

**HUBUNGAN KADAR HBA1C DENGAN VISUALOUTCOME PASCA
OPERASI PHACOEMULSIFIKASI
(Studi Observasional Analitik Pada Pasien Katarak di Sultan Agung Eye
Center)**

Skripsi

Untuk memenuhi persyaratan mencapai
gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

Vika Selfianna Rossanti

30101900198

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2024**

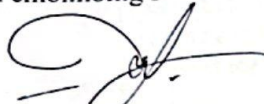
SKRIPSI
HUBUNGAN KADAR IBAIC DENGAN VISUAL OUTCOME PASCA OPERASI
PHACOEMULSIFIKASI
(Studi Observasional Analitik Pada Pasien Katarak di Sultan Agung Eye Center)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh
Vika Selfianna Rossanti
30101900198

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 15 November 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



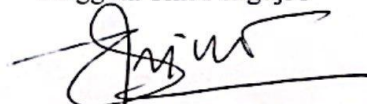
dr. Atik Rahmawati, Sp.M

Pembimbing II



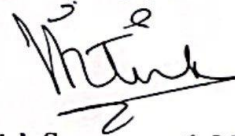
Dr. dr. Chodidjah, M.Kes

Anggota Tim Penguji I



dr. Christina Indrajati, Sp.M

Anggota Tim Penguji II



Prof. Dr. Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes

Semarang, 25 November 2024.

Fakultas Kedokteran
Universitas Islam Sultan Agung

Dekan,



Dr. dr. H. Setvo Trisnadi, Sp.KF., SH.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Vika Selfianna Rossanti

NIM : 30101900198

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi berjudul:

**“HUBUNGAN KADAR HBA1C DENGAN VISUAL OUTCOME PASCA
OPERASI PHACOEMULSIFIKASI (Studi Observasional Analitik Pada
Pasien Katarak di Sultan Agung Eye Center”**

adalah benar hasil karya saya dan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan Tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau Sebagian besar karya tulus orang tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan Tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Semarang, 25 November 2024
Yang menyatakan,



Vika Selfianna Rossanti

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**HUBUNGAN KADAR HBA1C DENGAN VISUAL OUTCOME PASCA OPERASI PHACOEMULSIFIKASI (Studi Observasional Analitik Pada Pasien Katarak di Sultan Agung Eye Center**” sebagai persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, SH, Sp.KF selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. dr. Atik Rahmawati, Sp.M dan Dr. dr. Hj. Chodidjah, M.Kes. selaku dosen pembimbing I dan II yang telah sabar meluangkan waktu dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. dr. Christina Indrajati, Sp.M dan Prof. Dr. Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes selaku dosen penguji I dan II yang telah dengan sabar meluangkan waktu dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Direktur dan staf RSI Sultan Agung Semarang yang telah mengizinkan dan membantu peneliti dalam pengambilan data penelitian skripsi ini.
5. Kedua orang tua tercinta saya Bapak Susatyo Budi Yahono dan Ibu Sri

Hariningsih yang telah memberikan doa, semangat, dan dukungan baik secara moral, material maupun spiritual yang tiada henti dan penuh kasih sayang dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini dan tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, civitas akademika Fakultas Kedokteran Islam Sultan Agung Semarang, dan menjadi salah satu sumbangan untuk dunia ilmiah dan kedokteran.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 25 November 2024

Vika Selfianna Rossanti

DAFTAR SINGKATAN ISTILAH

| | |
|-------|----------------------|
| AR | : Aldose Reduktase |
| DM | : Diabetus Melitus |
| HBA1C | : Hemoglobin A1c |
| H2O2 | : Hidrogen Peroksida |
| O2 | : Oksigen |



DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| SURAT PERNYATAAN | iii |
| PRAKATA..... | iv |
| DAFTAR SINGKATAN ISTILAH..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| INTISARI..... | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.3.1. Tujuan Umum | 5 |
| 1.3.2. Tujuan Khusus:..... | 5 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 6 |
| 1.4.1. Manfaat Teoritis..... | 6 |
| 1.4.2. Manfaat Praktis | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1. Katarak..... | 7 |
| 2.1.1. Definisi | 7 |
| 2.1.2. Etiologi..... | 8 |
| 2.1.3. Patofisiologi | 10 |
| 2.1.4. Faktor Resiko | 15 |
| 2.1.5. Tanda dan Gejala..... | 16 |
| 2.1.6. Diagnosis..... | 16 |
| 2.2. Operasi Phacoemulsifikasi | 17 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.3. | Visual Outcome | 20 |
| 2.4. | Faktor yang mempengaruhi Visual Outcome Pasca Operasi..... | 21 |
| 2.5. | Kadar Gula Darah | 22 |
| 2.6. | Hubungan Visual Outcome Pasca Phacoemulsifikasi dengan HbA1c | 25 |
| 2.7. | Kerangka Teori | 27 |
| 2.8. | Kerangka Konsep..... | 27 |
| 2.9. | Hipotesa | 28 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 29 |
| 3.1. | Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian | 29 |
| 3.2. | Variabel dan Definisi Operasional..... | 29 |
| 3.2.1. | Variabel Penelitian | 29 |
| 3.2.2. | Definisi Operasional..... | 29 |
| 3.3. | Populasi dan Sampel..... | 30 |
| 3.3.1. | Populasi Penelitian | 30 |
| 3.3.2. | Sampel Penelitian..... | 31 |
| 3.3.3. | Teknik Pengambilan Sampling | 32 |
| 3.4. | Instrumen Penelitian | 33 |
| 3.5. | Cara Penelitian | 33 |
| 3.5.1. | Perencanaan..... | 33 |
| 3.5.2. | Pengumpulan data..... | 33 |
| 3.5.3. | Pengelolaan data dan analisis data | 34 |
| 3.6. | Alur Penelitian | 35 |
| 3.7. | Tempat dan Waktu..... | 36 |
| 3.8. | Analisis Data Penelitian..... | 36 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | | 37 |
| 4.1. | Hasil Penelitian | 37 |
| 4.1.1. | Hasil Analisis Univariat | 37 |
| 4.1.2. | Hasil Analisis Bivariat | 40 |
| 4.2. | Pembahasan..... | 41 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 46 |

| | |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan | 46 |
| 5.2. Saran | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN..... | 55 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|-----------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Kerangka Teori | 27 |
| Gambar 2.2. Kerangka Konsep | 27 |
| Gambar 3.1. Alur Penelitian | 35 |



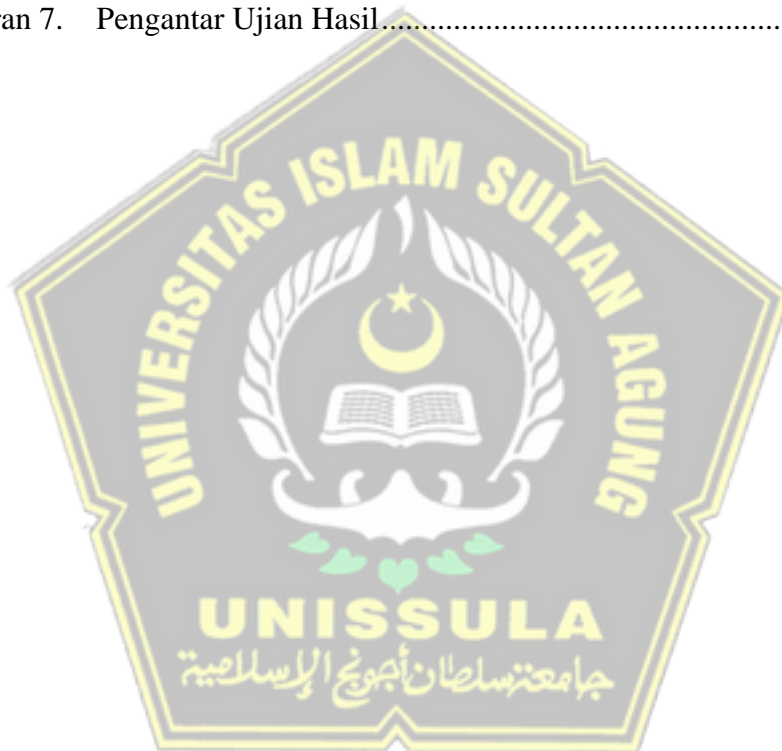
DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1. Karakteristik sampel..... | 37 |
| Tabel 4.2. Distribusi Visual Outcome..... | 38 |
| Tabel 4.3. Hasil Uji Spearmann | 40 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|----|
| Lampiran 1. | Daftar sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi..... | 55 |
| Lampiran 2. | Analisis Data | 56 |
| Lampiran 3. | Ethical Clearance..... | 59 |
| Lampiran 4. | Surat Izin Penelitian | 60 |
| Lampiran 5. | Surat Keterangan Selesai Penelitian..... | 62 |
| Lampiran 6. | Dokumentasi Penelitian..... | 63 |
| Lampiran 7. | Pengantar Ujian Hasil..... | 64 |



INTISARI

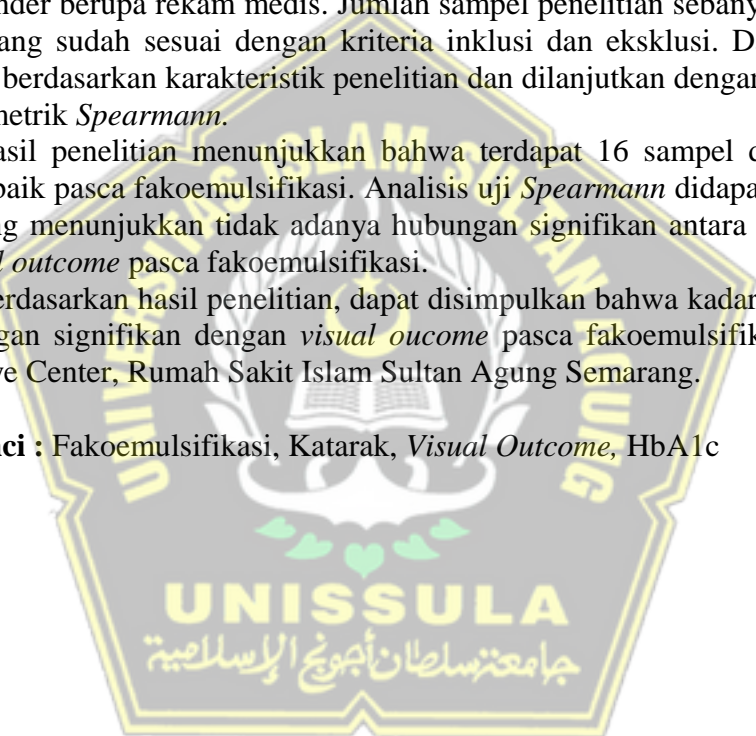
Katarak adalah keadaan dimana lensa mata menjadi keruh. Diabetes melitus merupakan faktor risiko terjadinya kekeruhan lensa dan dapat berpotensi pengembalian visus yang tidak optimal pasca fakoemulsifikasi. Salah satu *gold standart* dalam diagnosis diabetes mellitus adalah dengan tes kadar HbA1c. Penelitian ini bertujuan untuk mencari hubungan antara kadar HbA1c dan *visual outcome* pasca fakoemulsifikasi di Sultan Agung Eye Center, Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang.

