

**PERBANDINGAN PREDIKTABILITAS REFRAKSI  
BIOMETRI KONTAK DAN BIOMETRI IMERSI PASCA  
FAKOEMULSIFIKASI DI RUMAH SAKIT MATA PERMANA SARI  
BANDAR LAMPUNG**

*(Skripsi)*

**Oleh:  
Arif Naufal**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**PERBANDINGAN PREDIKTABILITAS REFRAKSI  
BIOMETRI KONTAK DAN BIOMETRI IMERSI PASCA  
FAKOEMULSIFIKASI DI RUMAH SAKIT MATA PERMANA  
SARI BANDAR LAMPUNG**

**Oleh:**

**Arif Naufal**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA KEDOKTERAN**

**Pada**

**Fakultas Kedokteran  
Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

Judul skripsi : **PERBANDINGAN PREDIKTABILITAS  
REFRAKSI BIOMETRI KONTAK DAN  
BIOMETRI IMERSI PASCA  
FAKOEMULSIFIKASI DI RUMAH SAKIT  
MATA PERMANA SARI BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : Arif Naufal

No. Pokok Mahasiswa : 1658011039

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Kedokteran

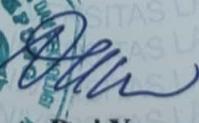
**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**dr. M. Yusran, M. Sc., Sp. M(K)**  
NIP 19800110 200501 1 004

  
**Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes, AIFO**  
NIP 19740226 200112 2 002

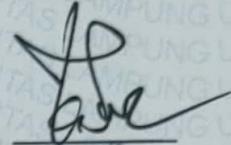
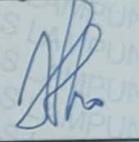
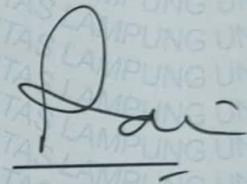
**2. PLT Dekan Fakultas Kedokteran**

  
**Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T**  
NIP 19740705 200003 1 001

## MENGESAHKAN

## 1. Tim

Penguji

Ketua : **dr. M. Yusran, M. Sc., Sp. M (K)**Sekertaris : **Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes, AIFO**Penguji  
Bukan Pembimbing : **dr. Rani Himayani, Sp. M (K)**

## 2. PLT Dekan Fakultas Kedokteran

**Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.**  
NIP 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 Juni 2023

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa :

1. Skripsi dengan judul :“ **PERBANDINGAN PREDIKTABILITAS REFRAKSI BIOMETRI KONTAK DAN BIOMETRI IMERSI PASCA FAKOEMULSIFIKASI DI RUMAH SAKIT MATA PERMANA SARI BANDAR LAMPUNG**” adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektualitas atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

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

Bandar Lampung, 12 Juni 2023  
Pembuat Pernyataan



Arif Naufal

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 22 Mei 1999, sebagai anak tunggal dari pasangan Bapak Daryanto dan Ibu Risawati

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak (TK) Ar-Raudah Bandar Lampung pada tahun 2004 dan diselesaikan pada tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 2 Rawalaut Bandar Lampung pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2013, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 10 Bandar Lampung pada tahun 2016.

Tahun 2016 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Universitas Lampung (SIMANILA). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah berkontribusi menjadi Koordinator Acara bakti sosial pada Dies Natalis Ke-15, dan mengikuti organisasi dalam kampus Perhimpunan Mahasiswa Pecinta Alam Tanggap Darurat (PMPATD PAKIS RESCUE TEAM) Fakultas Kedokteran Universitas Lampung tahun 2016-2019 serta menjadi Wakil Ketua Umum PMPATD PAKIS RESCUE TEAM periode 2018/2019, dan organisasi luar kampus Perhimpunan Tim Bantuan Medis Mahasiswa Kedokteran Indonesia (PTBMMKI) tahun 2016-2017.

“Segala puji bagi Allah Sebuah karya sederhana kupersembahkan untuk orangtua ku, serta keluarga besar dan seluruh orang-orang yang kusayangi dalam hidupku”

*My Lord is certainly with me, He will guide me”*

Qur'an 26:62

## SANWACANA

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Perbandingan Prediktabilitas Refraksi Biometri Kontak Dan Biometri Imersi Pasca Fakoemulsifikasi Di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran di Universitas Lampung. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. M. Yusran, S. Ked., M. Sc., Sp. M(K)., selaku Pembimbing Satu penulis, atas kesediaan, waktu, dan kebaikannya dalam membimbing serta memberikan nasihat kepada penulis. Terimakasih atas ilmu dan arahan yang diberikan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini;
4. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, S.Ked., M.Kes., AIFO, selaku Pembimbing Kedua penulis, atas kesediaan, waktu, pikiran, kebaikannya, kesabarannya dalam membimbing dan memberikan saran kepada penulis. Terimakasih

atas arahan dan ilmu berharga yang diberikan kepada penulis selama proses penulisan skripsi ini hingga akhirnya selesai;

5. dr. Rani Himayani, S.Ked., Sp.M(K)., selaku Penguji, atas kesediaan, waktu, kesabarannya, dan kebaikannya dalam menguji dan memberikan saran serta kritik yang membangun dalam proses penyusunan skripsi. Terimakasih atas ilmu berharga yang telah diberikan kepada penulis hingga skripsi ini terselesaikan dengan baik;
6. Prof. Dr. dr. Asep Sukohar, S.Ked., M.Kes. dan Dr. dr Susianti, M. Sc selaku Pembimbing Akademik penulis yang telah membimbing penulis dalam bidang akademik selama berkuliah di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
7. Seluruh staf Dosen FK Unila, yang telah bersedia memberikan ilmu, pembekalan, motivasi dan bantuan untuk mewujudkan cita-cita yang dimiliki oleh penulis;
8. Seluruh Civitas Akademik FK Unila, yang telah memberikan bantuan bagi penulis selama menjadi Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
9. Yang istimewa dan tidak tergantikan bapak dan ibu, Daryanto, S.E dan Dra. Risawati, M.M, yang telah membesarkan penulis, yang selalu menyebut nama penulis dalam doanya, kerja kerasnya, membimbing, mendukung, memberikan yang terbaik, dan yang selalu sabar menanti keberhasilan penulis;
10. Direktur utama, Kepala Ruangan Operasi Mata, Kepala Ruangan Rekam Medik, serta seluruh staf yang terlibat di Rumah Sakit Mata Permana Sari

Bandar Lampung, yang sudah memberikan izin untuk peneliti melakukan penelitian selama proses pengambilan data penelitian

11. Seluruh keluarga besarku, terima kasih karena selalu mendoakanku dan selalu mendukung setiap langkahku.
12. Teman-teman seperjuanganku selama perkuliahan Rangga, Emir, Bagas, Ian, Jeffrey, Andes, Agung, Abiyyi, Panggih, Carlos, Haqi sebagai sahabat, teman belajar, teman bermain dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis;
13. Teman-teman yang sudah ku anggap sebagai keluarga Rheza, Andin, Nadhila, Kiki, Dhea, Karina, Fakhira, Monic, yang telah mau bertukar ilmu dan dukungan kepada penulis;
14. Sahabatku Dzaky Eko, Ichsan, Irham, Alvin, Handika, Arsyad, Julian terima kasih sudah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis;
15. Teman-teman angkatan 2016 (TR16EMINUS) yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungan selama proses perkuliahan.
16. Mas Ade Setiawan Pamungkas, S.Psi., terimakasih atas masukan dan motivasi kepada penulis selama pembuatan skripsi ini.

Akhir kata Penulis sampaikan dan Penulis ucapkan terimakasih kepada semua yang telah ikut berpartisipasi dalam pembuatan skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat yang berlipat.

Bandar Lampung, 31 Mei 2023

Penulis, Arif Naufal

## ABSTRACT

### COMPARISON OF REFRACTIVE PREDICTABILITY OF CONTACT BIOMETRY AND IMMERSION BIOMETRY AFTER PHACOEMULSIFICATION AT PERMANA SARI EYE HOSPITAL IN BANDAR LAMPUNG

By

Arif Naufal

**Background:** *Biometry is an eye examination tool used to measure the length of the eye axis, the depth of the front eye chamber, the curvature of the cornea, which aims to obtain the size of the intraocular lens that will be implanted in the eyes of cataract patients undergoing surgery.*

**Objective:** *This study aims to determine the comparison of refractive predictability of contact biometry and immersion biometry in post phacoemulsification cataract patients at Permana Sari Eye Hospital Bandar Lampung.*

**Method:** *The method used in this study was a comparative analytic observational method that used consecutive sampling as a sampling method. Data analysis using Mann-Whitney U test.*

**Result:** *In this study there were 34 patients who used contact biometry or immersion biometry. The results showed that of the 34 cataract patients, 14 were male (41.2%) and 20 were female (58.8%) and the age group with the most cataracts was the 56-65 year age group at 44.1%. The average spherical equivalent result was  $0.98 \pm 1,07D$  in contact biometry and  $0.38 \pm 0,29D$  in immersion biometry with  $p = 0,98$ .*

**Conclusion:** *There was no significant difference between the refractive predictability of contact and immersion biometry systematically..*

**Keywords:** *contact biometry, immersion biometry, spherical equivalent, cataract.*

## ABSTRAK

### PERBANDINGAN PREDIKTABILITAS REFRAKSI BIOMETRI KONTAK DAN BIOMETRI IMERSI PASCA FAKOEMULSIFIKASI DI RUMAH SAKIT MATA PERMANA SARI BANDAR LAMPUNG

Oleh

Arif Naufal

**Latar belakang:** Biometri merupakan alat pemeriksaan mata yang dipakai untuk mengukur panjang sumbu mata, kedalaman bilik mata depan, lengkung kornea, yang bertujuan untuk mendapatkan besarnya ukuran lensa intraokular yang akan ditanam pada mata penderita katarak yang melakukan operasi.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pada pasien katarak pasca fakoemulsifikasi di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung.

**Metode:** Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasional analitik komparatif yang menggunakan *consecutive sampling* sebagai metode pengambilan sampel. Analisis data menggunakan uji *Mann-Whitney U*.

