY), yang ditandai dengan gangguan sekresi insulin tanpa adanya kerusakan signifikan pada kerja insulin (Genuth *et al.*, 2015).

## 2.5.3 Patofisiologi Diabetes Melitus

### 1. Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 (DMT1) terjadi akibat kerusakan autoimun pada sel  $\beta$  pankreas, yang bertanggung jawab memproduksi insulin. Kerusakan ini melibatkan aktivasi sel T (CD4+ dan CD8+) serta makrofag di pankreas (Janež *et al.*, 2020). Karakteristik utama DMT1 meliputi infiltrasi imun ke pankreas, kehadiran autoantibodi terhadap sel pankreas, gangguan imunoregulasi yang dimediasi sel T, serta respon terhadap imunoterapi. Penyakit autoimun lain yang menyerang organ spesifik sering ditemukan pada penderita DMT1 (Baynest, 2015).

Tingkat kerusakan sel  $\beta$  pankreas bervariasi antar individu. Diabetes melitus tipe 1 umumnya terjadi pada anak-anak, meskipun dapat pula dialami oleh orang dewasa. Anak-anak dan remaja yang menderita diabetes melitus tipe 1 sering menunjukkan gejala ketoasidosis, sementara orang dewasa bisa tetap mempertahankan fungsi sel  $\beta$  pankreas yang cukup untuk mencegah ketoasidosis selama bertahun-tahun (WHO, 2019).

Sekitar 85% pasien DMT1 memiliki antibodi terhadap sel islet pankreas yang bersirkulasi, dan mayoritas memiliki antibodi anti-insulin yang dapat terdeteksi sebelum mereka menerima terapi insulin (Baynest, 2015). Karakteristik lain dari DMT1 adalah adanya abnormalitas pada sel  $\alpha$  pankreas serta sekresi glukagon yang berlebihan. Biasanya, hiperglikemia akan mengurangi sekresi glukagon, namun pada penderita DMT1, sekresi glukagon tidak tertekan oleh hiperglikemia. Peningkatan kadar glukagon ini akan memperburuk gangguan metabolik yang disebabkan oleh defisiensi insulin (Hardianto, 2021).

## 2. Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 dapat disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu kerusakan sel  $\beta$  pankreas yang mengganggu sekresi insulin (disebabkan oleh virus, zat kimia, dan obat-obatan) dan gangguan pada jaringan tubuh yang tidak merespons insulin secara optimal (Hardianto, 2021). Pelepasan dan fungsi insulin memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan kadar glukosa darah, sehingga mekanisme yang mengatur sintesis, pelepasan, dan pendeteksian insulin dikendalikan dengan ketat oleh tubuh. Ketidakseimbangan metabolisme dapat muncul jika terjadi gangguan pada salah satu mekanisme ini sehingga dapat memicu perkembangan penyakit (Galicía *et al.*, 2020).

Menurut Fatimah (2015), terdapat dua faktor yang berperan dalam patofisiologi DM tipe 2, antara lain:

a) Resistensi Insulin

Resistensi insulin adalah kondisi efektivitas insulin dalam mengatur glukosa darah yang mengalami penurunan. Hal ini terjadi akibat penurunan sensitivitas jaringan terhadap insulin sehingga menyebabkan sel  $\beta$  pankreas memproduksi insulin secara terus-menerus (WHO, 2019). Ketidakmampuan insulin untuk berfungsi dengan baik menyebabkan pankreas terus-menerus dipacu bekerja untuk menghasilkan lebih banyak insulin sehingga mengakibatkan kondisi hiperglikemia kronik (Decroli, 2019).

b) Disfungsi sel  $\beta$  pankreas

Pada kondisi normal, apoptosis sel  $\beta$  terjadi sekitar 0,5%, seimbang dengan replikasi dan neogenesis sel  $\beta$  baru. Namun, seiring dengan bertambahnya usia, jumlah sel  $\beta$  menurun karena apoptosis yang lebih cepat daripada replikasinya. Hal ini yang menjelaskan mengapa orang yang lebih tua menjadi rentan mengidap DM tipe 2 dibandingkan usia muda. Pada DM tipe 2, sel  $\beta$  pankreas yang terpapar kadar glukosa tinggi menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) yang berlebihan, sehingga dapat merusak sel  $\beta$  secara bertahap. Hiperglikemia kronis juga dapat mengurangi sintesis dan sekresi insulin serta menyebabkan kerusakan sel  $\beta$  (Decroli, 2019).

### 3. Patofisiologi Katarak Diabetes

Pasien yang menderita diabetes melitus, hiperglikemia kronis menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah yang berlangsung lama. Glukosa yang berlebihan ini masuk ke dalam lensa mata melalui proses difusi. Dalam lensa, glukosa diubah menjadi sorbitol oleh enzim aldosa reduktasi melalui jalur sorbitol. Namun, sorbitol tidak dapat dengan mudah berdifusi keluar sel, sehingga terakumulasi dalam lensa. Penumpukan sorbitol ini meningkatkan osmolalitas

lensa, sehingga air masuk ke dalam lensa untuk mengimbangi perubahan tersebut dan menyebabkan pembengkakan lensa (Mrugacz *et al.*, 2023)

Akumulasi sorbitol dan hiperglikemia juga dapat menyebabkan peningkatan produksi radikal bebas yang mengakibatkan stres oksidatif. Stres oksidatif ini merusak protein dan lipid yang terdapat dalam lensa. Selain itu, glukosa bereaksi dengan protein dalam lensa membentuk produk akhir glikasi lanjutan (AGEs). AGEs ini menyebabkan kerusakan protein dan struktur lensa, meningkatkan agregasi protein, dan mengurangi kelarutan protein (Mrugacz *et al.*, 2023).

Kombinasi dari akumulasi sorbitol, stres oksidatif, dan pembentukan AGEs menyebabkan denaturasi protein dalam lensa sehingga akan membentuk katarak. Opasitas yang terbentuk dalam lensa menyebabkan penurunan transparansi lensa dan penurunan tajam penglihatan (Mrugacz *et al.*, 2023).