Penelitian menggunakan jenis penelitian observasional analitik dan menggunakan rancangan penelitian *cross sectional*. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa rekam medis. Jumlah sampel penelitian sebanyak 20 sampel katarak yang sudah sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Data penelitian dianalisis berdasarkan karakteristik penelitian dan dilanjutkan dengan uji alternatif non parametrik *Spearman*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 16 sampel dengan *visual outcome* baik pasca fakoemulsifikasi. Analisis uji *Spearman* didapatkan nilai $p = 0,135$ yang menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara kadar HbA1c dan *visual outcome* pasca fakoemulsifikasi.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kadar HbA1c tidak berhubungan signifikan dengan *visual outcome* pasca fakoemulsifikasi di Sultan Agung Eye Center, Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang.

Kata kunci : Fakoemulsifikasi, Katarak, *Visual Outcome*, HbA1c



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kekeruhan pada lensa maata disebut katarak. Kekeruhan ini menyebabkan penghalang bagi cahaya masuk ke mata, hal ini mengakibatkan gangguan dalam penglihatan dan jika tidak di tangani dengan baik dapat menyebabkan kebutaan (Sari et al., 2018). Penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa prevalensi katarak cenderung meningkat antara 3 – 9% pada rentang usia 55 – 64 dan mencapai 6% pada usia lebih dari 80 tahun. Katarak sering juga dikaitkan dengan kondisi sistemik seperti diabetes mellitus atau perilaku merokok. Katarak perlu segera ditangani agar mencegah risiko kebutaan yang berakibat pada penurunan kualitas sumber daya manusia dan berkurangnya produktivitas sehari-hari, selain itu juga menghindari biaya pengobatan yang cukup besar. (Nabila, 2022).

Keadaan diabetes melitus dapat berpotensi menimbulkan efek negatif pada mata, pembuluh darah, saraf serta komplikasi lain. Hal ini dapat mempengaruhi hasil visual pasca operasi katarak dan dapat menyebabkan pengembalian visus yang tidak optimal (Christanty, 2018). Sartiwi & Yusuf (2019) dalam penelitiannya menjelaskan diabetes melitus dapat menyebabkan terjadinya katarak. Terdapat hubungan antara kontrol gula darah dan durasi diabetes dan ketajaman penglihatan pascaoperasi. Operasi katarak bertujuan untuk memperbaiki ketajaman penglihatan pasien dan

meningkatkan kualitas hidup pasien katarak.

Berdasarkan Global data on Visual Impairment 2010 oleh World Health Organisation (WHO) 2012, Katarak merupakan penyebab utama kebutaan dan penyebab kedua gangguan penglihatan di dunia. Pada tahun 2020, katarak menjadi penyebab kebutaan terbanyak pada usia 50 tahun ke atas, dengan 15,2 juta kasus. Di Indonesia, prevalensi kebutaan pada penduduk berusia 50 tahun ke atas mencapai 3,0% pada periode 2013–2016, dan 77,7% dari kasus tersebut disebabkan oleh katarak (Kemenkes RI, 2018).

Untuk mengembalikan penglihatan akibat katarak yaitu dengan dilakukannya operasi katarak. Katarak terkenal dengan kasusnya yang tinggi dalam menyebabkan kebutaan, termasuk di Indonesia (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Operasi katarak bertujuan untuk memperbaiki tajam penglihatan dan meningkatkan kualitas hidup pasien. Operasi katarak pada penderita diabetes melitus (DM) dianggap berisiko tinggi sehingga membutuhkan perhatian khusus. Beberapa komplikasi yang mungkin terjadi meliputi endoftalmitis, perdarahan di corpus vitreous, neovaskularisasi iris, serta penurunan atau hilangnya penglihatan (Javadi, 2008). Kadar glukosa yang tinggi dalam darah menyebabkan terjadinya katarak. Menurut beberapa penelitian yang dilakukan oleh Fadhil (2019), jalur poliol mempunyai peran dalam terjadinya katarak pada pasien diabetes mellitus. Kumpulan sorbitol di dalam sel dapat memberikan dampak pada kondisi hiperosmotik, yang kemudian dapat mempengaruhi kemampuan

infus cairan untuk menyeimbangkan gradien osmotik. Kondisi ini menyebabkan kerusakan dan pelunakan serat lensa, yang nantinya menghasilkan kekeruhan pada lensa. Terlebih lagi, stres osmotik yang disebabkan oleh penumpukan sorbitol di lensa dapat memicu proses apoptosis pada sel epitel lensa, yang kemudian dapat menyebabkan perkembangan katarak.

Penelitian sebelumnya menjelaskan mengenai hubungan antara kontrol gula darah pasca operasi katarak pada pasien diabetes melitus dengan visual outcome. Wang dan Cheng (2014) melakukan penelitian pada pasien yang menjalani operasi katarak phacoemulsifikasi dan hasil visual yang statistik tidak berhubungan dengan tingkat HbA1c pada setiap titik waktu. Sartiwi melakukan penelitian (Sartiwi & Yusuf, 2019b) bahwa adanya hubungan signifikan antara ketajaman penglihatan dan kadar gula darah pada pasien katarak. Sebanyak 53,2% pasien pasca operasi katarak diabetikum yang ada di RSUD Sawahlunto memiliki visus buruk. Studi yang dilakukan oleh Erizon menjelaskan bahwa visus terbaik yang dapat dicapai pasien pada satu minggu setelah operasi adalah 20/40. Ketajaman penglihatan setelah operasi katarak tidak dipengaruhi oleh usia dan komplikasi intraoperasi, namun dipengaruhi dengan adanya komplikasi postoperasi (Erizon, 2019). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Ariningrat dkk (2017) menerangkan bahwa menurut uji statistik yang telah dilakukan terdapat perbedaan yang signifikan dalam ketajaman penglihatan pascaoperasi antara pasien katarak diabetikum dengan riwayat diabetes lebih

dari 15 tahun dan yang memiliki riwayat diabetes kurang dari 15 tahun. Diketahui bahwa kontrol gula darah dan durasi menderita diabetes mempengaruhi ketajaman penglihatan setelah operasi. Pasien yang menderita diabetes mellitus lebih dari 15 tahun, biasanya tajam penglihatan pasca operasi lebih buruk dibandingkan pasien dengan diabetes melitus kurang dari 15 tahun, Hal ini terkait dengan peningkatan risiko terjadinya retinopati setelah operasi. Penelitian yang dilakukan oleh Rahani Ayu tahun 2019, terdapat hubungan antara kadar gula darah yang terkontrol dengan ketajaman penglihatan pada pasien pascaoperasi katarak diabetes. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pasien diabetes cenderung mengalami lebih banyak komplikasi pascaoperasi katarak dibandingkan dengan pasien non-diabetes, terutama akibat inflamasi pascaoperasi yang lebih parah dan penurunan ketajaman penglihatan. Komplikasi-komplikasi tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas penglihatan pada pasien diabetes lebih buruk dibandingkan dengan pasien tanpa diabetes.

Dengan melihat uraian diatas, diketahui bahwa modalitas terapi utama pada pasien katarak dengan dilakukanya operasi, namun ketajaman penglihatan pasca operasi katarak dapat di pengaruhi oleh kadar gula dalam darah. Penelitian terkait kadar HbA1c masih terbatas. Oleh karena itu, peneliti ingin meneliti hubungan antara kadar HbA1c dan visual outcome pasca operasi katarak pada pasien diabetes mellitus di poli mata Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan diteliti adalah “Apakah ada hubungan antara kadar HbA1C dan visual outcome pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak di poli mata Rumah Sakit Islam Sultan Agung ? “

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Penelitian ini memiliki tujuan umum untuk mengetahui hubungan antara kadar HbA1C dan visual outcome pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak di Sultan Agung Eye Center.

1.3.2. Tujuan Khusus:

1.3.2.1. Untuk mengetahui kadar HbA1C pada pasien katarak di Sultan Agung Eye Center.

1.3.2.2. Untuk mengetahui *visual outcome* pada pasien Diabetes Mellitus pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak di Sultan Agung Eye Center.

1.3.2.3. Untuk mengetahui keeratan hubungan kontrol kadar gula darah dengan visual outcome pasca operasi phacoemulsifikasi di poli mata Rumah Sakit Islam Sultan Agung.