**Hasil:** Dalam penelitian ini terdapat subjek penelitian sebanyak 34 pasien yang menggunakan biometri kontak atau biometri imersi. Hasil penelitian menunjukkan dari 34 pasien katarak terdiri dari 14 orang laki-laki (41,2%) dan 20 orang perempuan (58,8%) serta kelompok usia yang paling banyak menderita katarak adalah kelompok usia 56-65 tahun sebesar 44,1%. Hasil rerata *spherical equivalent* didapatkan sebesar  $0,98 \pm 1,07D$  pada biometri kontak dan sebesar  $0,38 \pm 0,29D$  pada biometri imersi dengan  $p = 0,98$ .

**Kesimpulan:** Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara prediktabilitas refraksi biometri kontak dan imersi secara sistematis.

Kata kunci: biometri kontak, biometri imersi, *spherical equivalent*, katarak

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.3.1 Tujuan Umum .....	3
1.3.2 Tujuan Khusus .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.4.1 Manfaat Penelitian Bagi Peneliti .....	4
1.4.2 Manfaat Penelitian Bagi Pembaca .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Lensa Mata .....	5
2.1.1 Anatomi Lensa Mata .....	5
2.1.2 Histologi Lensa Mata .....	6

2.1.3 Fisiologi Lensa Mata.....	9
2.1.4 Fungsi Lensa Mata.....	11
2.1.5 Komposisi Lensa Mata.....	12
2.2 Tajam Penglihatan .....	13
2.2.1 Definisi Tajam Penglihatan .....	13
2.2.2. Faktor yang Mempengaruhi Tajam Penglihatan.....	14
2.3 Katarak .....	16
2.3.1 Definisi Katarak.....	16
2.3.2 Epidemiologi Katarak .....	16
2.3.3 Patofisiologi Katarak.....	17
2.3.4 Klasifikasi Katarak.....	18
2.3.5 Etiologi dan Faktor Resiko Katarak.....	21
2.3.6 Gejala dan Tanda Katarak .....	24
2.3.7 Diagnosis dan Pemeriksaan Katarak.....	24
2.3.8 Faktor yang Mempengaruhi Hasil Operasi .....	26
2.4 Biometri.....	29
2.4.1 Biometri Kontak .....	29
2.4.2 Biometri Optikal .....	30
2.5 Formula Lensa Intra Okular .....	30
2.6 Kerangka Teori .....	33
2.7 Kerangka Konsep.....	34
2.8 Hipotesa Penelitian .....	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Rancangan Penelitian .....	35
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2.1 Waktu Penelitian.....	35
3.2.2 Tempat Penelitian .....	35
3.3 Subjek Penelitian .....	36
3.3.1 Populasi .....	36
3.3.2 Sampel Penelitian.....	36
3.3.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi .....	37
3.4 Variabel Penelitian.....	37
3.4.1 Variabel Independen .....	37
3.4.2 Variabel Dependen.....	37
3.5 Definisi Operasional .....	38
3.6 Alat dan Bahan .....	38
3.7 Etika Penelitian .....	39
3.8 Alur Penelitian .....	39
3.9 Analisis Penelitian .....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	41
4.1 Hasil Penelitian.....	41
4.1.1 Analisis Unvariat.....	41
4.1.2 Analisis Bivariat.....	42
4.2 Pembahasan .....	44
4.2.1 Deskripsi Karakteristik Pasien Berdasar Jenis Kelamin .....	44

4.2.2 Deskripsi Karakteristik Pasien Berdasar Usia .....	44
4.2.3 Analisis Bivariat.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Hasil Pemeriksaan <i>Slit Lamp</i> .....	26
2 Definisi Operasional .....	37
3 Data Pasien Katarak.....	41
4 Deskripsi Pasien Berdasarkan Jenis Kelamin .....	42
5 Jumlah Pasien Berdasarkan Jenis Umur .....	42
6 Uji Normalitas <i>Saphiro-Wilk</i> .....	43
7 Rerata <i>Spherical Equivalent</i> pada Biometri.....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Anatomi Lensa Mata.....	6
2 Histologi Lensa.....	8
3 Fisiologi Lensa Mata .....	9
4 Pemeriksaan Biometri Kontak dan Imersi .....	29
5 Hasil Pemeriksaan Biometri.....	30
6 Kerangka Teori.....	33
7 Kerangka Konsep .....	34
8 Alur Penelitian.....	39

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Gangguan penglihatan terutama kebutaan merupakan salah satu masalah kesehatan yang sering terjadi pada masyarakat. Kebutaaan disebabkan oleh banyak hal, salah satunya adalah katarak. Kebutaaan yang disebabkan katarak atau yang dapat disebut sebagai kekeruhan pada lensa mata merupakan salah satu masalah pada kesehatan global yang harus segera diatasi dikarenakan masalah kesehatan terutama kebutaan dapat menimbulkan penurunan dari kualitas sumber daya manusia yang ada dan dapat menimbulkan penurunan dalam produktivitas pekerjaannya dan juga memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk penatalaksanaannya (Depkes, 2017).

Katarak adalah setiap keadaan kekeruhan pada lensa yang dapat terjadi karena hidrasi atau penambahan cairan pada lensa, denaturasi protein lensa atau juga dapat terjadi karena kedua-duanya (Ilyas, 2017). Bila lensa mata kehilangan kebeningannya atau kejernihannya, maka penglihatan pada mata akan terlihat berkabut, buram atau tidak dapat melihat cahaya sama sekali. Banyak faktor yang berperan dalam mempengaruhi terjadinya katarak, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dapat berupa usia dan jenis kelamin. Sedangkan faktor eksternal adalah berupa pendidikan dan jenis pekerjaan

yang tentunya akan berdampak langsung pada status sosial dan ekonomi dari sumber daya manusia itu sendiri, dan juga lingkungan berpengaruh pada faktor resiko terjadinya katarak (Ilyas, 2017).

Katarak merupakan salah satu penyebab kebutaan mata terbanyak di Indonesia maupun di dunia. Perkiraan insiden katarak adalah 0,1% setiap tahun diantara 1000 orang terdapat seorang penderita baru katarak. Penduduk Indonesia sendiri juga memiliki kecenderungan menderita katarak 15 tahun lebih cepat dibandingkan penduduk didaerah subtropis. Sekitar 16-22% penderita katarak yang dioperasi berusia 55 tahun. Prevalensi katarak di Indonesia pada tahun 2013 berdasarkan hasil pemeriksaan petugas enumerator adalah sebesar 1,8%. Sementara pada Provinsi Lampung sendiri adalah sebesar 1,5% (Risksedas, 2013).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kebutaan karena katarak adalah dengan melalui operasi katarak. Operasi ekstraksi katarak merupakan terapi utama untuk mengatasi katarak disamping pemberian kacamata yang dapat diberikan pada awal penyakit katarak. Operasi katarak yang baik akan memberikan hasil yang memuaskan bagi penderita katarak. Perkembangan ilmu bedah refraktif yang sangat pesat sangat membantu dokter untuk memberikan pelayanan maksimal untuk mengatasi katarak bagi penderita katarak (Sukardi dan Hutahuruk, 2004).

Banyak hal yang dapat mempengaruhi untuk mencapai tujuan ideal refraktif. Hal ini mencakup dari prosedur operasi yang baik, teknik operasi, komplikasi

saat operasi, dan ketepatan biometri serta pemilihan formula yang tepat untuk menentukan *power intraocular lens* (Sukardi dan Hutahuruk, 2004).

Ketepatan biometri merupakan hal yang sangat penting dalam menunjang hasil operasi, karena dari prosedur pemeriksaan ini dapat diketahui ukuran IOL yang akan ditanam dalam untuk menggantikan lensa yang akan ditanam untuk menggantikan lensa pada mata pasien yang menderita katarak yang akan diangkat saat operasi berlangsung. Namun, masih banyak ketidaktepatan dalam pengukuran IOL tersebut. Pada tahun 2003 sampai tahun 2010 di Inggris, ditemukan 164 kasus kesalahan dalam penanaman IOL, dimana kejadian kesalahan tersebut dikarenakan pengukuran IOL sebesar 30% dengan menggunakan biometri yang kurang tepat (Kelly dan Jalil, 2011).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka didapatkan rumusan masalah yaitu berupa apakah terdapat perbandingan prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi pasien katarak di RS Permana Sari Bandar Lampung.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk mengetahui bagaimana perbandingan prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi pasien katarak di RS Permana Sari Bandar Lampung.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

- a. Untuk mengetahui bagaimana hasil prediktabilitas refraksi dengan biometri kontak pada operasi katarak di Rumah Sakit Mata Permana Sari.
- b. Untuk mengetahui bagaimana hasil prediktabilitas refraksi dengan biometri imersi pada operasi katarak di Rumah Sakit Mata Permana Sari.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Penelitian Bagi Peneliti**

Menambah ilmu pengetahuan peneliti mengenai prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi pasien katarak di Rumah Sakit Permana Sari Bandar Lampung.

### **1.4.2 Manfaat Penelitian bagi Pembaca**

Penelitian ini diharapkan dapat berguna dalam hal mengetahui prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi pasien katarak di Rumah Sakit Permana Sari Bandar Lampung.

## **BAB II**

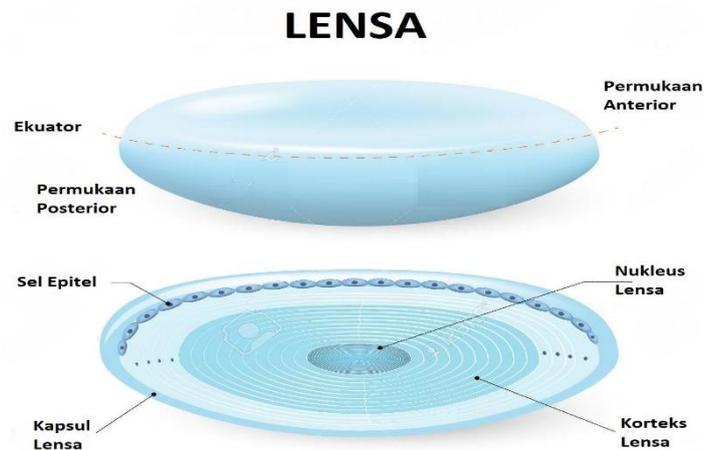
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Lensa Mata**

Lensa merupakan komponen vital pada mata yang memiliki untuk memfokuskan cahaya sehingga membentuk bayangan yang jelas pada retina. Fungsi lensa sebagai media optik dipengaruhi oleh kejernihan atau transparansi dan indeks dari refraksi lensa. Lensa memiliki bentuk bikonveks, tidak memiliki pembuluh darah sehingga lensa berwarna transparan (Cantor, 2016).