#### **2.5.4 Diagnosis Diabetes Melitus**

Untuk mendiagnosis diabetes melitus terdapat empat jenis tes diagnosis yang direkomendasikan saat ini, antara lain pengukuran glukosa plasma puasa, glukosa plasma 2 jam setelah TTGO 75 g, HbA1c, dan glukosa darah acak dengan adanya tanda dan gejala klasik diabetes berupa poliuria (banyak buang air kecil), polidipsi (banyak minum dan sering merasa haus), polifagia (banyak makan), dan penurunan berat badan yang tidak diketahui penyebabnya. Orang yang memiliki nilai glukosa plasma puasa  $\geq 7,0$  mmol/L (126 mg/dL), glukosa plasma pasca beban 2 jam  $\geq 11,1$  mmol/L (200 mg/dL), HbA1c  $\geq 6,5\%$  (48 mmol/mol), atau glukosa darah acak  $\geq 11,1$  mmol/L (200 mg/dL) dengan adanya tanda dan gejala klasik yang dianggap menderita diabetes. Jika seseorang yang asimtomatik atau tidak bergejala tetapi memiliki nilai tes yang

meningkat, disarankan untuk melakukan tes diabetes ulang (Widiasari *et al.*, 2021).

## **2.6 Hubungan Diabetes Melitus dengan Katarak**

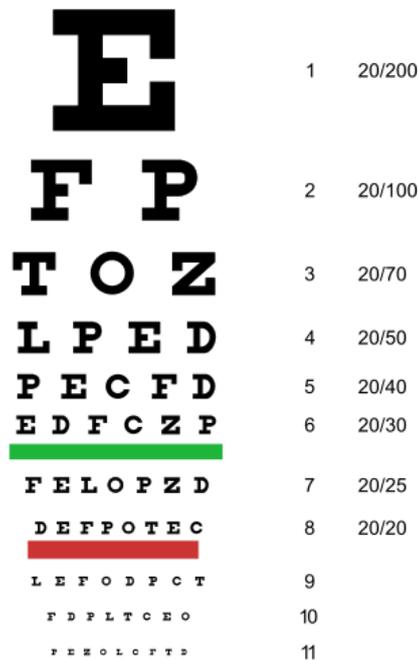
Gangguan penglihatan yang sering terjadi pada pasien diabetes adalah katarak. Biasanya, katarak akan diderita pada pasien dengan onset DM yang lebih tua, akan tetapi tidak menutup kemungkinan pasien dengan onset DM yang muda tidak terkena katarak. Prevalensi katarak meningkat dua kali lipat pada pasien DM yang berusia lebih dari 65 tahun dan meningkat tiga sampai empat kali pada pasien DM di bawah 65 tahun. Kontrol metabolik yang jelek dan durasi DM yang lama akan meningkatkan risiko terkena katarak pada pasien DM. Risiko terkena katarak juga dapat meningkat sejak kondisi prediabetes seperti gula darah puasa yang terganggu. Hal ini terjadi karena seiring dengan peningkatan glukosa darah, glukosa di humor aquos pun ikut meningkat (Norsela *et al.*, 2023).

## **2.7 Tajam Penglihatan**

### **2.7.1 Pemeriksaan Tajam Penglihatan**

Salah satu komponen dari fungsi penglihatan adalah tajam penglihatan. Tajam penglihatan sentral diukur dengan alat bernama *snellen chart* yang terdiri dari beberapa baris huruf yang makin ke bawah makin kecil ukurannya. Setiap baris *snellen chart* berisi angka yang menunjukkan jarak mata normal dapat melihat semua huruf pada baris tersebut (Husna, 2023).

Tajam penglihatan diukur pada jarak 20 kaki atau 6 meter. Tiap mata akan dites secara bergantian. Tajam penglihatan biasanya dinyatakan dalam bentuk pecahan. Pembilang menyatakan jarak antara orang yang diperiksa dengan kartu optotip *snellen chart* dan penyebut merupakan jarak huruf tersebut seharusnya dapat dibaca (Husna, 2023).



**Gambar 13.** Snellen Chart (Mukherjee, 2015)

Jika pasien tidak dapat melihat atau menyebutkan huruf pada baris pertama *snellen chart* penguji melanjutkan pemeriksaannya menggunakan hitung jari. Apabila pasien dapat melihat hitungan jari dari jarak 60 meter, hal ini menyatakan bahwa mata pasien normal. Selanjutnya, apabila pasien gagal dalam pemeriksaan ini, pemeriksa dapat melanjutkan pemeriksaan dengan uji lambaian tangan. Gerakan tangan dapat dilihat mata normal dari jarak 300 meter. Apabila pasien hanya dapat membedakan persepsi gelap-terang, tajam penglihatan pasien adalah 1/~. Sedangkan bila pasien sama sekali tidak dapat mempersepsikan cahaya, maka pasien dapat dikatakan sebagai buta total (*visus nol*) (Husna, 2023).

**Tabel 1.** Kriteria Tajam Penglihatan

Kriteria	Tajam Penglihatan	
	Meter	LogMAR
Tajam penglihatan baik	6/6 – 6/18	0,00 – 0,48
Tajam penglihatan sedang	<6/18 – 6/60	>0,48 – 1,00
Tajam penglihatan buruk	<6/60	>1,00

(WHO, 2023)

Menurut WHO (2023), terdapat tiga kriteria pada tajam penglihatan, yaitu tajam penglihatan baik dengan nilai 6/6-6/18 dalam meter dan 0,00-0,48 dalam LogMAR, tajam penglihatan sedang dengan nilai <6/18-6/60 dalam meter dan >0,48-1,00 dalam LogMAR, serta tajam penglihatan buruk dengan nilai <6/60 dalam meter dan >1,00 dalam LogMAR.

### 2.7.2 Tajam Penglihatan Pascaoperasi Katarak

Setelah operasi katarak dilakukan pasien akan dilakukan fungsi penglihatan kembali dan dievaluasi dengan pemeriksaan tajam penglihatan terkoreksi terbaik, tonometri, oftalmoskopi indirek, biomikroskop *slit lamp*, kejernihan kornea, pemeriksaan jumlah kekeruhan lensa dengan dilatasi pupil, dan *B-scan ultrasonography* (Putri *et al.*, 2024).