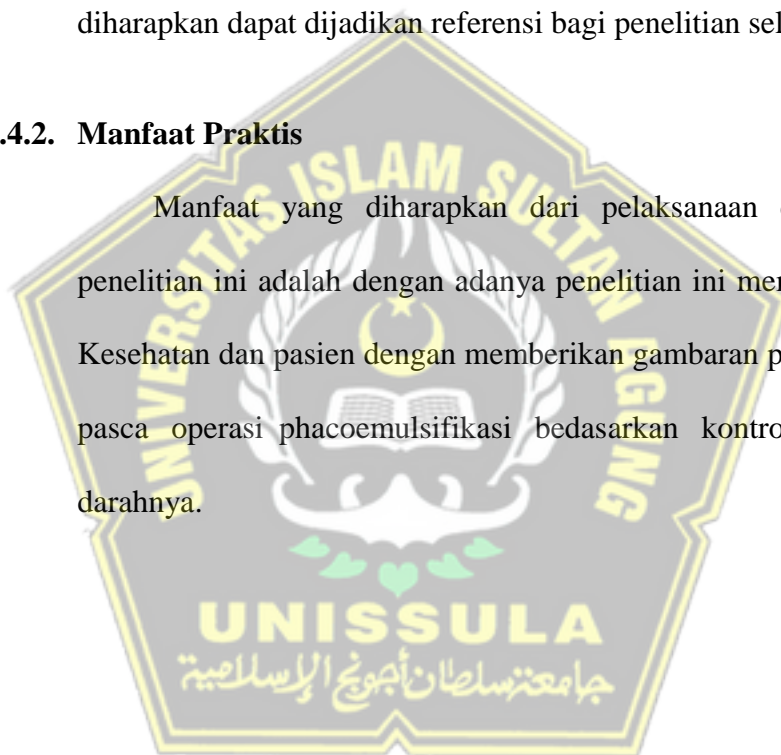
1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan memberikan informasi terbaru mengenai hubungan antara kontrol kadar gula darah dengan visual outcome pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak dan hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya.

1.4.2. Manfaat Praktis

Manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan dan publikasi penelitian ini adalah dengan adanya penelitian ini membantu tenaga Kesehatan dan pasien dengan memberikan gambaran prognosis visus pasca operasi phacoemulsifikasi berdasarkan kontrol kadar gula darahnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Katarak

2.1.1. Definisi

Katarak adalah kondisi dimana lensa mata mengalami kekeruhan yang menyebabkan gangguan penglihatan, sehingga sangat sulit untuk melihat detail halus dengan jelas. Penglihatan beberapa orang hanya sedikit terpengaruh, sedangkan yang lain mungkin kehilangan penglihatan mereka dengan sangat cepat.

Katarak umumnya menyerang individu yang berusia 50 tahun keatas dan semakin meningkat seiring bertambahnya umur. Sekitar 20 dari 100 masyarakat berumur antara 65 - 74 tahun mengalami katarak, sementara lebih dari 50 dari 100 orang yang berusia di atas 74 tahun terpengaruh oleh kondisi ini (Asbell dkk, 2015).

Sekitar 18 juta orang di seluruh dunia mengalami kebutaan karena katarak adalah penyebab utamanya. Kondisi ini cenderung berkembang pada usia lebih muda dan terjadi 2 hingga 5 kali lebih berisiko pada pasien diabetes, sehingga kehilangan penglihatan berdampak signifikan pada populasi pekerja.(Klein dkk, 2015)

Secara umum, diperkirakan sekitar 20% dari semua prosedur katarak dilakukan pada pasien diabetes. Penelitian epidemiologi menunjukkan bahwa penyebab paling umum gangguan penglihatan pada pasien diabetes adalah katarak, yang lebih sering terjadi pada

pasien yang lebih tua dan memiliki tingkat operasi yang lebih tinggi. Studi Wisconsin menunjukkan bahwa insiden kumulatif selama sepuluh tahun untuk operasi katarak mencapai 27% pada pasien dengan diabetes awal dan 44% pada pasien dengan diabetes yang lebih tua (Klein, Klein, & Moss, 2018).

Walaupun kemajuan dalam operasi katarak telah menghasilkan peningkatan hasil secara signifikan, tidak semua pasien diabetes mendapatkan hasil yang sama-sama positif. Beberapa penelitian mencatat bahwa operasi katarak pada pasien diabetes bisa menyebabkan efek samping, seperti retinopati, perdarahan vitreous, neovaskularisasi iris, juga penurunan atau kehilangan penglihatan. (Aiello dkk, 2013).

2.1.2. Etiologi

Beberapa faktor yang bertanggung jawab untuk mengembangkan katarak meliputi (Rong dkk, 2019):

- a. Katarak kongenital, bisa terjadi bilateral atau unilateral penelitian mendapatkan hasil bahwa adanya hubungan yang cukup erat antara katarak kongenital dengan nutrisi ibu, infeksi (Rubella dan Rubeola), dan kekurangan oksigen akibat terjadinya perdarahan plasenta.
- b. Katarak senilis, termasuk jenis katarak yang paling sering disebabkan oleh penuaan dan sering muncul pada orang yang berusia lebih dari empat puluh tahun..

c. Cedera traumatis (Vlastra dkk, 2019): Penyebab paling umum dari katarak unilateral pada semua usia.

- Trauma tajam
- Trauma tumpul: dapat mengakibatkan opasitas berbentuk motif yang khas pada lensa mata
- Sengatan listrik: Merupakan penyebab katarak yang jarang, yang menyebabkan kekeruhan putih susu difus dan kepingan salju seperti kekeruhan, terkadang dengan distribusi subkapsular berbentuk bintang
- Radiasi ultraviolet: jika intensitas jarang menyebabkan pengelupasan sejati kapsul lensa anterior dan katarak
- Radiasi ionisasi: Penggunaan radiasi untuk pengobatan tumor okular atau intervensi kardiologis dapat menyebabkan kekeruhan subkapsular posterior pada lensa mata.
- Cedera kimia: naftalena, talium, laktosa, galaktosa

d. Penyakit Sistemik: Seperti distrofi miotink, neurofibromatosis tipe 2 dan dermatitis atopik

e. Penyakit Endokrin (Sugawa dkk, 2019): Kretinisme, Hipoparatiroidisme dan diabetes mellitus.

f. Penyakit Mata Primer:

- Uveitis anterior kronis: penyebab paling umum dari katarak sekunder

- Penutupan sudut kongestif akut: dapat menyebabkan kekeruhan subkapsular atau kapsul anterior abu-abu-putih kecil, glaukomflecken
 - Miopia yang tinggi: Dapat menyebabkan kekeruhan di bagian bawah lensa belakang dan awal munculnya sklerosis inti, yang bisa memperparah kelainan penglihatan pada kondisi miopia.
 - Distrofi fundus herediter: Beberapa kondisi seperti retinitis pigmentosa, Leber amaurosis kongenital, atrofi girat, dan sindrom Stickler bisa menghasilkan kekeruhan pada lensa bagian belakang dan depan.
- g. Obat-obatan: Kortikosteroid dan inhibitor antikolinesterase masing-masing dapat menyebabkan kekeruhan subkapsular posterior dan anterior.
 - h. Nutrisi yang buruk (Yanshole dkk, 2019): diet yang kekurangan antioksidan dan vitamin
 - i. Gangguan penggunaan alkohol
 - j. Merokok

2.1.3. Patofisiologi

Terdapat berbagai mekanisme telah diusulkan menjadi pathogenesis dari katarak pada kasus diabetes mellitus.

2.1.3.1. Jalur poliol

Telah dijelaskan bahwa jalur poliol, yang melibatkan enzim aldose reduktase (AR) dalam proses perubahan glukosa menjadi sorbitol, memainkan peran penting dalam mekanisme perkembangan katarak. (Kador dkk, 2016). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menjelaskan peran jalur AR dalam proses ini. Dengan peningkatan intraseluler sorbitol akan terjadi efek hiperosmotik yang dapat menghasilkan serat lensa hidropik yang berdegenerasi dan membentuk katarak (Pollreisz & Schmidt-Erfurth, 2020). Produksi sorbitol pada pasien diabetes (dibandingkan dengan pasien nondiabetes) berlangsung lebih cepat daripada yang dapat diubah menjadi fruktosa oleh enzim sorbitol dehydrogenase. Penghapusan sorbitol intraseluler melalui difusi juga dicegah karena karakter polarnya. Efek hiperosmotik tercipta ketika akumulasi sorbitol menghasilkan infus cairan. Akhirnya, penelitian pada hewan telah menunjukkan bahwa akumulasi poliol intraseluler menyebabkan pencairan serat lensa yang mengakibatkan pembentukan kekeruhan lensa (Kinoshita, 2014). Dalam penelitian Oishi dkk, ditemukan bahwa kadar AR dalam sel darah merah pasien di bawah usia 60 dan dengan durasi pendek DM memiliki korelasi positif dengan

prevalensi katarak subkapsular posterior. Selain itu, korelasi negatif dilaporkan antara tingkat AR dalam eritrosit dan kepadatan sel epitel lensa, yang diketahui lebih rendah pada penderita diabetes daripada nondiabetik. Temuan ini menunjukkan bahwa AR mungkin berperan dalam patomekanisme ini (Oishi dkk, 2016).

2.1.3.2. Stres osmotik dan oksidatif

Faktor lain yang menyebabkan perkembangan katarak yang cepat adalah stres osmotik yang dihasilkan dari pembengkakan luas serat lensa kortikal. Ini terutama berlaku pada pasien muda yang menderita diabetes mellitus tipe 1 (Šimunović dkk, 2018). Stres di retikulum endoplasma (ER) dapat disebabkan oleh perubahan kadar glukosa, yang memicu respons protein yang tidak menghasilkan oksigen reaktif, yang mengakibatkan kerusakan stres oksidatif pada serat lensa. Stres osmotik yang dihasilkan dari akumulasi sorbitol memicu pembentukan radikal bebas (Mulhern dkk, 2017). Selain itu, glikasi protein lensa dapat terjadi sebagai akibat dari peningkatan kadar glukosa dalam humor air, yang pada gilirannya mengarah pada pembentukan produk akhir glikasi lanjutan (AGEs) (Stitt, 2015). Radikal bebas oksida nitrat (NO), yang dapat mempercepat pembentukan

peroksinitrit dan berkontribusi pada kerusakan sel karena sifat pengoksidatifnya, adalah faktor lain yang meningkatkan kadar hidrogen peroksida (H_2O_2) dalam humor akuos pasien diabetes. Reaksi Fenton juga menyebabkan pembentukan radikal hidroksil ($OH\cdot$) yang masuk ke dalam lensa (Bron et al., 2013). Namun, lensa diabetes telah meningkatkan kerentanan terhadap stres oksidatif karena kapasitas antioksidannya yang terganggu. Radikal superoksida ($O_2\cdot^-$) diuraikan menjadi H_2O_2 dan oksigen oleh enzim superoxide dismutase (SOD), enzim yang memiliki konsentrasi antioksidan tertinggi di lensa. Telah ada beberapa penelitian pada hewan baik secara *in vitro* ataupun *in vivo* yang menunjukkan bahwa SOD memiliki sifat perlindungan terhadap pembentukan katarak pada individu dengan diabetes mellitus (Papadimitriou dkk, 2016).