##### **2.1.1 Anatomi Lensa Mata**

Lensa mata adalah struktur kristalin yang berbentuk bikonveks dan berwarna transparan. Lensa sendiri memiliki permukaan, yaitu permukaan anterior dan permukaan posterior, dimana pada permukaan posterior cenderung lebih cekung daripada permukaan anterior. Lensa mata memiliki diameter sekitar 9-10 mm dan memiliki ketebalan yaitu 3,5 mm pada saat lahir dan akan berkembang hingga 5 mm sampai usia lanjut. Lensa memiliki berat 135 mg pada usia 0-9 tahun dan bertambah menjadi 255 mg pada usai 40-80 tahun (Khurana, 2009).



**Gambar 1.** Anatomi Lensa Mata

Lensa terletak diantara posterior permukaan iris dan badan vitreous pada lengkung berbentuk seperti cawan yang disebut fossa hyaloid, dan tepatnya di bagian bilik posterior bola mata. Pertemuan dengan iris mata akan membentuk bagian bernama diafragma optikal yang memisahkan bilik anterior dan bilik posterior pada mata (Lang, 2010). Lensa tidak mempunyai pembuluh darah, serabut saraf dan jaringan ikat. Lensa difiksasi oleh serat zonula yang terletak di antara lensa dan badan siliar. Serat ini bersel dari epitel siliar, merupakan serat yang kaya akan fibrilin yang mengelilingi lensa secara sirkuler (Khurana, 2009).

### 2.1.2 Histologi Lensa Mata

Secara histologi, lensa mata memiliki tiga komponen, yaitu :

#### a. Kapsul Lensa

Lensa dibungkus suatu simpai tebal tebal berukuran 10-20 mikron dan homogen yang kaya akan proteoglikan dan kolagen tipe IV.

Karena berasal dari membran basal ektoderm permukaan embrionik, lensa melindungi sel dibawahnya dan menyediakan tempat untuk perlekatan serat zonula (Mescher, 2012).

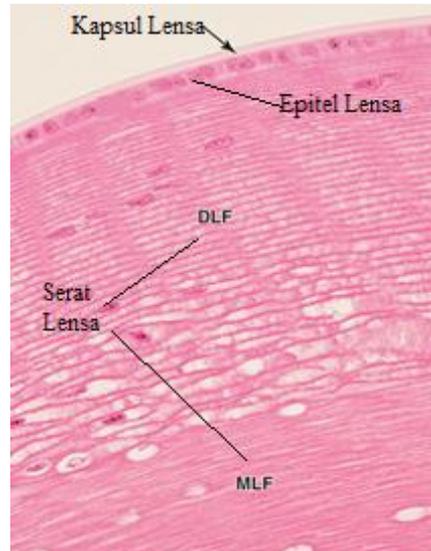
b. Epitel Lensa

Epitel lensa subscapular terdiri atas selapis sel epitel kuboid dan hanya terdapat pada permukaan anterior lensa. Ujung basal sel epitel melekat pada kapsul lensa dan permukaan apikalnya memiliki interdigitasi yang mengikat epitel pada serat lensa internal. Pada ujung posterior epitel ini, dekat ekuator lensa, sel sel membelah untuk membentuk sel baru yang berdiferensiasi sebagai serat lensa. Proses ini memungkinkan pertumbuhan lensa dan berlanjut dengan laju yang perlahan akan melambat didekat area ekuator lensa sepanjang masa dewasa (Mescher, 2012).

c. Serat Lensa

Serat lensa tersusun memanjang dan tampak sebagai struktur tipis dan gepeng. Setelah berkembang dari sel punca di epitel sel lensa, serat lensa yang terdiferensiasi akhirnya kehilangan inti serta organel lainnya, memenuhi sitoplasma dengan sekelompok protein yang disebut kristalin. Serat lensa matur memiliki panjang 7-10 mm, lebar 8-10 mikron, dan memiliki tebal 2 mikron. Serat tersebut terkemas rapat yang membentuk jaringan transparan yang terkhususkan untuk pembiasan cahaya. Lensa bertahan pada tempatnya oleh kelompok serat yang tersusun radial, yaitu zonula siliaris, yang terinsersi pada kapsul lensa dan pada badan siliar.

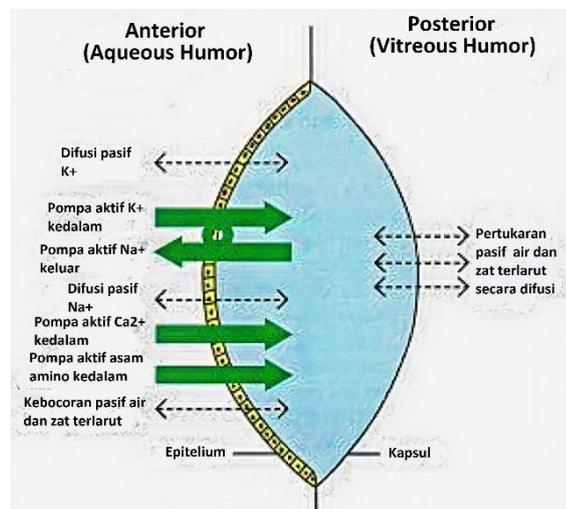
Sistem ini penting untuk proses akomodasi, yang dapat memfokuskan objek jauh dan dekat dengan mengubah kecembungan lensa (Mescher, 2012).



**Gambar 2.** Histologi Lensa Mata

### 2.1.3 Fisiologi Lensa Mata

Akomodasi adalah proses ketika lensa merubah fokus untuk melihat benda pada jarak dekat. Pada proses ini terjadi perubahan bentuk lensa yang dihasilkan oleh kerja otot siliaris pada serabut zonular. Kelenturan lensa paling tinggi dijumpai pada usia anak-anak dan dewasa muda, dan akan semakin menurun dengan bertambahnya usia (Kaufman PI, Glasser A, 2012).



**Gambar 3.** Fisiologi Lensa Mata

Ketika berakomodasi, kekuatan refraksi lensa akan bertambah. Perubahan kekuatan refraksi yang diakibatkan oleh akomodasi disebut amplitudo akomodasi. Dalam hal ini, amplitudo juga semakin berkurang dengan bertambahnya usia, penggunaan obat, dan pada beberapa penyakit. Remaja umumnya memiliki amplitudo akomodasi berkisar antara 12-16 dioptri, sedangkan pada orang dewasa pada umur 40 tahun memiliki amplitudo antara 4-8 dioptri, dan bahkan kurang dari 2 dioptri pada usia diatas 50 tahun (Glasser Adrian, 2003).

Menurut von Helmholtz, sebagian besar perubahan akomodatif bentuk lensa terjadi pada permukaan depan lensa bagian sentral, karena memiliki ketebalan lebih tipis dibandingkan pada bagian perifer dan letak serabut zonular anterior yang dekat ke aksis visual dibandingkan dengan serabut zonular posterior. Permukaan posterior pada lensa hanya akan berubah sedikit saat akomodasi. Proses akomodasi akan terjadi ketika otot siliaris mata berkontraksi dan merelaksasikan serabut zonular sehingga menyebabkan bentuk lensa menjadi lebih sferis. Akomodasi dapat distimulasi oleh objek pada ukuran dan jarak tertentu, atau oleh suasana remang-remang, dan aberasi kromatis. Proses akomodasi dimediasi oleh serabut parasimpatis nervus okulomotor atau N. Kranial III (Sehu KW, Lee WR, 2005).

Warna transparansi lensa dipertahankan oleh keseimbangan air, kalium dan sodium. Kedua kation berasal dari aqueous humor dan vitreous humor. Kadar kalium pada bagian anterior lensa lebih tinggi dibandingkan pada posterior lensa. Dan kadar natrium di bagian posterior lebih besar. Ion K akan bergerak ke bagian posterior dan keluar melalui aqueous humour. Kemudian, ion Na akan masuk secara difusi dan bergerak ke bagian anterior untuk menggantikan ion K dan lalu akan keluar melalui pompa aktif Na-K ATPase, sedangkan kadar kalsium akan tetap dipertahankan di dalam oleh Ca ATPase. Metabolisme lensa melalui glikolisis anaerob (95%) dan HMP-shunt (5%). Jalur HMP shunt menghasilkan NADPH untuk biosintesis asam lemak dan ribose, juga untuk aktivitas glutathion reduktase dan aldose reduktase. Aldose

reduktse adalah enzim yang merubah glukosa menjadi sorbitol, dan sorbitol dirubah menjadi fructose oleh enzim sorbitol dehidrogenase. (Diah dkk, 2011).

#### **2.1.4 Fungsi Lensa Mata**

Lensa berfungsi sebagai salah satu media refraktif yang paling penting yang berfungsi untuk memfokuskan cahaya masuk ke mata agar cahaya jatuh tepat di retina. Lensa memiliki kekuatan sebesar 10-20 dioptri tetapi tergantung pada kuat atau lemahnya akomodasi. Fungsi utama lensa yaitu memfokuskan cahaya ke retina. Untuk memfokuskan cahaya yang datang, otot-otot siliaris akan berelaksasi, menegangkan serat zonula dan memperkecil diameter anteroposterior lensa sampai ukuran terkecil, daya refraksi lensa diperkecil sehingga berkas cahaya paralel atau terfokus ke retina (Guyton, 2007).

Untuk memfokuskan cahaya dari benda dekat, otot siliaris akan berkontraksi sehingga tegangan serat zonula berkurang. Kapsul lensa yang elastik kemudian mempengaruhi lensa menjadi lebih sferis diiringi oleh peningkatan pada daya biasnya. Kerjasama fisiologik tersebut antara korpus siliaris, zonula, dan lensa untuk memfokuskan benda dekat ke retina disebut dengan akomodasi. Seiring dengan penambahan usia, kemampuan refraksi lensa perlahan-lahan berkurang (Guyton, 2007).

### 2.1.5 Komposisi Lensa Mata

Lensa terdiri dari air sebesar 65%, protein sebesar 35%, dan sedikit mineral. Kandungan kalium merupakan yang tertinggi di lensa diantara jaringan lainnya. Bentuk lain berupa asam askorbat dan glutathion terdapat dalam bentuk tereduksi maupun teroksidasi (Vaughan, 2017).