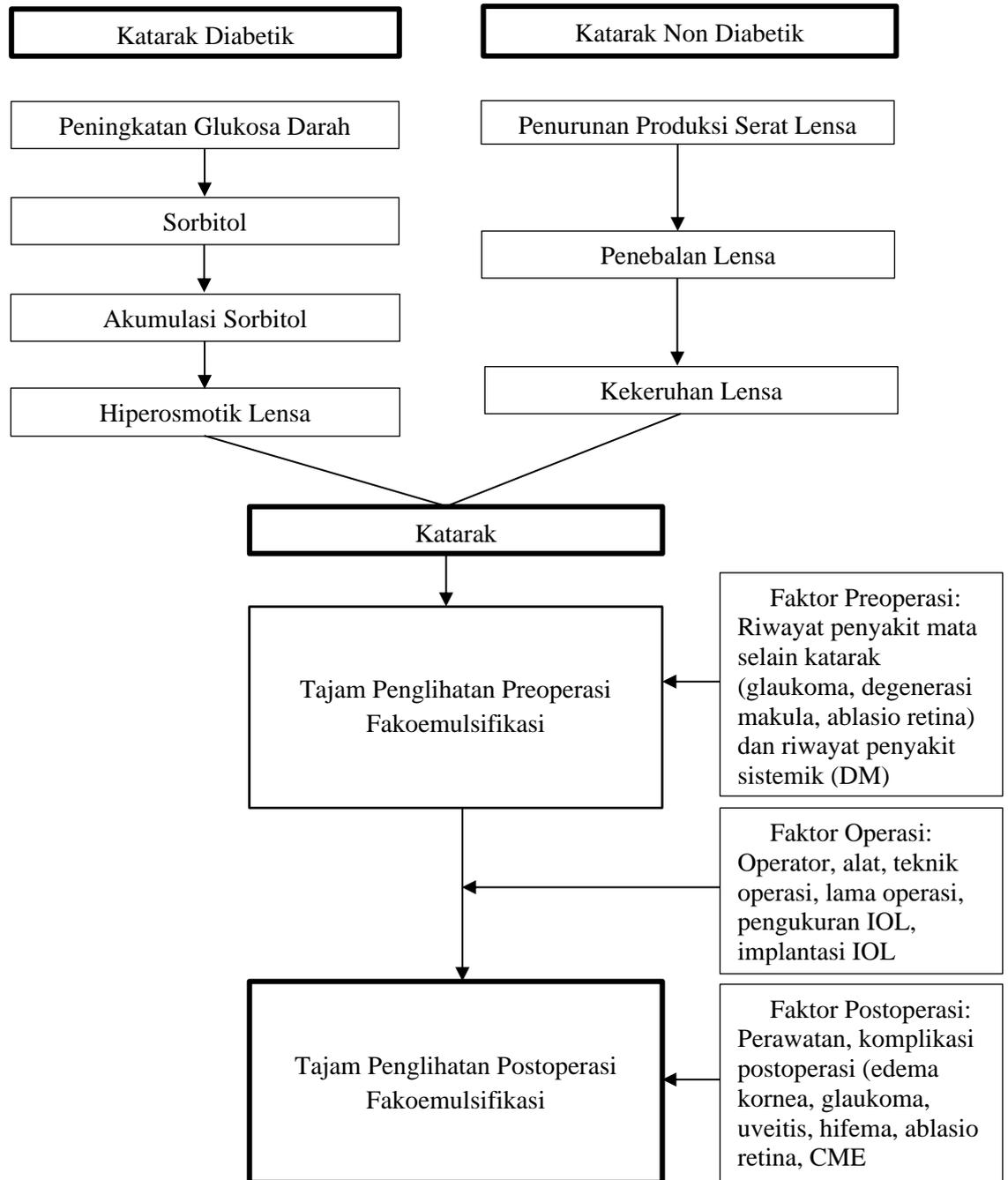
Ketajaman penglihatan pasien pascaoperasi dapat dipengaruhi beberapa faktor, yaitu:

1. Faktor preoperasi
  - a. Riwayat penyakit mata selain katarak, seperti glaukoma, degenerasi makula, dan ablasio retina
  - b. Riwayat penyakit sistemik, seperti DM
2. Faktor operasi
  - a. Operator
  - b. Alat
  - c. Teknik operasi
  - d. Lama operasi
  - e. Pengukuran IOL

- f. Implantasi IOL
3. Faktor postoperasi
- a. Perawatan
  - b. Komplikasi postoperasi: edema kornea, glaukoma, uveitis, hifema, infeksi mata bagian luar, endoftalmitis, ablasio retina, dan *cystoid macular edema* (CME) (Putri *et al.*, 2024).

Komplikasi postoperasi katarak yang diderita pasien dengan DM lebih banyak dibandingkan dengan pasien tanpa DM. Hal ini terjadi karena inflamasi postoperasi yang lebih hebat dan tajam penglihatan yang buruk. Adanya komplikasi postoperasi ini dapat menyebabkan *visual outcome* pasien DM lebih buruk daripada pasien tanpa DM (Putri *et al.*, 2024).

## 2.8 Kerangka Teori



**Gambar 14.** Kerangka Teori

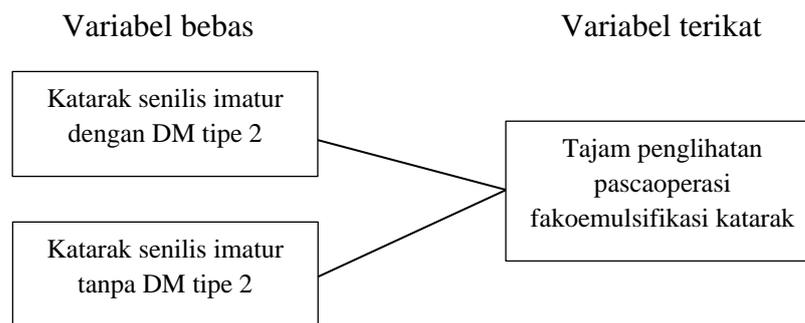
Sumber: (Mrugacz *et al.*, 2023)

Keterangan:

: Variabel diteliti

: Variabel tidak diteliti

## 2.9 Kerangka Konsep



**Gambar 15.** Kerangka konsep

## 2.10 Hipotesis Penelitian

- Ho: Tidak terdapat perbedaan tajam penglihatan preoperasi dan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.
- Ha: Terdapat perbedaan tajam penglihatan preoperasi dan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.
- Ho: Tidak terdapat perbedaan tajam penglihatan preoperasi dan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur tanpa diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.
- Ha: Terdapat perbedaan tajam penglihatan preoperasi dan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur tanpa diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.
- Ho: Tidak terdapat perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan riwayat diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.
- Ha: Terdapat perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan riwayat diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes melitus tipe 2 di *Lampung Eye Center*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Data yang digunakan merupakan data sekunder, yaitu rekam medis penderita katarak senilis imatur yang mengidap DM tipe 2 dan tanpa DM tipe 2 yang telah menjalani operasi fakoemulsifikasi di *Lampung Eye Center*.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di *Lampung Eye Center* selama Bulan Oktober-Desember 2024.

#### **3.3 Populasi dan Sampel**

##### **3.3.1 Populasi**

Penderita katarak senilis imatur yang telah menjalani operasi fakoemulsifikasi dari periode Januari-Juni 2024 yang berjumlah 725 orang.

##### **3.3.2 Sampel**

Sampel adalah bagian kecil dari populasi yang diambil menggunakan prosedur tertentu sehingga dapat mewakili populasinya (Sinaga, 2014). Jumlah sampel pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus *slovin* karena jumlah populasi sudah diketahui, yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N (d)^2}$$

$$n = \frac{725}{1 + 725 (0,1)^2}$$

$$n = 87$$

Keterangan:

n : Besar sampel

N : Jumlah populasi yang diketahui

l : Konstanta

d : Presisi

Pada penelitian ini, sampel yang digunakan masing-masing sebanyak 87 pasien katarak senilis imatur dengan DM tipe 2 dan tanpa DM tipe 2 yang telah menjalani fakoemulsifikasi, sehingga total sampel pada penelitian ini berjumlah 174 orang.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel berupa *non-probability sampling*, yaitu *purposive sampling*. Sampel dipilih secara sengaja untuk memastikan bahwa responden yang dipilih memiliki karakteristik yang relevan dengan topik penelitian, sehingga dapat memberikan informasi yang mendalam dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dalam *purposive sampling*, setiap individu dalam populasi tidak memiliki peluang yang sama untuk menjadi sampel karena hanya subjek yang memenuhi kriteria inklusi yang akan dijadikan sampel.

## 3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

### 3.4.1 Kriteria Inklusi

1. Pasien yang terdiagnosis katarak senilis imatur dan telah menjalani operasi fakoemulsifikasi di *Lampung Eye Center*.
2. Pasien datang untuk evaluasi pascaoperasi dan tajam penglihatan stabil diperiksa antara minggu ke-4 sampai minggu ke-8 setelah operasi fakoemulsifikasi.

3. Durante operasi tidak ada komplikasi.
4. Data rekam medik yang lengkap.

#### **3.4.2 Kriteria Eksklusi**

1. Pasien dengan penyakit okular lain, seperti retinopati diabetik, hipertensi retinopati, dan glaukoma.
2. Pasien dengan komplikasi postoperasi seperti edema kornea, glaukoma, uveitis, hifema, infeksi mata bagian luar, endoftalmitis, ablasio retina, dan *cystoid macular edema* (CME).

### **3.5 Variabel Penelitian**

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang dibagi ke dalam dua bagian, yaitu variabel bebas dan terikat.

#### **3.5.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah status diabetes melitus pada pasien katarak senilis imatur. Hal ini terdiri dari dua kelompok:

1. Pasien katarak senilis imatur dengan diabetes melitus
2. Pasien katarak senilis imatur tanpa diabetes melitus

#### **3.5.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi

### 3.6 Definisi Operasional

**Tabel 2.** Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	Pasien katarak senilis imatur dengan DM tipe 2 dan tanpa DM tipe 2	Pasien yang mengalami katarak akibat penuaan disertai diabetes tipe 2 dan tanpa diabetes tipe 2 (Shaifullah <i>et al.</i> , 2024)	Rekam medis	1: DM 2: Tidak DM	Nominal
2.	Tajam penglihatan	Kemampuan dalam melihat suatu objek yang diukur menggunakan <i>snellen chart</i> (Gama, 2019). Tajam penglihatan yang diambil dalam penelitian ini adalah hasil pengukuran pada minggu ke-4 sampai ke-8 pascaoperasi. Data didapat dari catatan medik pasien pascaoperasi katarak dengan fakoemulsifikasi.	Rekam medis	Hasil dijadikan dalam LogMar (tabel konversi terlampir)	Rasio

### 3.7 Metode Pengumpulan Data

#### 3.7.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian ini adalah data rekam medik pasien katarak senilis imatur dengan DM dan tanpa DM yang menjalani operasi fakoemulsifikasi di *Lampung Eye Center* pada Bulan Januari-Juni 2024.

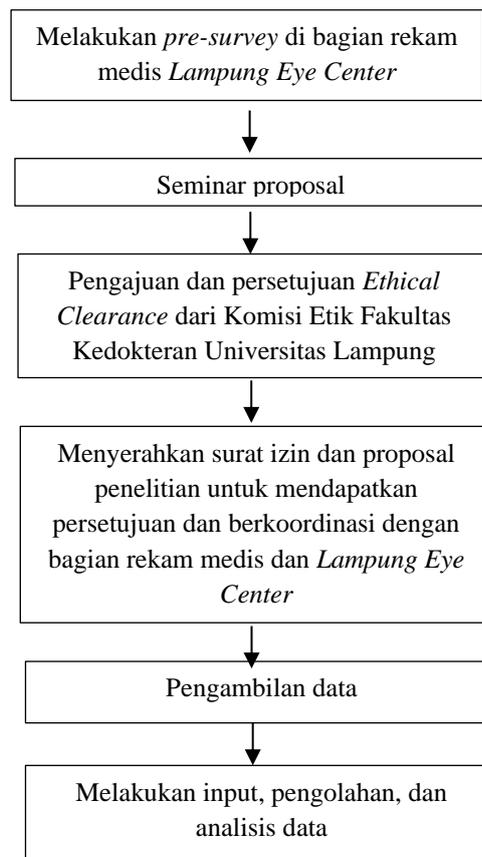
### 3.7.2 Cara Kerja

1. Penelitian dilakukan di *Lampung Eye Center* dengan menggunakan data rekam medik pasien.
2. Data yang dikerjakan adalah data sekunder dengan cara mengutip catatan medik. Data yang diambil antara lain, usia, jenis kelamin, pendidikan, tajam penglihatan preoperasi, dan tajam penglihatan pascaoperasi antara minggu ke-4 sampai minggu ke-8.