Sejumlah penelitian telah menjelaskan bahwa tekanan osmotik pada lensa akibat penumpukan sorbitol dapat menyebabkan proses apoptosis pada sel epitel lensa yang menyebabkan terjadinya katarak. Kontrol glikemik yang cepat juga dapat meningkatkan efek ini pada lensa dengan menciptakan lingkungan hipoksia yang mengurangi enzim pelindung dan meningkatkan radikal oksidatif. Ekspresi AR

yang tinggi dapat merupakan faktor risiko yang mempengaruhi lensa terhadap distorsi dalam pensinyalan melalui jalur kinase yang diatur sinyal ekstraseluler dan jalur c-Jun N-terminal kinase-yang masing-masing terlibat dalam pertumbuhan sel dan apoptosis, sehingga mengubah keseimbangan yang diperlukan untuk homeostasis lensa (Snow dkk, 2015). Temuan ini menunjukkan bahwa gangguan dalam osmoregulasi dapat membuat lensa rentan terhadap peningkatan terkecil dalam stres osmotik yang dimediasi AR, yang berpotensi mengarah pada pembentukan katarak progresif.

2.1.3.3. Autoimunitas

Mekanisme lain yang baru-baru ini diusulkan adalah hipotesis autoimun pada katarak diabetes tipe 1 bilateral akut. Para penulis menemukan bahwa autoantibodi insulin menjadi positif dalam waktu tiga bulan setelah memulai pengobatan insulin, yang bertepatan dengan waktu di mana katarak mulai muncul. Mereka menyarankan bahwa kemungkinan ada proses autoimun yang menyebabkan katarak bilateral akut pada penderita diabetes melitus, yang perlu diteliti lebih lanjut (Papadimitriou dkk, 2016).

Jenis katarak yang terlihat pada pasien diabetes juga telah diselidiki. Yang paling umum adalah tipe senilis.

Namun, katarak snowflake, yang merupakan ciri khas DM, sangat umum terjadi pada penderita diabetes tipe 1. Katarak subkapsular posterior juga telah terbukti secara signifikan terkait dengan diabetes. Penelitian telah menunjukkan bahwa penderita diabetes memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami katarak kortikal, yang terkait dengan lamanya mereka menderita diabetes. Peningkatan kadar hemoglobin terglikasi juga terbukti berhubungan dengan risiko katarak nuklear dan kortikal (Klein, Klein, & Lee, 2018).

2.1.4. Faktor Resiko

Komplikasi awal dari penyakit diabetes mellitus adalah terjadinya katarak. Klein dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pasien dengan diabetes mellitus 2-5 kali lebih mungkin untuk terkena katarak daripada yang tidak terkena diabetes; risiko ini dapat mencapai 15-25 kali pada penderita diabetes yang berusia kurang dari 40 tahun. Bahkan gangguan glukosa saat puasa (IFG), kondisi pra-diabetes, telah dianggap sebagai faktor risiko untuk pengembangan katarak kortikal. Dalam sebuah penelitian dari Iran, mengevaluasi 3.888 pasien diabetes tipe 2 yang bebas dari katarak pada kunjungan awal dan melaporkan tingkat pembentukan katarak sebesar 33,1 per 1000 orang-tahun pengamatan setelah rata-rata tindak lanjut 3,6 tahun (Janghorbani & Amini, 2014).

2.1.5. Tanda dan Gejala

Kehilangan penglihatan karena katarak biasanya terjadi secara bertahap. Itulah mengapa gejala katarak sering tidak terasa dan tidak menyebabkan rasa nyeri atau gejala serupa. Penglihatan orang menjadi semakin kabur dan redup, seolah-olah mereka melihat melalui kabut. Kontras dan warna menjadi kurang jelas seiring berjalannya waktu. Beberapa orang menjadi sangat sensitif terhadap sinar matahari atau cahaya terang lainnya. Penglihatan yang buruk meningkatkan risiko jatuh dan melukai diri sendiri. Visi spasial juga terpengaruh (Petersen & Bach, 2013).

Terkadang orang yang memakai kacamata tiba-tiba bisa melihat lebih baik tanpa kacamata. Hal ini disebabkan oleh perubahan kekuatan lensa mata mereka, yang mempengaruhi kemampuan untuk fokus pada objek pada jarak yang berbeda. Peningkatan penglihatan tanpa kacamata tidak bertahan lama (Olson dkk, 2017).

2.1.6. Diagnosis

Ada banyak alasan mengapa penglihatan mengalami penurunan fungsi dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, kemungkinan penyebab lain perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum katarak dapat didiagnosis. Dimulai dengan menanyakan gejala dan riwayat kesehatan umum pasien. Kemudian pasien akan menjalani beberapa tes mata untuk mengetahui seberapa besar penglihatan pasien

terpengaruh dan apa saja yang mungkin menjadi penyebab gejala.

Lensa mata diperiksa menggunakan slit lamp. Pemeriksaan mata melalui mikroskop dengan bantuan garis atau celah cahaya yang langsung menyinari mata. Hal ini memungkinkan untuk melihat dari dekat lensa dan bagian-bagian mata di belakang lensa. Untuk melihat bagian belakang mata biasanya dibantu menggunakan obat untuk melebarkan pupil. Kemudian pupil akan melebar dalam beberapa jam. Selama waktu ini sulit untuk fokus dengan benar dan mata akan lebih sensitif terhadap cahaya dan silau. Efek ini bisa bertahan lebih lama pada beberapa orang (Saxena dkk, 2014).

2.2. Operasi Phacoemulsifikasi

Phacoemulsifikasi adalah salah satu metode bedah yang paling banyak dilakukan untuk ekstraksi lensa intraokular dan merupakan salah satu prosedur yang paling aman dan efektif untuk tujuan ini (Murano et al., 2008). Teknik tersebut dikembangkan dan dipatenkan oleh Dr. Kelman dan Anton Banko pada tahun 1967 (Kowalczuk et al., 2019). Prosedur phacoemulsifikasi diawali dengan anestesi topikal dengan meneteskan proparakain tetes pada permukaan mata. Dilanjutkan membuka lensa mata dengan membuat sayatan mikro menggunakan pisau bedah kemudian dilanjutkan dengan proses memecah lensa yang keruh dengan bantuan ultrasonik dan mengekstraksi pecahan yang dihasilkan.

Sebagai pengganti lensa yang diekstraksi, lensa dengan parameter optik yang dipilih dengan tepat ditanamkan. Phacoemulsifikasi dapat

digunakan pada setiap tahap perkembangan katarak. Salah satu keuntungan utama dari teknik ini adalah sayatan kecil biasanya menutup sendiri, yang secara efektif mempersingkat masa pemulihan (Qian, 2021).

Prosedur operasi katarak phacoemulsifikasi dapat dibagi menjadi empat tahap (Day et al., 2016):

1. Insisi kornea: insisi yang ideal harus kecil, netral astigmatis dan bebas jahitan. Ini dapat dilakukan melalui sayatan di terowongan scleral atau di kornea bening (Packer et al., 2015). Insisi kornea bening, yang ditempatkan di depan arkade vaskular limbal, adalah yang paling umum digunakan oleh dokter spesialis mata karena kemampuannya menutup sendiri dan implantasi *intraocular lens* (IOL) yang dapat dilipat (Taban et al., 2015). Ukuran sayatan, yaitu lebar sekitar 2,8 mm sebagai standar, dengan opsi hingga 2 mm dan lebih kecil.
2. Capsulorhexis: Prosedur yang ditujukan untuk menghancurkan jaringan kristal. Energi ultrasonik ditransmisikan melalui probe genggam yang dilengkapi dengan ujung titanium atau baja. Ini bergetar dan memungkinkan probe berotasi dan bertindak cepat terhadap massa lensa. *Continuous circular capsulotomy* (CCC) adalah metode emulsifikasi yang paling populer. Ini memberi dokter mata kantong kapsul utuh untuk

implantasi IOL, diperkenalkan oleh Gimbel dan Neuhann pada pertengahan 1980-an, dan memberikan banyak manfaat.

3. Phacosculpture: Lensa difragmentasi (diemulsikan) menggunakan ultrasonik dan dikeluarkan melalui instrumen yang sama setelah fraksinasi dengan aspirasi. Teknik yang paling umum untuk ekstraksi lensa adalah awalnya memecah lensa menjadi empat kuadran dan kemudian mengaspirasi setiap kuadran secara terpisah (Lam et al., 2016). Teknik ini umumnya menggabungkan empat langkah dasar dan dimulai dengan pemahatan nukleus yang dalam hingga tersisa pelat posterior nukleus yang sangat tipis. Langkah selanjutnya terdiri dari rekahan tepi nukleus dan pelat posterior nukleus dengan tekanan lateral menggunakan probe dan spatula. Langkah yang sama diulangi setelah memutar inti sebesar 90° untuk memecah bagian berbentuk baji dari inti untuk emulsi. Prosedur ini diselesaikan dengan mengemulsi setiap bagian persegi secara sistematis.
4. Implantasi IOL: Setelah phacoemulsifikasi, kapsul posterior dibiarkan utuh untuk menopang IOL, yang menggantikan lensa yang keruh. Lensa akrilik adalah lensa yang paling umum digunakan karena memiliki indeks bias yang lebih

tinggi dan mempertahankan sebagian besar keunggulan sifat fisik lensa polymethyl methacrylate. Tang atau injektor yang dirancang khusus digunakan sebagai perangkat penyisipan untuk implantasi IOL. Koreksi daya bias, tergabung dalam IOL multifokal yang baru ditemukan, memungkinkan visualisasi gambar dekat dan jauh pada retina. Oleh karena itu, pasien dapat memperoleh manfaat dari pemulihan penglihatan yang signifikan tanpa bantuan kacamata setelah operasi katarak (Packer et al., 2014).