Protein pada lensa dibagi menjadi dua berdasarkan sifat kelarutannya didalam air, yaitu protein yang larut air (sitoplasmik) dan protein yang tidak larut air (sitoskeletal). Protein sitoplasmik berjumlah sebesar 80% dari total seluruh protein lensa yang terdiri atas kristalin, dimana kristalin adalah protein intrasel yang dapat ditemukan di epitelium dan juga membran plasma dari serat sel lensa. Kristalin dapat dibagi menjadi kristalin alpha, kristalin beta, dan kristalin gamma. Tetapi, kristalin beta dan gamma merupakan bagian dari kelompok yang sama sehingga dapat disebut kristalin betagamma. Kristalin beta dan gamma memiliki rangkaian asam amino yang homolog atau berstruktur sama sehingga dapat dikatakan sebagai kelompok yang sama.

Protein lensa yang tidak larut dalam air (sitoskeletal) dibagi lagi menjadi dua, yaitu protein yang larut dalam urea dan protein yang tidak larut dalam urea. Kelompok yang larut dalam urea terdiri atas protein sitoskeletal yang memiliki fungsi sebagai rangka dari structural sel lensa. Kelompok yang tidak larut urea merupakan yang terdiri atas membran plasma dari serat lensa.

Seiring dengan bertambahnya usia manusia, protein lensa menjadi tidak larut dalam air dan beragregasi sehingga akan membentuk partikel yang lebih besar dan akan mengaburkan cahaya. Selain itu, seiring bertambah tuanya manusia, maka akan makin banyak protein yang larut urea akan menjadi protein yang tidak larut urea (*American Academy of Ophthalmology*, 2011).

## **2.2 Tajam Penglihatan**

### **2.2.1 Definisi**

Ketajaman penglihatan adalah kemampuan mata untuk membedakan dari bagian-bagian yang lebih kecil, baik itu objek maupun permukaan pada benda (Ilyas, 2017). Ketajaman penglihatan ini juga dipengaruhi oleh pencahayaan dan juga tingkat kebutuhan penglihatan. Ketajaman mata juga bisa dimaknai sebagai kemampuan mata untuk melihat suatu objek dengan jelas dan sangat bergantung pada kemampuan akomodasi mata itu sendiri (Khrismasari, 2020).

Tajam penglihatan adalah indikator utama atau primer pada system penglihatan dan pada kesehatan mata. Pengukuran secara angular yang berkaitan dengan jarak pemeriksaan untuk melihat ukuran obyek minimal pada jarak tertentu. Hal ini merupakan kemampuan untuk membedakan dua stimulus yang terpisah dalam ruang dengan latar belakang kontras yang tinggi (Julita, 2018).

### 2.2.2 Faktor yang Memengaruhi Tajam Penglihatan

Adapun faktor-faktor yang memengaruhi tajam penglihatan, diantaranya seperti berikut :

a. Usia

Keelastisan lensa mata akan cenderung berkurang seiring bertambahnya usia. Selain itu, semakin tua seseorang juga akan mengalami penurunan tajam penglihatan karena lensa mata mengalami kekeruhan ataupun keelastisannya berkurang. Ketajaman penglihatan berkurang pada usia lebih dari 40 tahun. Pada umumnya manusia normalnya berakomodasi optimal sampai usia 40 tahun, dan selanjutnya akan mengalami penurunan akomodasi mata setelah lewat dari usia tersebut (*American Academy of Ophthalmology, 2007*).

b. Lama Kerja

Lama kerja seseorang adalah selama 8 jam dalam sehari berdasarkan Undang-Undang No.13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Semakin tinggi lama kerja, maka berbanding lurus terhadap fungsi mata bila pekerjaan tersebut membutuhkan ketelitian. Semakin sering melihat dekat, maka akan lebih mudah terkena myopia (*Republik Indonesia, 2003*).

c. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya juga menentukan jangkauan akomodasi, apabila intensitas cahaya yang rendah titik jauh bergerak menjauh maka kecepatan dan ketepatan akomodasi bisa berkurang. Sehingga

apabila intensitas cahaya makin rendah maka kecepatan dan ketepatan akomodasi juga akan berkurang (Anizar, 2009).

d. Penyakit

Pada penderita diabetes melitus yang sudah lama akan mengakibatkan gangguan pada retina (retinopati diabetes). Kelainan retina ini yang diakibatkan diabetes melitus mengganggu penglihatan sehingga tidak dapat ditentukan dengan tepat keadaannya karena kekeruhan lensa di depan retina (Scanlon Peter, Wilkinson C, Aldington, Matthews, 2009).

Katarak merupakan penyebab utama terjadinya kebutaan pada manusia yang dimanifestasikan berupa adanya kekeruhan pada lensa mata sehingga kekeruhan ini menyebabkan gangguan pada proses masuknya cahaya ke dalam mata (Astari, 2018).

e. Obat-Obatan

Pada penderita malaria diberikan obat klorokuin kinine dan apabila pemberian obat dilakukan tiap hari dengan dosis yang tinggi selama bertahun-tahun maka akan menimbulkan gangguan toksik pada mata yaitu kerusakan pada retina yang menyebabkan gangguan penglihatan sentral dan penciutan lapangan pandang perifer (Tommy Wibowo, 2021).

Terapi kortikosteroid merupakan salah satu factor yang menyebabkan penyakit penurunan tajam penglihatan berupa katarak dengan insidensi 22-58%. Pasien yang menjalani terapi berupa

kortikosteroid jangka panjang disarankan untuk melakukan pemeriksaan rutin dan skrining untuk meminimalisir efek samping pada pengobatan kortikosteroid jangka panjang minimal setiap enam bulan (Tommy Wibowo, 2021)

## **2.3 Katarak**

### **2.3.1 Definisi Katarak**

Katarak berasal dari Bahasa Yunani yaitu *Katarrhakies*, dan Latin *Cataracta* yang memiliki arti air terjun. Dalam bahasa Indonesia disebut bular dimana penglihatan seperti tertutup air terjun akibat lensa mata yang keruh. Katarak merupakan setiap keadaan kekeruhan pada lensa mata yang terjadi akibat hidrasi (penambahan cairan) pada lensa, denaturasi protein lensa mata, dan atau terjadi karena keduanya (Ilyas, 2017).

Pada umumnya kekeruhan berjalan progresif pada salah satu atau kedua belah mata, ataupun dapat tidak mengalami perubahan dalam waktu yang lama. Katarak pada umumnya merupakan penyakit pada usia lanjut, akan tetapi dapat juga akibat dari kelainan kongenital, ataupun penyakit mata local menahun. Berbagai macam penyebab dari penyakit katarak seperti glaucoma, ablasi, uveitis, retinitis pigmentosa bahkan trauma seperti trauma kimia dan trauma fisik (Budiman, 2021).

### **2.3.2 Epidemiologi Katarak**

Katarak atau kekeruhan lensa mata merupakan salah satu penyebab kebutaan mata terbanyak di Indonesia maupun di dunia. Perkiraan

insiden katarak adalah 0,1% setiap tahun diantara 1000 orang terdapat seorang penderita baru katarak. Penduduk Indonesia sendiri juga memiliki kecenderungan menderita katarak 15 tahun lebih cepat dibandingkan penduduk didaerah subtropis, sekitar 16-22% penderita katarak yang dioperasi berusia 55 tahun. Prevalensi katarak di Indonesia pada tahun 2013 berdasarkan hasil pemeriksaan petugas enumerator adalah sebesar 1,8%. Sementara pada Provinsi Lampung sendiri adalah sebesar 1,5% (Riskesdas, 2013).

Menurut WHO, katarak adalah penyebab kebutaan terbesar di seluruh dunia. Katarak menyebabkan kebutaan pada delapan belas juta orang diseluruh dunia dan diperkirakan akan mencapai angka empat puluh juta orang pada tahun 2020. Hampir 20,5 juta orang dengan usia di atas 40 yang menderita katarak, atau 1 dari 6 orang dengan usia diatas 40 tahun menderita katarak (*American Ophtalmology*, 2007).

### **2.3.3 Patofisiologi Katarak**

Perubahan fisik dan kimia dalam lensa mengakibatkan hilangnya transparansi. Perubahan dalam serabut halus multipel zonula yang memanjang dari badan siliar kesekitar daerah di luar lensa. Perubahan kimia dalam protein lensa dapat menyebabkan koagulasi, sehingga mengakibatkan pandangan dengan menghambat jalannya cahaya keretina (Vaughan, 2017).

Salah satu teori menyebutkan terputusnya protein lensa normal disertai influks air ke dalam lensa. Proses ini mematahkan serabut lensa yang

tegang dan mengganggu transmisi sinar. Teori lain mengatakan bahwa suatu enzim mempunyai peran dalam melindungi lensa dari degenerasi. Jumlah enzim akan menurun dengan bertambahnya usia dan tidak ada pada kebanyakan pasien yang menderita katarak (Vaughan, 2017).

#### **2.3.4 Klasifikasi Katarak**

Berdasarkan usia terjadinya, katarak dapat dibedakan dan diklasifikasikan menjadi katarak kongenital, katarak juvenile dan katarak sensil. Katarak kongenital terjadi dan terlihat pada usia dibawah 1 tahun, sementara katarak juvenile terjadi pada saat usia telah lewat dari 1 tahun, sedangkan katarak sensil terjadi pada usia lebih dari 50 tahun.

- a. Katarak Kongenital, adalah katarak yang mulai terjadi sebelum atau segera setelah lahir dan bayi berusia kurang dari satu tahun. Katarak kongenital sering ditemukan pada bayi yang dilahirkan oleh ibu-ibu yang menderita penyakit rubella, galaktosemia, homosisteinuri, diabetes mellitus, hipoparatiroidisme, toksoplasmosis, inklusi sitomegalik, dan histoplasmosis. Penyakit lain yang menyertai katarak kongenital biasanya merupakan penyakit-penyakit herediter seperti mikroftalmus, aniridia, koloboma iris, keratokonus, iris heterokromia, lensa ectopik, displasia retina, dan megalo kornea. Katarak kongenital disebabkan kelainan pada pembentukan lensa sebelum proses kelahiran. Katarak kongenital digolongkan dalam katarak kapsulolentikular di yaitu katarak kapsular dan polaris atau

katarak lentikular yaitu katarak kortikal atau katarak nuklear (Ilyas, 2017).

b. Katarak juvenil, adalah katarak yang mulai terbentuk pada usia kurang dari sembilan tahun dan lebih dari tiga bulan. Katarak juvenil biasanya merupakan penyulit penyakit sistemik ataupun metabolik dan penyakit lainnya seperti :

1 Katarak metabolik, seperti katarak diabetik, katarak galaktosemik, katarak hopikalsemik, katarak defisiensi gizi, katarak aminoasiduria, penyakit Wilson, dan katarak yang berhubungan dengan penyakit lain.