### 3.7.3 Pengumpulan Data Tajam Penglihatan

Data pasien yang diperoleh dari rekam medis berupa data tajam penglihatan dalam meter. Untuk menggunakan analisis data menggunakan program komputer, maka data perlu dikonversi terlebih dahulu ke dalam bentuk LogMar dengan menggunakan tabel konversi.

### 3.8 Alur Penelitian



**Gambar 16.** Alur Penelitian

## 3.9 Pengolahan dan Analisis Data

### 3.9.1 Pengolahan Data

a. *Editing*

Memeriksa kelengkapan data yang telah dikumpulkan dan memastikan data tersebut sesuai dengan kebutuhan penelitian.

b. *Coding*

Mengonversi data menjadi angka atau kode untuk memudahkan proses pengelompokan data dalam penelitian. Dalam penelitian ini, kelompok penelitian dibagi menjadi dua, yaitu 1: DM dan 2: tidak DM.

c. *Entry Data*

Memasukkan atau memindahkan data pasien yang sudah dikonversi menjadi angka atau kode ke dalam program komputer.

d. Pemrosesan

Melakukan pengecekan ulang terhadap data yang telah dimasukkan ke dalam program komputer.

e. Tabulasi Data

Menyimpan data yang telah diperiksa untuk dianalisis.

### 3.9.2 Analisis Data

Analisis dan pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pengumpulan data, pengolah data, penyajian data, analisis dan interpretasi data, dan pengambilan kesimpulan. Analisis data yang digunakan adalah analisis secara univariat dan bivariat.

a. Analisis Univariat

Analisis yang digunakan pada skala pengukuran kategorik untuk mengetahui distribusi frekuensi dan persentase dari setiap variabel yang diteliti, baik variabel terikat (usia, jenis kelamin, pendidikan, glukosa darah sewaktu (GDS), tajam penglihatan preoperasi, dan tajam penglihatan pascaoperasi) dan variabel bebas (pasien katarak senilis imatur dengan diabetes melitus tipe 2 dan tanpa diabetes

melitus tipe 2). Analisis ditampilkan dalam bentuk tabel menggunakan jumlah dan persentase.

b. Analisis Bivariat

Hasil uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa  $p < 0.05$  yang memiliki arti bahwa data tidak berdistribusi secara normal. Sehingga analisis bivariat yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *Wilcoxon* untuk mengetahui perbedaan tajam penglihatan preoperasi dan pascaoperasi katarak pada kedua kelompok dan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi kedua kelompok.

### **3.10 Etika Penelitian**

Penelitian Perbedaan Tajam Penglihatan Pascaoperasi Fakoemulsifikasi pada Pasien Katarak Senilis Imatur dengan Riwayat Diabetes Melitus Tipe 2 dan Tanpa Diabetes Melitus Tipe 2 di *Lampung Eye Center* mengikuti pedoman etika dan norma penelitian dibuktikan dengan surat Keterangan Lolos Kaji Etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor surat No. 5106/UN26.18/PP.05.02.00/2024.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan pada nilai tajam penglihatan postoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan DM tipe 2 dan tanpa DM tipe 2.
2. Terdapat perbedaan lebih baik dan signifikan pada nilai tajam penglihatan preoperasi dan postoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur dengan DM tipe 2.
3. Terdapat perbedaan lebih baik dan signifikan pada nilai tajam penglihatan preoperasi dan postoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak senilis imatur tanpa DM tipe 2.

#### **5.2 Saran**

1. Peneliti selanjutnya disarankan untuk meneliti faktor-faktor lain seperti operator, durasi operasi, dan penyakit lain seperti *dry eye syndrome* yang dapat memengaruhi tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi katarak.
2. Penelitian selanjutnya dapat meneliti tajam penglihatan pada *follow up* jangka panjang, sehingga dapat memberikan gambaran lebih lengkap mengenai perubahan dan stabilitas hasil pascaoperasi.
3. Untuk meningkatkan generalisasi hasil, perlu dilakukan penelitian dengan jumlah sampel yang lebih besar dan di beberapa pusat layanan kesehatan, sehingga dapat mewakili populasi yang lebih luas.

4. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas waktu observasi hingga mencakup periode awal pascaoperasi, khususnya minggu ke-1 hingga ke-3. Hal ini penting untuk mengevaluasi dinamika perubahan tajam penglihatan yang mungkin lebih signifikan pada masa-masa awal, sehingga dapat memberikan informasi yang lebih mendalam tentang perbedaan proses pemulihan pada kedua kelompok pasien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adli F. 2021. Diabetes Melitus Gestasional: Diagnosis dan faktor risiko. *Jurnal Medika Utama*. 3(1): 1545–51.
- Alshamrani AZ. 2018. Cataracts pathophysiology and management. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*. 70(1): 151-4.
- American Academy of Ophthalmology. 2023. Cataract surgery: postoperative care and visual acuity assessment.
- American Diabetes Association. 2017. Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*. 40(1):1-135.
- Andres J. 2024. OD pseudofakia, OS katarak senilis imatur, disfungsi kelenjar meibom dan tinjauan literatur. *Jurnal Ners*. 8(1):318–23.
- Ansari MW, Nadeem A. 2016. Transparent structures of the eyeball: cornea, lens, and vitreous. In: *Atlas of Ocular Anatomy*. Springer: Switzerland.
- Apriani M, Asih NP. 2021. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian katarak pada lansia. *Journal of Health Science*. 1(1): 6-13.
- Arikunto. (2020) *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. 18th edn. Jakarta: Rineka Cipta.
- Astari. 2018. Katarak: klasifikasi, tatalaksana, dan komplikasi operasi. *Cermin Dunia Kedokteran*. 45(10). Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Astarini, Masduki. 2017. Visual acuity outcome phacoemulsification in PKU Muhammadiyah Yogyakarta Hospital.
- Azzahra SN, Boy E. 2022. meningkatkan kesadaran dan edukasi bahaya penyakit diabetes melitus di lingkungan 3 sitirejo I. *Jurnal Implementa Husada*. 3(4):189.