2.3. Visual Outcome

Tes ketajaman visual merupakan salah satu bagian dari pemeriksaan oftalmologis yang komprehensif. Tujuan dari tes ketajaman visual adalah untuk mengetahui kejernihan atau ketajaman penglihatan. Pengujian ketajaman visual memeriksa kemampuan pasien untuk membedakan optotipe yang berbeda (huruf atau simbol yang dapat dikenali) pada jarak standar. Proses ini membutuhkan banyak jalur fungsi, termasuk cahaya yang mencapai retina dengan refraksi yang tepat, kesehatan retina, dan kapasitas hilir untuk mentransfer dan menafsirkan rangsangan visual (Levenson & Kozarsky, 2020).

Pada 1800-an, ada langkah untuk membakukan pengujian visual, yang mengarah pada pembentukan beberapa grafik ketajaman visual dengan optotipe yang berbeda. Yang pertama dan masih paling banyak digunakan

saat ini adalah grafik Snellen. Grafik pengujian lain yang dikembangkan sekitar waktu itu termasuk grafik Tumbling E, grafik Landolt C, dan grafik Allen. Baru-baru ini, grafik LogMAR (juga dikenal sebagai grafik ETDRS) telah mendapatkan dukungan. Bagan LogMAR memberikan hasil yang lebih akurat jika dibandingkan dengan bagan ketajaman visual lainnya, dan hasilnya lebih mudah digunakan dalam analisis penglihatan, menjadikannya bagan pilihan dalam studi klinis (Kaiser, 2019). Menurut WHO standar untuk hasil visual di mana penglihatan yang baik adalah 6/6 hingga 6/18, Borderline Vision kurang dari 6/18 hingga 6/60 dan penglihatan buruk kurang dari 6/60.

Ada banyak alasan bahwa seseorang dapat memiliki ketajaman visual yang berbeda-beda. Salah satu penyebab paling umum dari gangguan penglihatan adalah kesalahan refraksi, seperti miopia (rabun jauh) dan hyperopia (rabun dekat). Penyebab lain gangguan penglihatan yaitu astigmatisme, ambliopia, ablasi retina, degenerasi makula, iskemia, katarak, glaukoma, abrasi kornea, atau cedera traumatis lainnya. Pengujian ketajaman visual sangat penting karena banyak dari faktor-faktor ini dapat diuntungkan dari intervensi dini. Sangat penting untuk menentukan ketajaman visual terbaik yang dikoreksi individu (Virgili dkk, 2018).

2.4. Faktor yang mempengaruhi Visual Outcome Pasca Operasi

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketajaman mata setelah melakukan operasi mata katarak yaitu:

- a. Faktor pre-operasi: faktor-faktor yang mempengaruhi

ketajaman mata sebelum melakukan operasi seperti katarak, glaucoma, degenerasi macula, ablasio retina, miopi, hingga diabetes mellitus.

- b. Faktor saat operasi: faktor-faktor yang mempengaruhi ketajaman mata saat melakukan operasi seperti alat yang digunakan untuk operasi, teknik operasi, lama operasi, operator, dan komplikasi selama operasi berlangsung.
- c. Faktor pasca operasi: faktor faktor yang mempengaruhi ketajaman mata setelah melakukan operasi seperti perawatan pasca operasi (AmrinaRosyada, 2013).

2.5. Kadar Gula Darah

Faktor seperti diet, olahraga, obat-obatan, dan kondisi patologis yang terkait dengan diabetes dapat menyebabkan fluktuasi kadar glukosa darah. Kondisi akut atau kronis yang mengancam jiwa dapat disebabkan oleh kadar glukosa darah yang terlalu tinggi atau rendah. Tes glukosa darah di fasilitas klinik dapat mencakup GDK dan pemeriksaan glukosa plasma melalui darah vena, tetapi tes glukosa darah di rumah biasanya disebut tes glukosa darah kapiler (GDK) (Sarwar et al., 2010). Ketika keadaan kadar gula dalam darah jauh diatas nilai normal kondisi ini disebut dengan hiperglikemia, sebaliknya ketika kadar gula mengalami penurunan dibawah normal kondisi ini disebut dengan hipoglikemia.

Terdapat berbagai jenis pemeriksaan gula darah (Sherwani et al., 2016):

1) Tes GDS (Gula Darah Sewaktu)

Tes gula darah sewaktu dapat dilakukan kapan saja tanpa perlu berpuasa dan tanpa memerhatikan kapan terakhir makan. Tujuan tes ini dilakukan adalah untuk mengukur kadar glukosa darah pada jam tertentu secara acak. Penderita dapat dikatakan positif mengidap diabetes jika hasil tes gula darah sewaktu menunjukkan kadar gula 200 mg/dL atau lebih.

2) Tes GDP (Gula Darah Puasa)

Untuk menjalani tes gula darah puasa, pasien harus berpuasa selama delapan jam sebelum diambil sampel darah untuk mengetahui tingkat glukosa darah mereka saat berpuasa. Sebuah hasil tes gula darah puasa yang menunjukkan kadar gula darah di bawah 100 mg/dL dianggap normal; namun, hasil tes gula darah di antara 100 dan 125 mg/dL dianggap prediabetes; dan hasil tes gula darah puasa 126 mg/dL atau lebih menunjukkan diagnosis diabetes positif.

3) Tes GD2PP (*post prandial*)

Tes gula darah setelah makan dilakukan dua jam setelah pasien makan, biasanya dilakukan setelah tes gula darah puasa. Kadar gula darah akan meningkat sepuluh menit setelah makan dan mencapai puncaknya setelah dua jam. Setelah dua hingga tiga jam, kadar gula darah akan turun kembali ke kondisi normal. Kemampuan tubuh untuk mengontrol kadar gula dalam

darah, yang terkait dengan jumlah dan sensitivitas insulin, dapat digambarkan dengan tes ini. Hasil tes toleransi glukosa di bawah 140 mg/dL menunjukkan kadar gula darah masih normal; hasil tes post prandial di antara 140 dan 199 mg/dL menunjukkan kondisi prediabetes; dan hasil tes dengan kadar gula 200 mg/dL atau lebih menunjukkan diagnosis diabetes positif.

4) Tes HbA1C (*Glycated Hemoglobin Test*)

Tes hemoglobin A1c (HbA1c) adalah pengukuran jumlah gula darah (glukosa) yang melekat pada hemoglobin. Hemoglobin adalah bagian dari sel darah merah yang membawa oksigen ke seluruh tubuh dari paru-paru (Gilstrap et al., 2019). Ketika tubuh tidak dapat menggunakan gula dengan benar, glukosa, atau gula, menempel pada sel darah merah, itu menyebabkan HbA1c meningkat. Jika terlalu banyak gula dalam darah maka kadar HbA1c juga tinggi. Sel darah merah memiliki masa aktif selama sekitar 2-3 bulan maka pemeriksaan tes HbA1c sebaiknya dilakukan setiap tiga bulan sekali. Tes ini juga dapat digunakan untuk mendiagnosis diabetes.

Menurut *American Diabetes Association* (ADA), diagnosis diabetes dapat melalui salah satu dari berikut ini: Tingkat HbA1c 6,5% atau lebih tinggi; Kadar glukosa plasma puasa 126 mg/dL (7,0 mmol/L) atau lebih tinggi (tidak ada asupan kalori

selama minimal 8 jam); Kadar glukosa plasma dua jam 11,1 mmol/L atau 200 mg/dL atau lebih tinggi selama 75 g OGTT; Glukosa plasma acak 11,1 mmol/L atau 200 mg/dL atau lebih tinggi pada pasien dengan gejala hiperglikemia (poliuria, polidipsia, polifagia, penurunan berat badan) atau krisis hiperglikemik.