2 Katarak traumatik

3 Katarak komplikata seperti katarak degenerative, katarak anoksik, katarak radiasi, kelaian kongenital dan lain-lain.

c. Katarak senilis adalah katarak semua kekeruhan lensa yang terdapat pada usia lanjut, yaitu usia diatas 50 tahun. Tipe utama pada katarak senilis adalah katarak kortikal, katarak nuklear, dan katarak subkapsular posterior. Walaupn katarak sering diawali oleh tipe yang murni tersebut, mereka akan matang menjadi katarak campuran (James B, 2009).

Berdasarkan stadiumnya, katarak dapat dibagi menjadi 6 stadium yaitu:

a. Katarak Insipien

Katarak insipien merupakan katarak stadium dini yang menimbulkan gangguan visus. Kekeruhan pada katarak ini terjadi di bagian perifer berupa bercak kuneiformis pada koretks anterior dan

aksis masih relatif jernih. Pada stadium ini dapat terjadi myopia artifisial yang dimana penglihatan jauh menjadi kabur sedangkan untuk penglihatan dekat sedikit lebih membaik dibandingkan sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan indeks refraksi pada lensa pada stadium insipient (Nithasari, 2014).

b. Katarak Imatur

Katarak imatur memiliki lensa yang sebagian keruh tetapi belum mengenai seluruh lapisan lensa. Tekanan osmotik yang meningkat mengakibatkan bertambahnya volume lensa, sehingga menimbulkan glaukoma sekunder. Pada pemeriksaan uji bayangan iris akan menghasilkan *shadow test* menjadi positif (Nithasari, 2014).

c. Katarak Matur

Katarak matur memiliki kekeruhan yang telah mengenai seluruh lapisan lensa. Kekeruhan ini dapat terjadi karena deposisi ion  $Ca^{2+}$  yang menyeluruh. Katarak matur merupakan stadium lanjutan dari katarak imatur yang tidak ditangani (Amyndita, 2013).

d. Katarak Hiper matur

Katarak hiper matur merupakan katarak yang telah mengalami proses degenerasi lanjut yang dapat menjadi keras atau lunak dan mencair. Massa lensa yang mengalami degenerasi akan mencair dan keluar dari kapsul lensa sehingga ukuran lensa mengecil dan kapsul akan mengerut (Amyndita, 2013).

e. Katarak Morgagni

Katarak morgagni merupakan stadium katarak lanjut dari katarak hiper matur dimana likuefaksi total pada korteks menyebabkan inti masuk pada bagian inferior. Bila proses ini berlanjut dan diikuti oleh penebalan kapsul lensa, maka korteks yang berdegenerasi dan cair tidak dapat keluar dan membentuk kantung berwarna putih dengan nucleus yang terbenam dalam korteks lensa karena massa yang lebih berat (Amyndita, 2013).

### **2.3.5 Etiologi dan Faktor Resiko Katarak**

a. Usia

Seiring dengan pertambahan usia, lensa akan mengalami penuaan juga. Lensa memiliki keistimewaan berupa tumbuh terus menerus dan membentuk serat lensa yang arah pertumbuhannya konsentris. Tidak ada sel yang terbuang ataupun mati karena lensa ditutupi oleh serat lensa. Akibatnya, serat lensa yang tua akan berada di pusat lensa (nukleus) dan serat lensa yang muda akan berada tepat di bawah kapsul lensa (korteks).

Dengan bertambahnya usia, lensa akan bertambah berat, tebal, dan keras terutama pada bagian nukleus. Pengerasan pada nukleus lensa disebut dengan nuklear sklerosis. Selain itu, seiring dengan pertambahan usia, protein lensa pun mengalami perubahan kimia. Protein lensa yang awalnya larut air menjadi tidak larut air dan beragregasi membentuk protein yang memiliki berat molekul yang

besar. Hal ini menyebabkan transparansi lensa berkurang sehingga lensa tidak lagi meneruskan cahaya tetapi malah mengaburkan cahaya dan lensa menjadi tidak tembus cahaya (Ilyas, 2017).

b. Radikal bebas

Radikal bebas atau oksidan dapat mengakibatkan efek kerusakan pada lensa mata. Contoh zat-zat radikal bebas yang terdapat didalam lensa mata adalah hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), anion superoksida ( $O^{2-}$ ), radikal peroksil ( $ROO^+$ ), radikal lipid peroksil (LOOH), oksigen dan hidroksil (OH). Radikal bebas utama penyebab terjadinya patogenesis katarak pada lensa mata adalah  $H_2O_2$  (Fachri Ibrahim, 2019).

c. Merokok

Hasil penelitian El-Ghaffar, Azis, Mahmoud, dan Al-Balkini (2007), menyatakan bahwa nitrogen oksida (NO) yang menyebabkan katarak dengan mekanisme NO bereaksi secara cepat dengan anion superoksida untuk membentuk peroksinitrit sehingga terjadi nitratasi residu tirosin dari protein lensa. Hal ini dapat memicu peroksidasi lipid membentuk malondyaldehid. Malondyaldehid mempunyai efek inhibitor terhadap enzim-enzim antioksidan seperti katalase dan glutathion reduktase sehingga akan terjadi oksidasi pada lensa lalu akan terjadi kekeruhan pada lensa dan akhirnya membentuk katarak.

d. Defisiensi vitamin

Zat nutrisi tersebut merupakan antioksidan eksogen yang berfungsi menetralkan radikal bebas yang terbentuk pada lensa sehingga dapat

mencegah terjadinya katarak. Antioksidan berupa vitamin C dan vitamin E dan karotenoid merupakan antioksidan yang berpengaruh dalam proses pencegahan katarak yang sesuai dengan pathogenesis terbentuknya katarak (Fachri Ibrahim, 2019).

e. Dehidrasi

Lensa terdiri dari air sebesar 65%, protein sebesar 35%, dan sedikit mineral. Kandungan kalium merupakan yang tertinggi di lensa diantara jaringan lainnya. Bentuk lain berupa asam askorbat dan glutathion terdapat dalam bentuk tereduksi maupun teroksidasi. Perubahan keseimbangan elektrolit dapat menyebabkan kerusakan pada lensa. Hal ini disebabkan karena perubahan komposisi elektrolit pada lensa dapat menyebabkan kekeruhan pada lensa (Vaughan, 2017).

f. Trauma

Trauma dapat menyebabkan kerusakan langsung pada protein lensa sehingga timbul katarak (Gupta *et al.*, 2014).

g. Penyakit sistemik

Diabetes dapat menyebabkan perubahan metabolisme lensa. Tingginya kadar gula darah menyebabkan tingginya kadar sorbitol lensa. Sorbitol ini menyebabkan peningkatan tekanan osmotik lensa sehingga lensa menjadi sangat terhidrasi dan timbul katarak (Victor, 2009).

### **2.3.6 Gejala dan Tanda Katarak**

Gejala dan tanda yang dapat ditemukan menurut Ilyas (2017), pada katarak dapat berupa :

- a. Penurunan visus atau tajam penglihatan,
- b. Merasa silau bila terkena sinar matahari,
- c. Melihat halo (lingkaran disekitar cahaya),
- d. Terdapat titik hitam didepan mata,
- e. Berkabut atau berasap,
- f. Sukar melihat dimalam hari,
- g. Penglihatan ganda,
- h. Gangguan melihat warna,

### **2.3.7 Diagnosis dan Pemeriksaan Katarak**

- a. Pemeriksaan visus

Reflek langsung maupun tidak langsung pada pupil terhadap cahaya menunjukkan bahwa jalur saraf aferen dan eferen reflek pada pupil baik. Cara sederhana yang dapat dipakai untuk memeriksa reflek pupil ini yaitu digunakan untuk menilai keadaan saraf penglihatan bagian depan. Tetapi respon normal dari pemeriksaan ini belum dapat mengindikasikan bahwa pasien dapat melihat tetapi hanya menunjukkan penyampaian sinyal ke korteks. Jika cahaya senter pada salah satu mata mengakibatkan konstiksi pada kedua pupil berarti retina, nervus optikus, dan traktus optikus berfungsi dengan baik.

Tes tajam penglihatan digunakan untuk menentukan huruf terkecil yang dapat dibaca pada grafik standar (*Snellen Chart*) dengan jarak 6 meter jauhnya. Grafik khusus digunakan ketika pengujian pada jarak yang lebih pendek dari 6 meter. *Snellen Chart* terdiri dari serangkaian huruf kapital hitam dipapan putih, diatur dalam baris (Ilyas, 2017).

b. Ukuran Pupil

Pemeriksaan dan pengukuran pupil praoperasi perlu dilakukan untuk mengurangi adanya efek keluhan postoperasi. Pengukuran pupil dapat dilakukan dengan alat *Morton's pupillometer* yang merupakan alat ukur berupa strip yang memiliki banyak ukuran lubang untuk mengukur pupil (Melisa Sihite, 2019).

c. Keratometri

Keratometri merupakan alat yang digunakan untuk mengukur dan mendiagnostik ukuran radius anterior kurvatura kornea. Pemeriksaan keratometri tidak dapat digunakan apabila ditemukan permukaan kornea yang terdapat distorsi atau bentuk yang irregular (Melisa Sihite, 2019).

d. Pemeriksaan oftalmoskop

Pemeriksaan oftalmoskopi langsung atau pun tidak langsung dapat dipakai untuk mengetahui keadaan mata dan mempelajari karakteristik fisik dari retina dan nervus optikus. Media yang jernih dan juga retina yang utuh dengan nervus optikus yang normal dapat menunjukkan bahwa tajam penglihatan berfungsi secara baik.

e. Pemeriksaan *slit lamp*

Pemeriksaan dengan *slit lamp* dilakukan dengan cara melihat dilatasi dari pupil. Pemeriksaan ini memberikan gambaran mengenai morfologi kekeruhan (lokasi, ukuran, bentuk, pola warna, dan kepadatan dari nukleus) (Nanda dan Koecha, 2014). Pengelompokan berdasar pada konsistensi nukleus penting dalam menentukan parameter ekstraksi lensa teknik fakoemulsifikasi. Berdasarkan hasil pemeriksaan dengan metode *slit lamp*, konsistensi nukleus dapat dikelompokkan seperti tabel berikut ini :