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. Angka Harapan Hidup (AAH) Menurut Provinsi dan Jenis Kelamin. Diakses Desember 2024.
- Balaspoulou A, Kokkinos P, Pagoulatos D, Plotas, P, Makri O, Georgakopoulos C, *et al.* 2017. Symposium recent advances and challenges in the management of retinoblastoma Globe-saving treatments. *BMC Ophthalmology*. 17(1):1.
- Baynest HW. 2015. Classification, pathophysiology, diagnosis and management of diabetes mellitus. *Journal of Diabetes & Metabolism*. 6(5).
- Barone B, Luigi N, Marco A, Luigi C, Pasquale R, Francesco P, *et al.* 2022. The Role of Testosterone in the Elderly: What Do We Know? *International Journal of Molecular Sciences*. 23(7): 1–21.
- Cantor L, Rapuano C, Cioffi G. 2018. Basic and clinical courses: lens and cataract. *Biochemistry and Physiology*.
- Chang A, Purt B. 2023. *Biochemistry, tear film*. StatPearls Publishing.
- Davis G. 2016. The evolution of cataract surgery. *Missouri Medicine*. 113(1):58-62.
- Decroli E. 2019. *Diabetes melitus tipe 2*. Padang: Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.
- Detty A, Artini I, Yulian V. 2021. Karakteristik faktor risiko penderita katarak. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*. 10(1):12–15.
- Eka DA, Christina Y. 2023. Hubungan umur dan jenis kelamin dengan angka kejadian katarak senilis di RS camatha sahidya. *Zona Kedokteran: Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Batam*. 13(2): 408–15.
- Fatimah RN. 2015. *Diabetes melitus tipe 2*. *J Majority*. 4(5): 93-101.
- Febryani D, Rosalina SE, Susilo WH. 2021. Hubungan antara pengetahuan, usia, tingkat pendidikan dan pendapatan kepala keluarga dengan perilaku hidup bersih dan sehat pada tatanan rumah tangga di kecamatan kalideres jakarta barat. *Carolus Journal of Nursing*. 3(2):170-80.
- Fernanda F, Hayati F. 2020. Hubungan usia dan jenis kelamin dengan angka kejadian penyakit katarak di poli mata rsud meuraxa banda aceh tahun 2018.

Jurnal Aceh Medika. 4(1):36–42.

Forrester J, Dick A, McMenamin, Roberts F, Pearlman E. 2016. *The eye: basic science in practice* 4th edn. Elsevier.

G Galicia U, Vicente A, Jebari S, Siddiqi A, Uribe K, Ostolaza H, *et al.* 2020. Review: Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International Journal Molecular Sciences*. 21(17): 1–34.

Gama AW. 2019. Skrining pemeriksaan tajam penglihatan (visus) pada anak sekolah dasar kelas v di lingkup kerja puskesmas matirodeceng, kabupaten pinrang, sulawesi selatan. *Alami Journal (Alauddin Islamic Medical) Journal*. 3(2): 30.

Gede P, Sunariasih N, Ningrum R. 2022. Perbedaan tajam penglihatan pascaoperasi fakoemulsifikasi pada pasien katarak dengan diabetes melitus dan tanpa diabetes melitus. 2(1): 51–6.

Genuth S, Palmer J, Nathan D. 2015. *Diabetes in America*. 3rd Edition. Chapter 1: Classification and diagnosis of diabetes. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. 2(4).

Giannone A, Li L, Sellitto C, White T. 2021. Physiological mechanisms regulating lens transport. *Frontiers in Physiology*.

Grzybowski A, Piotr K, Valentin H, Francisco J, Raimo T. 2019. Diabetes and phacoemulsification cataract surgery: Difficulties, risks and potential complications. *Journal of Clinical Medicine*. 8(5):1–13.

Guan J, Ma Y, Zhu Y, Xie L, Aizezi M, Zhuo Y, *et al.* 2022. Lens nucleus dislocation in hypermature cataract: Case report and literature review. *Medicine (United States)*. 101(35):3.

Hall J, Guyton A. 2019. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Elsevier.

Han MM, Song W, Conti T, Conti FF, Greenlee T, Hom G, *et al.* 2020. Visual Acuity Outcomes after Cataract Extraction with Intraocular Lens Implantation in Eyes with Diabetic Retinopathy. *Ophthalmol Retina*. 4(4):351–60.

- Hanis, NF, Gita Mayani, and Hanina. 2023. Gambaran Perbaikan Visus Serta Komplikasi Intraoperasi Atau Pascaoperasi Pada Pasien Operasi Katarak Senilis Di RSUD H. Abdul Manap Kota Jambi Periode Januari 2021 - Desember 2021. *Joms* 3(1): 22–38.
- Hardianto D. 2021. Telaah komprehensif diabetes melitus: klasifikasi, gejala, diagnosis, pencegahan, dan pengobatan. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*. 7(2).
- Hejtmancik J, Shiels A. 2015. Overview of the Lens. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 134:119-27.
- Handayani LW, Winarti Y. 2021. Hubungan monitoring prenatal dan jenis kelamin terhadap perilaku seks bebas pada remaja di smp negeri 4 samarinda. *Borneo Student Research*. 3(1): 636–43.
- Hashemi H, Pakzad R, Yekta A, Aghamirsalim M, Ramin MS, Khabazkhoob M. 2020. Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Eye (Basingstoke)*: 34(8):1357–70.
- Hidayah A. 2015. Perbedaan Tajam Penglihatan Pasca Operasi Fakoemulsifikasi Pada Pasien Katarak dengan Diabetes Melitus dan Tanpa Diabetes Melitus Di Rs PKU Yogyakarta Unit 1. [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Huang A, Francis B, Weinreb R. 2018. Structural and functional imaging of aqueous humour outflow: a review. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. 46(2):158.
- Husna HN. 2023. Kartu pemeriksaan tajam penglihatan: a narrative review. *Jurnal Kumbaran Fisika*. 5(3):169–80.
- IDF. 2021. *IDF Diabetes Atlas 10th Edition*. Brussel: International Diabetes Federation.
- Indawaty SN, Ningsih EA, Purwoko M. 2020. Gambaran penyakit mata yang menyertai penyakit diabetes mellitus tipe ii pada lansia. *Syifa MEDIKA: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 10(2):135–40.
- Info Datin Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI 2014. *Situasi gangguan penglihatan dan kebutaan*. Jakarta.