2.6. Hubungan Visual Outcome Pasca Phacoemulsifikasi dengan HbA1c

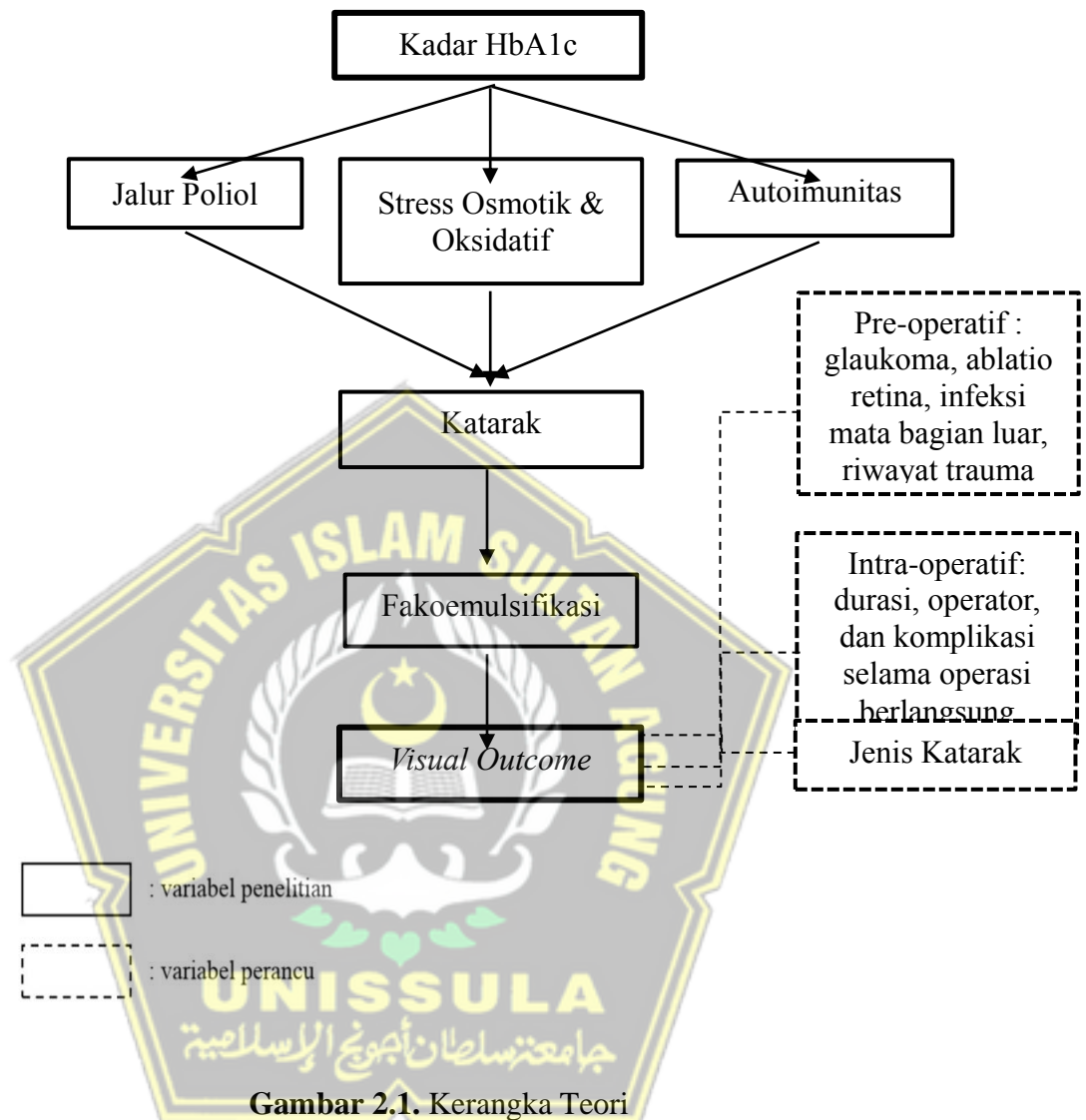
Mengidentifikasi faktor-faktor yang terkait dengan hasil visual yang baik dapat membantu memprediksi VO pasca operasi katarak. Visus adalah ukuran prognostik yang signifikan dan mungkin berguna dalam mengevaluasi tajam penglihatan pasca pembedahan. Visus pra operasi yang buruk dapat menunjukkan komorbiditas mata, baik yang menjadi penyebab utama seperti ambliopia, penyakit makula atau kornea maupun sebagai penyebab sekunder seperti uveitis anterior katarak, yang dapat membatasi potensi visual setelah operasi. Penurunan Visus pra-operasi juga dapat mencerminkan katarak yang lebih parah, yang dapat meningkatkan risiko komplikasi intraoperatif dan pasca-operasi seperti ruptur kapsul, edema makula dan mempengaruhi VO pasca operasi (Jeganathan et al., 2017).

Pada penelitian yang dilakukan Mittra dkk (2013) tentang *retinopathy progression and visual outcomes after phacoemulsification in patients with diabetes mellitus* menyebutkan pasien dengan diabetes menunjukkan bahwa ada atau tidak adanya retinopati diabetik sangat berpengaruh terhadap hasil

visual pasca operasi. Tingkat keparahan retinopati diabetik juga bisa menjadi krusial, meskipun belum terdapat penelitian yang memiliki ukuran sampel yang cukup besar untuk mendeteksi efek tersebut secara signifikan. Beberapa faktor mungkin terlibat dalam peran retinopati diabetik. Retinopati diabetik dapat membatasi VO pasca operasi melalui patologi yang sudah ada sebelumnya, khususnya iskemia makula, diabetic makula edema (DME) dan/atau penyakit proliferaif. Pada mata dengan retinopati diabetik, operasi katarak juga dapat memicu DME dan dapat mempercepat perkembangan retinopati diabetik dengan phacoemulsifikasi dibandingkan dengan ekstraksi ekstrakapsular. Dalam mengevaluasi kegunaan atau waktu ekstraksi katarak, faktor-faktor ini harus ditimbang terhadap manfaat visualisasi retina yang lebih baik untuk memantau retinopati diabetik (Mittra et al., 2013).

Dalam penelitian Ostri (2012), karakteristik sistemik, terutama HbA1C, tidak berhubungan secara signifikan dengan pencapaian hasil visual yang baik. Untuk individu dengan diabetes, masalah kontrol glikemik sering menimbulkan kekhawatiran karena penyembuhan luka yang tertunda, peningkatan infeksi dan risiko perkembangan retinopati diabetik. Konsisten dengan laporan sebelumnya, menemukan bahwa kadar HbA1C awal bukanlah faktor signifikan. Meskipun kontrol glikemik sistemik jangka panjang tetap penting dalam manajemen diabetes, sehubungan dengan hasil visual setelah operasi katarak, efek independen dari penyakit mata diabetes yang dihasilkan mungkin kurang signifikan (Ostri et al., 2012)

2.7. Kerangka Teori



2.8. Kerangka Konsep



Gambar 2.2. Kerangka Konsep

2.9. Hipotesa

Ada hubungan antara kadar HbA1C dengan visual outcome pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak di Sultan Agung Eye Center.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain penelitian *cross sectional*.

3.2. Variabel dan Definisi Operasional

3.2.1. Variabel Penelitian

3.2.1.1. Variabel Bebas

Kadar HbA1c

3.2.1.2. Variabel Tergantung

Visus Pasca Operasi Katarak

3.2.2. Definisi Operasional

3.2.2.1. Kadar HbA1c

Pengukuran kadar gula darah yang dilakukan untuk menilai rerata tingkat gula darah dalam selama 3 bulan terakhir melalui pemeriksaan kadar HbA1c yang didapatkan dari data sekunder atau rekam medis. Hasil intepretasi kadar gula darah sebagai berikut:

- Normal = < 5,7
- Prediabetes = 5,7-6,5
- Diabetes = > 6,5

Skala data: Ordinal

3.2.2.2. Visus Pasca Operasi Katarak

Kemampuan fungsi penglihatan atau visus pasien yang dinyatakan dalam bentuk angka. Pada penelitian ini akan dilakukan penilaian visus penglihatan berdasarkan data BCVA (*Best Corrected Visual Acuity*) yang didapatkan dari data sekunder atau rekam medis. Hasil interpretasi tersebut ialah (Lee et al., 2022):

- Visus baik $\geq 6/12$
- Visus kurang baik $< 6/12$

Skala data: Nominal

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi Penelitian

3.3.1.1. Populasi Target

Populasi target dari penelitian ini adalah pasien katarak

3.3.1.2. Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau penelitian ini adalah pasien katarak yang menjalani operasi phacoemulsifikasi di RS Islam Sultan Agung Eye Center pada bulan Januari – Desember 2022.

3.3.2. Sampel Penelitian

Sampel dari penelitian ini adalah pasien katarak yang menjalani operasi phacoemulsifikasi didapatkan dari data sekunder atau rekam medis yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, adapun kriterianya adalah :

3.3.2.1. Kriteria Inklusi

1. Pasien Diabetes Mellitus
2. Pasien terdiagnosis katarak senilis dengan data rekam medis lengkap
3. Usia pasien ≥ 55 tahun
4. Pasien menjalani operasi phacoemulsifikasi
5. Pasien yang melakukan pemeriksaan kada gula darah HbA1C dalam kurun waktu 3 bulan sebelum operasi
6. Melakukan pemeriksaan visus minimal 3 minggu pasca operasi.

3.3.2.2. Kriteria Eksklusi

1. Pasien yang mengalami komplikasi pasca operasi katarak seperti glaukoma, uveitis, dan infeksi mata bagian luar.
2. Pasien dengan riwayat trauma mata sebelumnya
3. Rekam medis tidak lengkap

3.3.3. Teknik Pengambilan Sampling

Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini ialah *Purposive Sampling*. Metode ini menggunakan pembatasan berdasarkan pertimbangan yang sudah ditentukan dalam kriteria inklusi dan eksklusi. Sampel yang dipilih merupakan pasien katarak dengan diabetes yang menjalani operasi katarak di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang. Penentuan ukuran sampel dari populasi penelitian ini akan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n = Z\alpha^2 \times P \times Q / d^2$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,532 \times 0,98}{(0,1)^2}$$

$$n = 20,02$$

$$n = 20$$

Keterangan

n = Jumlah subyek minimal

$Z\alpha^2$ = Deviat baku alfa (1,960)

P = Proporsi variabel penelitian sebelumnya (Sartiwi &

Yusuf,2019b)

d = derajat akurasi/presisi mutlak (10%) (Hendra, 2018)

Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini ialah *Purposive Sampling* dimana pengambilan sampel disesuaikan dengan kriteria inklusi dan eksklusi oleh peneliti hingga jumlah sampel minimum terpenuhi. Dari perhitungan yang dilakukan sesuai rumus, maka ukuran sampel minimum dalam penelitian ini

sebesar 20 orang.

3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan catatan rekam medis (RM). Catatan rekam medis digunakan untuk mengumpulkan data kadar gula darah dan visus pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang Eye Center pada bulan Januari– Desember 2022.

3.5. Cara Penelitian

3.5.1. Perencanaan

1. Peneliti mengajukan surat izin penelitian yang berasal dari Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung.
2. Pengajuan izin untuk melakukan penelitian kepada Direktur Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang.
3. Pendekatan formal pada Kepala Ruang Rekam Medik Rumah Sakit Islam Sultan Agung.
4. Pendekatan formal pada petugas Rekam Medik Rumah Sakit Islam Sultan Agung.