**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan *Slit Lamp*

<b>Tingkat Konsistensi atau Kepadatan</b>	<b>Deskripsi Konsistensi</b>	<b>Warna Nukleus</b>
1	Lunak	Putih atau Kuning Kehijauan
2	Lunak Sedikit Padat	Kekuningan
3	Sedikit Padat	Kuning
4	Padat	Kecoklatan
5	Sangat Padat	Kehitaman

### 2.3.8 Jenis Operasi Katarak

a. *Intracapsular Cataract Extraction (ICCE)*

*Intracapsular Cataract Extraction (ICCE)* merupakan teknik pembedahan dengan cara mengeluarkan seluruh lensa bersama dengan kapsul. ICCE dilakukan pada zonula Zinn telah rusak atau mudah diputus. Pada katarak, ekstraksi intrascapular tidak akan terjadi katarak sekunder dan merupakan tindakan pembedahan yang

populer dan sangat lama. Tetapi pada teknik ini tidak boleh dilakukan atau memiliki kontraindikasi pada pasien yang berusia kurang dari 40 tahun, masih mempunyai segmen kapsular hyaloidea. Faktor penyulit yang dapat terjadi pada teknik pembedahan ini adalah astigmatisma, glaukoma, uveitis, endoftalmitis dan perdarahan. Teknik ini sekarang jarang dilakukan (Eva dan Whitcher, 2015).

b. *Extracapsular Cataract Extraction* (ECCE)

*Extracapsular Cataract Extraction* (ECCE) merupakan tindakan pembedahan pada lensa katarak yang dilakukan dengan mengeluarkan isi lensa dengan memecah atau merobek kapsul lensa anterior sehingga lensa dan korteks lensa dapat dikeluarkan melalui celah robekan tersebut. Teknik ini termasuk dalam golongan ekstraksi linear, aspirasi dan ligasi. Pembedahan ini dilakukan pada pasien katarak imatur, pasien dengan kelainan endotel, keratoplasti, implantasi lensa intraokular, kemungkinan yang akan dilakukan bedah glaucoma, kelainan mata dengan predisposisi untuk terjadinya prolaps badan kaca, mata yang menalami ablasi retina, mata dengan sitoid macula edema. Faktor penyulit yang dapat timbul pada teknik pembedahan ini yaitu dapat terjadinya katarak sekunder (Ilyas, 2017).

c. *Small Incision Cataract Surgery (SICS)*

*Small Incision Cataract Surgery (SICS)* merupakan teknik operasi katarak yang pada umumnya digunakan di negara berkembang. Teknik ini biasanya menghasilkan hasil visus yang cukup bagus dan sangat berguna untuk operasi katarak dengan volume yang tinggi. Teknik ini dilakukan dengan melakukan insisi 6 mm pada sklera (dengan jarak 2 mm dari limbus), kemudian dibuat tunnel sklera sampai dengan di bilik mata depan. Selanjutnya dilakukan hidrodiseksi, dan nukleus dikeluarkan dengan cara manual, korteks dikeluarkan dengan aspirasi dan irigasi kemudian dipasang IOL *in the bag* (Eva dan Witcher, 2015).

d. Fakoemulsifikasi

Fakoemulsifikasi merupakan teknik yang paling mutakhir. Hanya dengan melakukan irisan yang sangat kecil saja dan menggunakan getaran ultrasonic yang dapat menghancurkan nukleus lensa. Kapsul anterior lensa dikoyak dengan pisau lalu jarum ultrasonik ditusukkan ke dalam lensa, sekaligus menghancurkan dan menghisap lensa keluar. Cara ini dapat dilakukan dengan halus dan teliti sehingga kapsul posterior lensa dapat dibiarkan tanpa cacat. Dengan menggunakan teknik ini, maka sayatan dapat dibuat sekecil mungkin sehingga penyulit maupun iritasi pasca bedah sangat kecil. Irisan tersebut dapat pulih dengan sendirinya tanpa memerlukan jahitan sehingga memungkinkan pasien dapat melakukan aktivitas normal

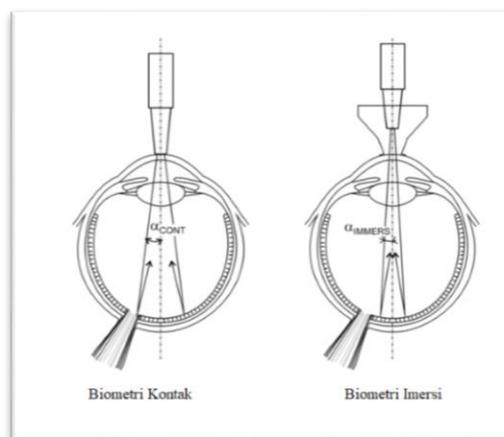
dengan segera. Teknik ini memiliki kekurangan yaitu kurang efektif pada katarak yang padat (Eva dan Whitcher, 2015).

## 2.4 Biometri

Terdapat 2 jenis teknik biometri yang ada pada saat ini yaitu biometri kontak (*ultrasound*) dan biometri optikal. Biometri ultrasound sendiri terdiri dari aplanasi dan imersi (*American Academy of Ophthalmology, 2009*).

### 2.4.1 Biometri Kontak

Prinsip pengukuran *Axial Length* (AXL) dengan biometri ultrasound adalah berdasarkan waktu yang diperlukan oleh gelombang ultrasound saat menuju *Inner Limmitung Membran* (ILM) retina serta kembali ke kornea. Biometri ultrasound mengukur AXL dari kornea ke membran limiting interna. Biometri ultrasound memerlukan kontak fisik dengan mata baik secara langsung (kontak atau aplanasi) maupun melalui cairan (imersi). Biometri ultrasound aplanasi dapat menyebabkan kesalahan pengukuran AXL akibat indentasi atau penekanan pada bola mata (Melisa Sihite, 2019).



**Gambar 4.** Pemeriksaan Biometri Kontak dan Imersi (Falhar, 2014)

Biometri imersi mengatasi kekurangan dari teknik aplanasi karena *probe ultrasound* sama sekali tidak menyentuh kornea sehingga menghindari indentasi. Faktor yang dapat mengurangi ketepatan pengukuran adalah akibat misal tidak sesuai dengan aksis visual. Teknik imersi ini juga dianggap kurang praktis karena memerlukan anestesi topikal, dan membutuhkan posisi berbaring telentang sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mempersiapkan pasien. Perbedaan pengukuran AXL antara teknik imersi dengan aplanasi mencapai 0,36 mm (Melisa Sihite, 2019).



Gambar 5. Hasil Pemeriksaan Biometri (Surya Darma, 2018)

#### 2.4.2 Biometri Optik

Teknologi ini serupa dengan ultrasound (A dan B-mode ), namun *optical coherence tomography* (OCT) ini tidak memerlukan kontak langsung dengan jaringan yang diperiksa dan teknologi ini mengukur echo delay dan intensitas dengan menggunakan sinar infra merah yang direfleksikan kembali dari permukaan jaringan internal. Berdasarkan teknik pengukuran optikal OCT ini disebut juga sebagai *Pericorneal*

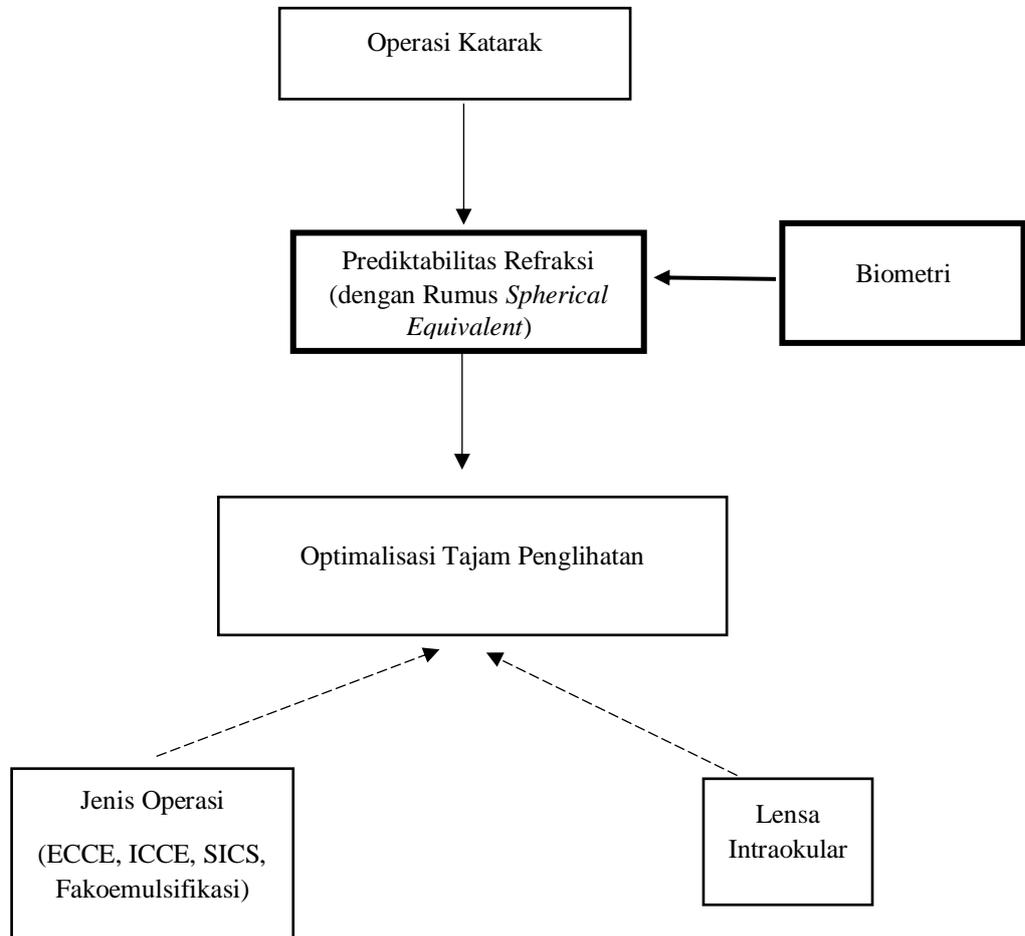
*Injection* (PCI). Kecepatan cahaya yang sangat tinggi menyebabkan waktu *echo delay* tidak dapat diukur secara langsung, oleh karena itu harus menggunakan teknik interferometri. Biometri ini telah digunakan dalam pengukuran AXL pada mata dengan lensa normal dan katarak, dan juga dapat mengukur ketebalan kornea. Teknik ini diperluas dan dikembangkan menjadi instrumen yang dikontrol oleh sistem komputer. Teknik ini mampu mengukur jarak intraokular yang tidak hanya paralel terhadap aksis visual namun juga pada sudut yang berbeda-beda. Tergantung pada jarak intraokular yang diukur, presisi alat ini adalah sebesar 0,3 mikron - 10 mikron. Teknologi biometri ini menggunakan sumber cahaya laser (*semiconductor diode laser*) dengan panjang gelombang 780 nm, dan mengukur AXL dari permukaan kornea sampai ke sel RPE (Melisa Sihite, 2019).