- Iyamu E, Okechukwu CI. 2023. Comparison of visual outcomes between phacoemulsification and small incision cataract surgery. *Journal of Liaquat National Hospital*. 12(2):30–6.
- Izzuddin MA, Fatmawati NK, Nugroho H. 2022. Perbedaan Tajam Penglihatan Pascaoperasi Fakoemulsifikasi Antara Pasien Katarak dengan Diabetes Mellitus dan Tanpa Diabetes Mellitus. *Jurnal Medika: Karya Ilmiah Kesehatan*. 7(2):59.
- Janez A, Guja C, Mitrakou A, Lalic N, Tankova T, Czupryniak L, *et al.* 2020. Insulin therapy in adults with type 1 diabetes mellitus: A narrative review. 11:387-409.
- Jihad NHM, Taufik R, Nurmila. 2018. the effect of high blood sugar level of cataract in diabetes mellitus patients in eye health community center south sulawesi 2014. *Al-iqra Medical Journal: Jurnal Berkala Ilmiah Kedokteran*. 1(1):13-8.
- Junita D, Mukmin A. 2022. Pengaruh tingkat pendidikan dan penempatan kerja terhadap kinerja pegawai pada dp3ap2kb kabupaten bima. *Junita & Mukmin/ Jurnal Manajemen*. 12(1): 96–108.
- Jogi R. 2023. *Basic Ophthalmology 5th edn*. Jaypee Brothers Medical Publishers. New Delhi.
- Kamil BI, Wardani IS, Nasrul M. 2022. Hubungan diabetes mellitus dengan kejadian katarak di poli mata rumah sakit universitas mataram pada tahun 2020. *Unram Medical Journal*. 11(4): 1153-6.
- Kanski JJ, Bowling B. 2019. *Clinical Ophthalmology A Systemic Approach Edisi 7*. Elsevier: Edinburg.
- Khairani, Nugrahalia M, Sartini. 2016. Hubungan katarak senilis dengan kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus di medan relations with senile cataract blood sugar levels in patients diabetes mellitus in medan. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*. 2(2):110–16.
- Kemenkes RI. 2018. *Diabetes melitus tipe 2*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khanif A, Mahmudiono T. 2023. Hubungan tingkat pendidikan terhadap pengetahuan pada pedagang tahu putih tentang kandungan formalin di pasar

- tradisional kota surabaya. *Media Gizi Kesmas*: 12(1): 118–124.
- Khikma F, Sofwan I. 2021. Kejadian katarak senilis di RSUD tugurejo. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*. 5(3):227–38.
- Khurana AK, Khurana ARK, Khurana B. 2019. *Comprehensive Ophthalmology*. 7th ed. Jaypee Brothers Medical Publishers: New Delhi.
- Kiziltoprak H, Tekin K, Inanc M, Goker Y. 2019. Cataract in diabetes mellitus. *World Journal of Diabetes*. 10(3):140–53.
- Kumari R, Sahoo S. 2020. Control of blood glucose levels in type 2 diabetes melitus: a review of non-insulin pharmacologic agents. *International Journal of Diabetes in Developing Countries*. 40(3):459-64.
- Lee HD, Agron E, Keenan TDL, Greven CM, Danis RP, Lovato JF, *et al.* 2019. Visual Acuity Outcomes of Cataract Surgery In Persons With Type 2 Diabetes: The Action To Control Cardiovascular Risk In Diabetes (ACCORD) Study. *ARVO Journals*. (9):56–7.
- Li L, Wan XH, Zhao GH. 2014. Meta-analysis of the risk of cataract in type 2 diabetes. *BMC Ophthalmology*. 14(1).
- Made S, Iwan K, Hikmah H, Sri I, Azizah N. 2024. gambaran visus pasien katarak post operatif di rs. bhayangkara tahun september 2019 – januari 2022. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*. 4(1): 29–37.
- Milasari MT. 2022. Faktor-faktor yang berhubungan dengan terjadinya katarak di rumah sakit umum sriwijaya tahun 2022. 2022:166–78.
- Mimouni M, Michal S, Philip P, Gilad R, Rita E. 2021. Prognostic factors for low visual acuity after cataract surgery with vitreous loss. *Journal of Ophthalmology*. 2021(1):1-6.
- Mrugacz M, Uram MP, Bryl A, Zorena K. 2023. Current approach to the pathogenesis of diabetic cataracts. *International Journal of Molecular Sciences*. 24(7):1–14.