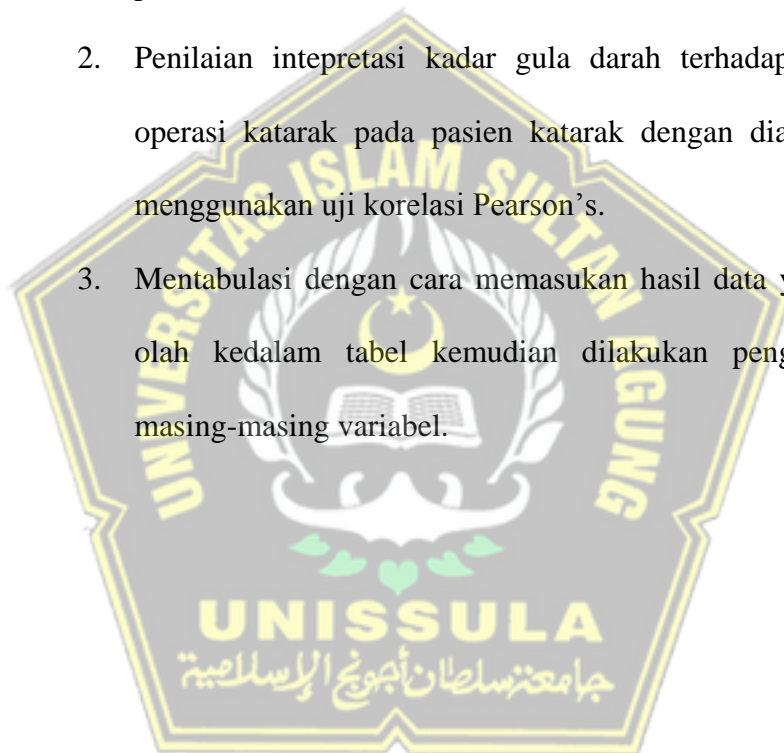
3.5.2. Pengumpulan data

1. Pengambilan data rekam medis mengenai pasien katarak dengan diabetes melitus yang melakukan pemeriksaan kontrol kada gula darah sewaktu pasca operasi katarak.

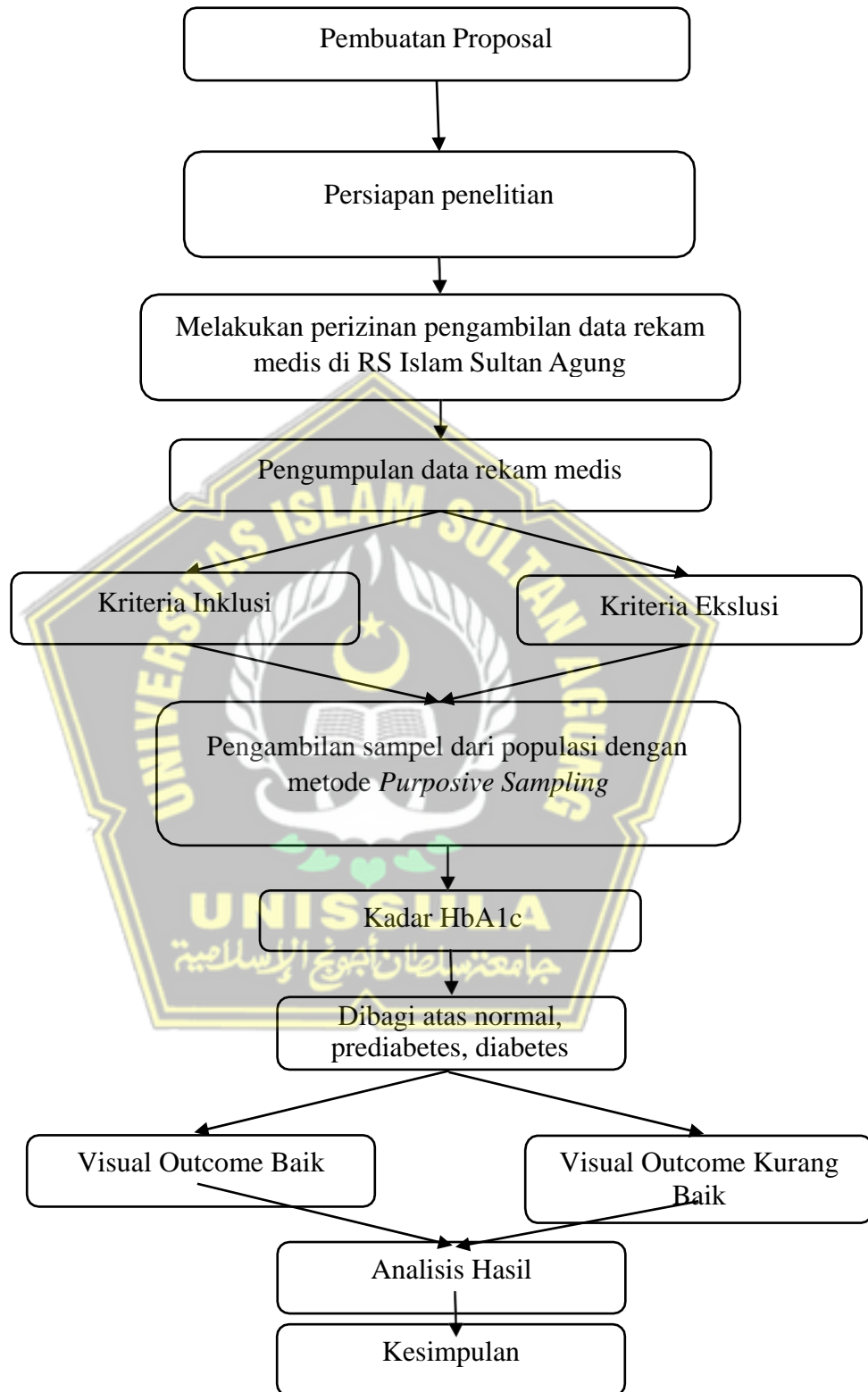
2. Pengambilan data rekam medis mengenai pemeriksaan visus pasca operasi katarak.

3.5.3. Pengelolaan data dan analisis data

1. Melakukan *Editing*, *Coding* dan *Entry* data yang didapatkan dari rekam medis pasien sebagai sumber data sekunder pada penelitian ini.
2. Penilaian interpretasi kadar gula darah terhadap visus pasca operasi katarak pada pasien katarak dengan diabetes melitus menggunakan uji korelasi Pearson's.
3. Mentabulasi dengan cara memasukan hasil data yang sudah di olah kedalam tabel kemudian dilakukan pengukuran pada masing-masing variabel.



3.6. Alur Penelitian



Gambar 3.1. Alur Penelitian

3.7. Tempat dan Waktu

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan selama dua bulan yaitu pada bulan Januari sampai dengan Februari 2023 di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang Eye Center pada bulan Januari– Desember 2022.

3.8. Analisis Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan variabel kadar HbA1c dan visus pasca operasi akan dianalisis secara bivariat untuk menilai hubungan korelasi kadar HbA1c dan visus pasca operasi katarak pada pasien katarak dengan diabetes melitus di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang. Sampel berjumlah 20, untuk analisis bivariat menggunakan uji *Spearman* bertujuan untuk mengetahui korelasi antara kadar HbA1c dan visus pasca operasi. Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat ditentukan dengan batas kemaknaan 5%. H_0 dapat ditolak jika nilai p lebih besar dari 0,05. *Program Statistical Product and Service Solution* (SPSS) akan digunakan untuk melakukan analisis statistik.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Data sekunder yang diperoleh dari rekam medis di SEC, Rumah Sakit Islam Sultan Agung (RSISA) Semarang digunakan untuk melakukan penelitian tentang hubungan antara kadar HbA1C dan hasil visual pasca operasi katarak periode Juni 2023 - Mei 2024. Teknik *purposive sampling* digunakan di penelitian ini sebagai teknik pengambilan sampel. Peneliti mengambil sampel sejumlah 20 sampel sesuai dengan penentuan jumlah sampel yang telah ditentukan.

4.1.1. Hasil Analisis Univariat

Tabel 4.1. Karakteristik sampel

| Karakteristik | Jumlah | % |
|--------------------------------|--------|-----|
| Usia | | |
| 53 – 65 | 16 | 80% |
| 66 – 75 | 4 | 20% |
| Jenis Kelamin | | |
| Perempuan | 10 | 50% |
| Laki – Laki | 10 | 50% |
| HbA1C | | |
| Normal (<5.7%) | 5 | 25% |
| Prediabetes (5.7-6.5%) | 4 | 20% |
| Diabetes (>6,5%) | 11 | 55% |
| Visual Outcome | | |
| Visus baik ($\geq 6/12$) | 14 | 70% |
| Visus kurang baik ($< 6/12$) | 6 | 30% |

Usia sampel pada penelitian ini adalah 53-75 tahun. Peneliti membagi usia sampel menjadi dua kategori yaitu 53-65 tahun (*elderly*) dan usia 66-75 tahun (*young old*). Rerata usia sampel pada penelitian ini adalah $62,95 \pm 6,9$ tahun. Sampel dalam interval usia

53-65 tahun (*elderly*) pada penelitian ini adalah sejumlah 16 sampel (80%), sedangkan didapatkan sampel dengan usia 66-75 tahun (*young old*) sejumlah 4 sampel (20%). Sampel pasien pada penelitian ini didominasi oleh pasien dalam interval usia 53-65 tahun (*elderly*).

Berdasarkan tabel 4.1 di atas, sampel penelitian ini sama untuk laki-laki dan perempuan, karena sebanyak 10 pasien (50%) laki-laki dan 10 pasien perempuan (50%).

Data kadar HbA1C pasien yang diambil dari data sekunder berupa rekam medis didapatkan sebanyak 5 sampel (25%) memiliki kadar HbA1C <5,7% (normal), 4 sampel (20%) memiliki kadar HbA1C 5,7-6,5% (prediabetes) dan 11 sampel (55%) memiliki kadar HbA1C >6,5% (diabetes).