## 2.5 Formula Lensa Intra Okular

Pada awal diperkenalkan, hanya terdapat 2 jenis formula IOL yaitu (1) *Theoretical formula*, dimana formula ini diperoleh dari prinsip-prinsip teori optik dan geometrik berdasarkan penelitian pada mata buatan, dan (2) *Empirical formula*, yaitu formula yang diperoleh dari hasil analisa data-data retrospektif. Saat ini formula IOL merupakan gabungan dari teori dan pengamatan empiris sehingga disebut sebagai *hybrid* formula dan dibagi menjadi 4 generasi yang termasuk dalam generasi ke-3, mengeluarkan formula SRK/T dengan menambahkan faktor koreksi terhadap ketebalan retina (Tina Xia, Christine Martinez, Linda M. Tsai, 2020).

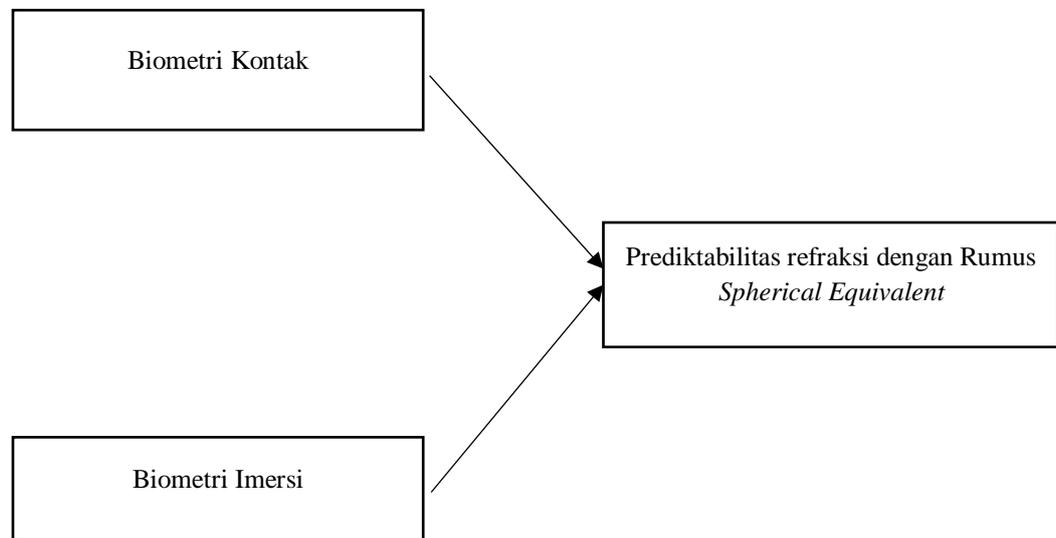
Untuk mendapatkan target refraksi yang tepat maka diperlukan formula yang tepat. Penelitian pada pasien katarak dengan miopia tinggi yang dilakukan oleh menyimpulkan bahwa formula SRK/T merupakan formula regresi generasi ke-3 yang memiliki reliabilitas tertinggi diantara formula lainnya, dimana 80,5% pasien memiliki prediktabilitas refaksi pada rentang kurang lebih 1D. Pada penelitian tersebut juga didapatkan data bahwa formula SRK/T menghasilkan prediktabilitas refraksi yang paling akurat pada AXL 25 mm - 28 mm (Wang, 2008).

## 2.6 Kerangka Teori



**Gambar 6.** Kerangka Teori

## 2.7 Kerangka Konsep



**Gambar 7.** Kerangka Konsep

## 2.8 Hipotesis Penelitian

Ho : Tidak terdapat perbedaan prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi pasien katarak di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung.

Ha : Terdapat perbedaan prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi pasien katarak di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan penelitian analitik komparatif, yaitu penelitian yang menggunakan perbandingan dari hasil akhir dari dua variabel independent terhadap variabel dependen. Penelitian ini menggunakan rekam medis sebagai alat ukurnya dan subjeknya adalah pasien katarak yang telah dioperasi dengan menggunakan biometri kontak atau biometri imersi di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung.

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

##### **3.2.1 Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada bulan April sampai bulan Mei 2023.

##### **3.2.2 Tempat Penelitian**

Pengambilan data sekunder berupa rekam medis tahun 2022 sampai 2023 yang dilakukan di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung.

### 3.3 Subjek Penelitian

#### 3.3.1 Populasi

Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah pasien katarak yang telah melakukan operasi katarak di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung.

#### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah pasien operasi katarak yang menggunakan biometrik kontak atau biometrik imersi yang melaksanakan operasi di Rumah Sakit Mata Permana Sari pada tahun 2022 sampai 2023. Metode pengambilan sampel yang dipilih yaitu menggunakan metode *non-probability sampling* dengan teknik *consecutive sampling*, yaitu semua subjek yang memenuhi kriteria akan dijadikan sebagai sampel secara berurutan dan dimasukkan dalam penelitian sesuai dengan periode yang telah ditentukan. Penentuan sampel dengan menggunakan rumus besar sampel analitik komparatif tidak berpasangan dengan data numerik :

$$n_1 = n_2 = 2 \left( \frac{(Z\alpha + Z\beta)S}{X_1 - X_2} \right)^2$$

$$n = 2 \left( \frac{(5\% + 20\%)0,22}{0,215} \right)^2$$

$$n = 17$$

#### Keterangan:

$Z\alpha$  = Kesalahan tipe I ditetapkan 5% sehingga tingkat kepercayaan penelitian 95%

- $Z\beta$  = Kesalahan tipe II 20% sehingga power penelitian 80%
- $S$  = Simpang baku gabungan adalah 0,22 D berdasar penelitian Wang L, dkk
- $X_1 - X_2$  = selisih minimal rerata yang dianggap bermakna (0,215 D)
- $n$  = Besar Sampel adalah 17 mata tiap kelompok

### 3.3.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

#### a. Kriteria Inklusi

1. Pasien Katarak Senil.
2. Menggunakan Biometri Kontak atau Biometri Imersi.
3. Hasil akhir visus setelah tiga minggu pasca operasi adalah 6/6 dengan dan atau tanpa koreksi
4. Memiliki *Axial Length* normal (22,5 - 24,0 mm).
5. Menggunakan teknik operasi Phacoemulsifikasi tanpa jahitan.

#### b. Kriteria Eksklusi

1. Terdapat kelainan di segmen posterior mata (Retinopati Diabetik, Glaukoma).

## 3.4 Variabel Penelitian

### 3.4.1 Variabel Independen

Variabel independent pada penelitian ini adalah biometri kontak dan biometri imersi.

### 3.4.2 Variabel Dependen

Variabel dependen pada penelitian ini adalah prediktabilitas refraksi dengan rumus *Spherical Equivalent* pada pasien operasi katarak yang menggunakan biometri optikal atau biometri kontak.

### 3.5 Definisi Operasional

**Tabel 2.** Defisini Operasional

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil	Skala
<b>Biometri</b>	Alat ukur yang digunakan untuk mengukur <i>Intraocular Lens</i> (IOL) pada pasien yang akan operasi katarak ( <i>American Academy of Optalmology,2009</i> )	Rekam medik biometri kontak dan biometri optikal	Observasi (Telaah Rekam Medik)	1 = Biometri Kontak 2 = Biometri Imersi	Nominal
<b>Prediktabilitas Refraksi (Spherical Equivalent)</b>	Hasil akhir refraksi setelah pasien dilakukan operasi dan dibandingkan target refraksi dengan hasil operasinya	Melihat hasil prediktabilitas refraksi akhir pada rekam medis dengan rumus <i>Spherical Equivalent</i>	Observasi dan Rumus <i>Spherical Equivalent</i>  SE = [Target refraksi – Hasil refraksi]	Dioptri (D)	Numerik
<b>Usia</b>	Usia pasien pada saat melakukan operasi katarak	Rekam Medik	Observasi (Telaah Rekam Medik)	1 = 36-45 tahun 2 = 46-55 tahun 3 = 56-65 tahun 4 = ≥66 tahun	Ordinal
<b>Jenis Kelamin</b>	Jenis kelamin pasien yang menjalankan operasi katarak	Rekam Medik	Observasi Rekam Medik	1 = Laki-Laki 2 = Perempuan	Ordinal

### 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

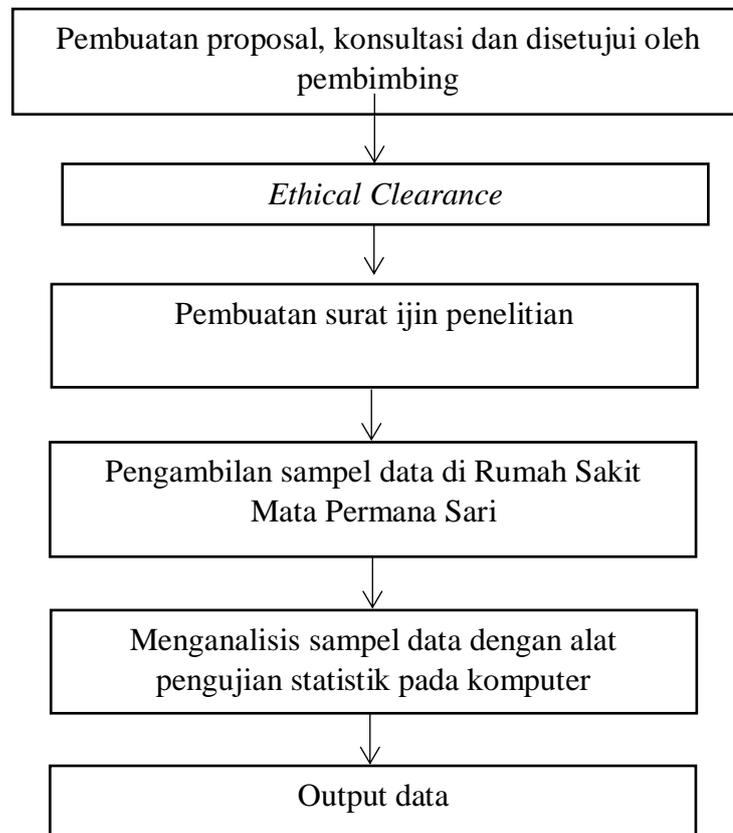
- a. Alat tulis,

- b. Rekam medis,
- c. Aplikasi penghitung data statistik.