- Mufidah LT. 2022. Perbandingan Luaran Operasi Katarak antara Penderita Diabetes Melitus dan Non-Diabetes Melitus setelah Operasi Fakoemulsifikasi. [skripsi]. Makassar: Universitas Hassanudin.
- Mukherjee P. 2015. Manual of optics and refraction. Jaypee Brothers Medical Publishers: New Delhi.
- Norsela N, Faisal MA, Asnawati A. 2023. Hubungan diabetes melitus dengan katarak pada pasien di poliklinik mata rsud ulin banjarmasin periode 2021. Homeostasis. 6(2): 433.
- Pflugfelder S, Stern M. 2020. Biological functions of tear film. Experimental Eye Research. 197:1–16.
- Putri MS, Kurniawan I, Datu H, Sri IK, Azizah A. 2024. Gambaran visus pasien katarak post operatif di rs. bhayangkara tahun september 2019 – januari 2022. Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran. 4(1): 29–37.
- Rada P, Ashan, Sjaaf F. 2019. Profil pasien katarak senilis pada usia 40 tahun keatas di rsi siti rahmah tahun 2017. Health & Medical Journal. 1:15-21.
- Rizal T, Architaputri T, Izzuddin A. 2023. Studi Literatur: Faktor-faktor yang mempengaruhi angka kejadian katarak senilis di indonesia. Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan. 10(11): 3101–07.
- Rochmah TN, Wulandari A, Dahlui M, Ernawaty, Wulandari R. 2020. Cost effectiveness analysis using disability-adjusted life years for cataract surgery. International Journal of Environmental Research and Public Health. 17(16):1–10.
- Saifullah M. 2020. Pengaruh diabetes melitus terhadap perkembangan katarak dan tajam penglihatan pascaoperasi. Jurnal Oftalmologi Indonesia. 5(3): 150-60.
- Sanaullah, Muhammad SM, Bilal M, Rafiq M, Syed A. 2017. Visual outcome of cataract surgery. Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan. 23(6):448–9.
- Santos F, Ciordia S, Mesquita J, de Sousa J, Paradela A, Tomaz CT, *et al.* 2023. Vitreous humor proteome: unraveling the molecular mechanisms underlying proliferative and neovascular vitreoretinal diseases. Cellular and Molecular Life Sciences. 80(1): 1–28.

- Sartiwi W, Yusuf RN. 2019. efektivitas pemeriksaan kadar gula darah dengan hasil visus pasien pasca operasi katarak diabetikum di RSUD sawahlunto. *Jurnal Kesehatan Sainika Meditory*. 2(1):53–61.
- Shaifullah M, Fatmawati NK, Ismail S. 2024. The relationship between diabetes mellitus with senile cataracts. *Jurnal Kesehatan Pasak Bumi Kalimantan*. 6(2): 215.
- Shaikh AR, Mirani AH, Memon MS, Fahim MF. 2017. Visual outcome after phacoemulsification with lens implant in diabetic and non-diabetic patients; A comparative study. *Pakistan Journal of Medical Sciences*. 33(3):691–94
- Sherwood L. 2021. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem Edisi Ke-9*. EGC.
- Shiels A, Hejtmancik J. 2019. Biology of inherited cataracts and opportunities for treatment. *Annual Review of Vision Science*. 5(1): 123–49.
- Shumway CL, Motlagh M, Wade M. 2023. *Anatomy, head and neck, orbit bones*. StatPearls Publishing
- Sidarta I, Yulianti SR. 2022. *Ilmu Penyakit Mata 5th edn*. FK UI: Jakarta.
- Sinaga D. 2014. *Buku Ajar Statistik Dasar*. Jakarta Timur: Uki Press.
- Siregar IY, Tanjung IF, Maysarah S. 2021. Fungsi sistem indera manusia perspektif sains terintegrasi al-qur'an dan hadits. *JIE (Journal of Islamic Education)*. 6(2):208.
- Soiza R, Donaldson A, Myint P. 2018. Vaccine against arteriosclerosis: an update. *Therapeutic Advances in Vaccines*. 9(6):259–61.
- Sommers BD, *et al.* 2019. Glycemic control and associated health outcomes in patients with type 2 diabetes. *The Journal of the American Medical Association*. 322(3):269-77.
- Sudrajat A, Al-Munawir, Supangat. 2021. Pengaruh faktor risiko terjadinya katarak terhadap katarak senil pada petani di wilayah kerja puskesmas tempurejo kabupaten jember agung. *Jurnal MID-Z (Midwifery Zigot) Jurnal Ilmiah Kebidanan*. 4(2): 41–8.
- Suhardjo S, Agni A. 2017. *Ilmu Kesehatan Mata 3rd ed*. Yogyakarta: Departemen Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

- Sumiyati, Nisa ZU, Murni MS. 2021. Pengaruh diabetes melitus terhadap mata. *Jurnal Mata Optik*. 2(2):1-9.
- Surahman, Rachmat M, Supardi S. 2016. *Metodologi Penelitian*. Jakarta Selatan: Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Tamansa, Gricia ES, JSM Rares, Laya M. Hubungan umur dan jenis kelamin dengan angka kejadian katarak di instalasi rawat jalan (poliklinik mata) RSUP Prof. Dr. Kandou Manado periode juli 2015-2016. 1(1):64-9.
- Tang Y, Chen X, Zhang X, Tang Q, Liu S, Yao K. 2017. Clinical evaluation of corneal changes after phacoemulsification in diabetic and non-diabetic cataract patients, a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*. 7(1): 1–16.
- Vaughan D, Asbury T. 2021. *General ophthalmology 19th edn*. McGraw-Hill Education: New York.
- Wang PC. 2020. Comparison of current developing medication on suppression of presbyopia development: lens epithelial cell epithelial-mesenchymal transition and lens capsular elasticity.
- WHO. 2019. *Classification of diabetes melitus 2019*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2020. *World report on vision*. Geneva: World Health Organization.
- Wu TH, Bo J, Wei ML, Jian Q, Zi YS, Pei RL. 2023. Time trends and gender disparities of Chinese cataract burden and their predictions. *International Journal of Ophthalmology*. 16(9): 1527–34.
- Wu H, *et al.* 2020. Achieving glycemic control in type 2 diabetes: an overview of treatment strategies. *Frontiers in Endocrinology*. 11(520).
- Virgo G. 2020. Faktor-faktor yang berhubungan dengan terjadinya katarak senilis pada pasien di poli mata rsud bangkinang. *Jurnal Ners*. 4(2): 73–82.
- Widiasari KR, Wijaya I, Suputra PA. 2021. Diabetes melitus tipe 2: faktor risiko, diagnosis, dan tatalaksana. *Ganesha Medicine*. 1(2): 114.
- Yanoff M, Duker JS. 2018. *Ophthalmology 5th edn*. Elsevier Masson: Paris.

Zetterberg M, Celojevic D. 2014. Gender and cataract – the role of estrogen. *Current Eye Research*, 40(2): 176–90.