### 3.7 Etika Penelitian

Etika Penelitian pada penelitian ini didapatkan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan surat persetujuan etik nomor 1210/UN26.18/PP.05.02.00/2023

### 3.8 Alur Penelitian



**Gambar 7.** Alur Penelitian

### 3.9 Analisis Data

#### 3.9.1 Analisis Univariat

Pengolahan dan analisis data menggunakan program analisis data pada perangkat komputer. Analisis ini digunakan untuk memperoleh gambaran distribusi frekuensi dari masing-masing variabel yang diteliti, baik variabel terikat maupun variabel bebas (Notoatmodjo, 2012). Memberikan kode pada setiap data variabel yang telah terkumpul, kemudian data yang telah dimasukkan diperiksa kembali untuk memastikan tidak ada kesalahan dalam proses input data.

#### 3.9.1 Analisis Bivariat

Analisa ini digunakan untuk mengetahui apakah ada hubungan yang signifikan antara dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat (Hastono, 2006). Analisis dilakukan dengan uji *Independent T Test* (X2) dengan derajat kepercayaan 95% dan nilai  $\alpha = 0,05$ . Variabel terikat dan variabel bebas dikatakan menunjukkan hubungan yang bermakna apabila nilai  $p < 0,05$ . Nilai  $p$  inilah yang akan menunjukkan apakah  $H_0$  penelitian ditolak atau diterima. Jika  $p < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak sedangkan jika  $p > 0,05$  maka  $H_0$  diterima (Dahlan, 2014). Suatu table menggunakan uji *Independent T Test* dengan syarat data berdistribusi normal dan sampel harus bebas atau independent. Apabila didapatkan data untuk kedua sampel tidak homogen dan berdistribusi tidak normal, dilakukan dengan uji hipotesis dengan uji Mann Whitney. (Dahlan, 2014).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung didapatkan kesimpulan berupa :

1. Predikabilitas refraksi pada biometri kontak dengan menggunakan rumus *spherical equivalent* adalah sebesar  $0,97 \pm 1,07D$ .
2. Prediktabilitas refraksi pada biometri imersi dengan menggunakan rumus *spherical equivalent* adalah sebesar  $0,38 \pm 0,29D$ .
3. Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pasca fakoemulsifikasi di Rumah Sakit Permana Sari Bandar Lampung.
4. Terdapat perbedaan yang bermakna secara klinis bahwa biometri imersi dua kali lipat lebih baik dibandingkan dengan biometri kontak.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan prediktabilitas refraksi biometri kontak dan biometri imersi pada pasien katarak pasca fakoemulsifikasi di Rumah Sakit Mata Permana Sari Bandar Lampung didapatkan saran bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian dengan sampel

yang lebih besar agar dapat mendapatkan hasil dan keakuratan yang lebih baik lagi dari penelitian ini. Selain itu diperlukan melakukan penelitian di lebih dari satu tempat dan diperlukan untuk mengambil data lebih dari satu kali agar tidak terjadi bias pada hasil penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Anni Nur. 2018. Kejadian Katarak Senelis Di Rumah Sakit Umum Daerah Tugurejo. Semarang : Higeia Journal of Public Health Research And Development.
- American Academy of Ophthalmology. 2011. Basic And Clinical Science Course Lens and Cataract. Section 11. San Francisco : American Academy Of Ophthalmology.
- Anizar. 2009. Teknik Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Industri. Yogyakarta: Graham Ilmu.
- Astari, Prilly. 2018. Katarak : Klasifikasi, Tatalaksana dan Komplikasi Operasi. Yogyakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Bariah, Mohd-Ali, Nazirin Arsad & Zainora Mohammed. 2012. Perbandingan Hasil Refraksi Pos Surgeri Katarak Menggunakan Pengukuran dari Teknik Imersi dan Biometri A-scan. Malaysia : Jurnal Sains Kesehatan Malaysia.
- Christine, Novita. 2014. Perbandingan Prediktabilitas Refraksi Biometri Imersi Terhadap Biometri Optikal Pasca Fakoemulsifikasi Pada Pasien Katarak Dengan Miopia Tinggi Tanpa Stafiloma Posterior. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Damara Andala, Yudistianil Kamal. 2014. *Accuracy of Immersion Biometry for Cataract Surgery in Refraction Division Cipto Mangunkusumo Hospital*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Departemen Kesehatan RI. 2017. Direktorat Bina Upaya Kesehatan Puskesmas. Hasil Survei Kesehatan Indonesia Penglihatan Dan Pendengaran Jakarta.
- Diah. M, Fitriah H. 2016. Katarak Junevil. Jakarta : INSPIRASI No XIV.
- Dubois L, Ledford KL, Daniels K, Campbell R, ED. 2006. Visual Acuity. In *Clinical Skills For The Ophthalmic Examination*. Atlanta : Slack Incorporated.
- Eleftheriadis H. 2003. IOL Master Biometry : Refractive results Of 100 Consecutive Cases. Br J Ophthalmology.
- Eva dan Witcher. 2015. Oftalmologi Umum. Jakarta : EGC.

- Fachri Ibrahim, Mohammad. 2019. Antioksidan dan Katarak. Jakarta : Jurnal Biomedika dan Kesehatan
- Falhar, Martin. 2014. *The Contact and Immersion Ultrasound Method Compared Using The Ray Tracing Method*. Olomouc : Optica Applicata.
- Glasser Adrian. 2003. In Hyperopia And Presbyopia, The Helmholtz Mechanism Of Accommodation. New York : Marcel Dekker.
- Gracia, Earlene. 2016. Hubungan Umur dan Jenis Kelamin dengan Angka Kejadian Katarak Di Instalasi Rawat Jalan (Poliklinik Mata) RSUP Prof. Dr. dr. R.D Kandou Mando Periode Juli 2015-Juli 2016. Jurnal Kedokteran Klinik : Manado
- Gupta VB, Rajagopala M, Ravishankar B. 2014. Etiopathogenesis Of Cataract: An Appraisal. Indian Journal Of Ophthalmology.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 2007, Buku Ajar Fisiologi Kedokteran, Edisi 11, EGC.
- Hadini, MA., Eso, A., dan Wicaksono. 2016. Analisis Faktor Resiko yang Berhubungan Dengan Kejadian Katarak Senilis di RSUD Bahteramas Tahun 2016. Kendari : Jurnal Medula.
- Ilyas, S. 2017. Ilmu Penyakit Mata. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- James, B. 2006 Ophthalmology Edisi 9. Jakarta : Erlangga.
- Julita. 2018. Pemeriksaan Tajam Penglihatan Pada Anak dan Refraksi Siklopegik. Padang : Fakultas Kedokteran Universitas Padang
- Kaufman Pl. Glasser A. 2012. Acomodation And Presbyopia In : Adlers's Physiology Of The Eye, 12 Th Edition. St. Louis Missouri : Mosby Inc.
- Kelly, S.P. Dan Jalil, A. 2011. Wrong Intraocular Lens Implant : Learning Frim Reported Patient Safety Incident. The Scientific Journal Of The Royal Col lege Of Ophthalmologists.
- Khurana, A.K. 2007. Clinical Methods In Ophthalmology, Fourth Edition. Comprehensive Ophthalmologi.
- Lang , GK. 2010. Ophthalmology A Short Textbook. New York : Thieme.
- Melisa Sihite, Pauline. 2019. Pemeriksaan Diagnostik Preoperasi dalam Operasi Katarak. Bandung : Fakultas Kedokteran Universitas Padjajaran
- Mescher, A. 2011. Histologi Dasar Junqueira : Teks & Atlas. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

- Nanda A., Kotecha A. 2014. How To Conduct A Slit Lamp Examination Set-Up.
- Riset Kesehatan Dasar. 2013. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI Tahun 2013. Jakarta : Riskesdas.
- Rogue, Manollet R. 2013. Chloroquine And Hydrochloroquine Toxicity. Diakses Dari [Http://Emedicine.Medscape.Com/Article/1229016-Overview#A1](http://Emedicine.Medscape.Com/Article/1229016-Overview#A1)
- Scanlon Peter H, Wilkinson Charles P, Aldington Stephen J, Matthew David R. 2009. A Practical Manual Of Diabetic Retinopathy Management. USA : Wiley-Blackwell.
- Sehu KW, Lee WR. 2005. Ophthalmic Pathology: An Illustrated Guide For Clinicians; 1st Edition. Oxford : Blackwell Publishing.
- Soekardi I. Dan Hutaaruk J.A. 2013. Transisi Menuju Fakoemulsifikasi, Langkah Langkah Menguasai Teknik & Menghindari Komplikasi. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia
- Surya Darma, Wioma. 2018. Tatalaksana *Refractive Surprise* pada Bedah Katarak Bilateral. Bandung : Universitas Padjajaran.
- Tina Xia, MD, Christine Martinez, and Linda M. Tsai. 2020. Update on Intraocular Lens Formulas and Calculation. Philadelphia : Asia Pac J Ophtalmology
- Vaughan And Absury's. 2017. General Ophthalmology. United States Of America.
- Victor, Ocampo. 2009. Cataract Senile. E Medicine.
- Wang JK, Hu CY, Chang SW. 2008. Intraocular Lens Power Calculation Using The IOL Master And Various Formulas In Eyes With Long Axial Length. J Cat aract Refract Surgery.
- Wibowo, Tommy. 2021. Toksisitas Okular Akibat Pemberian Obat-Obatan Sistemik. Bandung : Fakultas Kedokteran Universitas Padjajaran
- Wright KW, Hengst TC, Spiegel PH. 2013. Neuro-Ophthalmology : Pediatric Ophthalmology And Strabismus. New York : Springer.