Visual outcome pasien yang diukur pasca tindakan fakoemulsifikasi dikategorikan kedalam dua kelompok yaitu visus baik ($\geq 6/12$) dan kurang baik ($< 6/12$). Penelitian ini sebanyak 14 sampel (70%) memiliki visus baik dan 6 sampel (30%) mengalami visus kurang baik.

Tabel 4. 2 Distribusi *Visual Outcome*

| Karakteristik Sampel | <i>Visual Outcome</i> | | Total (n=20) |
|----------------------|-----------------------|-------------------|--------------|
| | Visus baik | Visus kurang baik | |
| Usia | | | |
| 53-65 tahun | 10 (50%) | 6 (30%) | 16 (80%) |
| 66-75 tahun | 4 (20%) | 0 (0%) | 4 (20%) |
| Total | 14 (70%) | 6 (35%) | 20 (100%) |

Jenis Kelamin

| | | | |
|--------------|-------------|------------|--------------|
| Laki-laki | 8 (40%) | 2 (10%) | 10 (50%) |
| Perempuan | 6 (30%) | 4 (20%) | 10 (50%) |
| Total | 14 (70%) | 6 (30%) | 20 (100%) |
| HbA1C | | | |
| Normal | 2 (10%) | 3 (15%) | 5 (25%) |
| Prediabetes | 3 (15%) | 1 (5%) | 4 (20%) |
| Diabetes | 9 (45%) | 2 (10%) | 11 (55%) |
| Total | 14 (70%) | 6 (30%) | 20 (100%) |

Karakteristik sampel usia 53-65 tahun dengan *visual outcome* baik berjumlah 10 sampel (50%) dan kurang baik berjumlah 6 (30%). Sampel berusia 66-75 tahun dengan *visual outcome* baik berjumlah 4 sampel (20%). Pada interval usia ini tidak ada sampel dengan *outcome* visual yang kurang baik. Karakteristik usia didominasi dengan visus baik sebanyak 10 sampel (50%) pada interval usia 53-66 tahun.

Sampel berjenis kelamin laki-laki dengan *visual outcome* baik berjumlah 8 sampel (40%) dan kurang baik berjumlah 2 sampel (10%). Sampel berjenis kelamin perempuan dengan *visual outcome* baik berjumlah 6 sampel (30%) dan kurang baik berjumlah 4 sampel (20%). Karakteristik jenis kelamin didominasi dengan visus baik sebanyak 8 sampel (40%) pada jenis kelamin laki-laki.

Sampel dengan kadar HbA1C normal yang memiliki *visual outcome* baik berjumlah 2 sampel (10%) dan kurang baik berjumlah

3 sampel (15%). Sampel dengan kadar HbA1C prediabetes yang memiliki *visual outcome* baik berjumlah 3 sampel (15%) dan kurang baik berjumlah 1 sampel (5%). Sampel dengan kadar HbA1C diabetes yang memiliki *visual outcome* baik berjumlah 9 sampel (45%) dan kurang baik berjumlah 2 sampel (10%). Karakteristik HbA1c didominasi dengan visus baik sebanyak 9 sampel (45%) pada kelompok diabetes.

4.1.2. Hasil Analisis Bivariat

Hasil Analisis bivariat bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan dan berapa besar keeratan dari kadar HbA1C dengan *visual outcome* pasca operasi fakoemulsifikasi. Uji yang digunakan dalam analisis ini adalah uji spearman.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Spearman

| | <i>Visual Outcome</i> | | <i>P-value</i> |
|--------------|-----------------------|-------------------|----------------|
| | Visus baik | Visus kurang baik | |
| HbA1C | | | |
| Normal | 2 (10%) | 3 (15%) | 5 (25%) |
| Prediabetes | 3 (15%) | 1 (5%) | 4 (20%) |
| Diabetes | 9 (45%) | 2 (10%) | 11 (55%) |
| Total | 16 (70%) | 6 (30%) | 20 (100%) |

* *Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

Berdasarkan hasil uji analisis dengan uji analisis spearman mendapat ($p\text{-value} > 0.05$), sehingga dapat disimpulkan tidak ada korelasi antara kadar HbA1C dengan *Visual Outcome* pasca operasi phacoemulsifikasi.

4.2. Pembahasan

Penelitian ini terdiri dari 20 sampel yang diambil pada bulan Juni 2023 hingga Mei 2024. Sampel penelitian sudah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Didapatkan hasil bahwa secara umum karakteristik sampel penelitian di Sultan Agung Eye Center, Rumah Sakit Islam Sultan Agung (RSISA) Semarang memiliki rerata usia $62,95 \pm 6,9$ tahun. Kelompok usia didominasi oleh rentang usia 53-65 tahun yaitu sebanyak 16 dari 20 sampel (80%). Hal ini ditunjang oleh penelitian lain yang menjelaskan bahwa mayoritas kasus katarak ditemukan pada kelompok usia lanjut, biasanya pada dekade kelima dan keenam dikarenakan adanya gangguan pada struktur lensa (Hashemi et al., 2020; Nizami et al., 2024). Faktor lain terjadinya katarak adalah faktor genetik; lingkungan seperti kebiasaan merokok, paparan sinar ultraviolet; penyakit tertentu, seperti diabetes dan uveitis; operasi dan obat-obatan untuk menurunkan tekanan intraikular; trauma; penggunaan steroid; dan pekerjaan tertentu (Hashemi et al., 2020)

Sampel berjenis kelamin perempuan berjumlah 10 sampel (50%) dan laki – laki berjumlah 10 sampel (50%). Karakteristik jenis kelamin didapatkan adanya jumlah yang sama antara sampel laki-laki dan perempuan. Hasil penelitian di Oxford menunjukkan angka kejadian katarak adalah 59 per 100.000 pada pria dan 99 per 100.000 pada perempuan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jenis kelamin perempuan merupakan faktor risiko katarak karena perubahan hormonal terutama pada usia yang lebih tua, paparan yang lebih tinggi terhadap bahan bakar

biomassa untuk memasak, dan variasi genetik. Terdapat beberapa penelitian lain telah melaporkan tren terbalik dengan menunjukkan jenis kelamin laki-laki sebagai faktor risiko karena paparan yang lebih tinggi terhadap sinar UV, merokok, dan faktor risiko lain yang diketahui. Hasil dalam penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan prevalensi katarak antara kedua jenis kelamin (Hashemi et al., 2020).

Tes hemoglobin A1c (HbA1c) digunakan untuk mengevaluasi tingkat kendali glukosa. Tes ini menunjukkan presentase dan rerata kadar gula darah selama 90 hari terakhir, serta dapat digunakan untuk mendiagnosis diabetes (Eyth E, 2023). Penelitian ini membedakan dari kadar HbA1c sampel kedalam tiga kategorikal yaitu normal ($<5,7\%$), prediabetes ($5,7-6,5\%$) dan diabetes ($>6,5\%$). Hasil yang didapat dalam penelitian ini bahwa hubungan kadar HbA1c dengan *Visual Outcome* pasca fakoemulsifikasi ($p=0.135$) yang bermakna tidak signifikan. Penelitian ini selaras dengan studi yang dilakukan oleh Lee et al., (2022), menunjukkan bahwa *outcome* visus baik setelah operasi katarak adalah 67%. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa kadar HbA1C tidak berhubungan secara signifikan dengan pencapaian hasil visual yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa prognosis penglihatan setelah operasi katarak biasanya baik penderita diabetes (Lee et al., 2022).

Hal ini berkebalikan dengan studi lain yang menunjukkan bahwa fakoemulsifikasi meningkatkan ketebalan makula, terutama jika kadar HbA1c lebih dari 6,5%. Kontrol kadar HbA1c yang baik juga secara

signifikan mengurangi masalah penglihatan pascaoperasi (Soni et al., 2020). Diabetes Mellitus (DM) merupakan faktor risiko peningkatan kerusakan endotel kornea setelah operasi katarak. Sel endotel kornea dengan ukuran teratur dan bentuk heksagonal membentuk lapisan tunggal yang tersusun rapi. Sel ini bergantung pada *tight junction* dan *adherens junction*, aktivitas pompa $\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATPase}$ untuk transportasi cairan dan ion paraselular, serta membentuk fungsi penghalang integral yang memainkan peran penting dalam mengatur hidrasi kornea dan menjaga transparansi kornea. Pengaruh tindakan fakoemulsifikasi pada kerusakan endotel kornea lebih besar pada pasien diabetes. Fungsi dan morfologi endotel kornea juga terganggu sehingga dapat mempengaruhi visus pasien (Yang et al., 2023). Edema makula sistoid (*Cystoid macular edema* / CME) adalah salah satu jenis komplikasi setelah operasi katarak yang ditandai dengan multipel kista pada area makula yang berisi cairan dan mengakibatkan penurunan penglihatan sentral. CME dapat disebabkan oleh peradangan intraokular yang timbul akibat manipulasi jaringan bedah dan kerusakan termal akibat panas yang dihasilkan dari gelombang ultrasonik selama fakoemulsifikasi. CME dalam beberapa kasus juga penyebab paling umum dari penurunan visus yang tidak diharapkan setelah operasi pada pasien tanpa faktor risiko (Van Nuffel, Claeys and Claeys, 2020).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil visus pasca fakoemulsifikasi adalah riwayat *diabetic retinopathy* pada pasien. Kerusakan pada retina akan mengganggu proses fototransduksi cahaya,

sehingga mempengaruhi visus sentral pasien (Lee et al., 2022). *Diabetic retinopathy* merupakan kelainan pembuluh darah mikro yang terjadi akibat efek jangka panjang diabetes melitus. Retinopati diabetik dapat menyebabkan kerusakan retina yang mengancam penglihatan, yang pada akhirnya menyebabkan kebutaan (Shukla UV, Tripathy K., 2023). Penelitian yang dilakukan di SEC ini menunjukkan bahwa terdapat tiga pasien dengan riwayat *diabetic retinopathy* sebelum fakoemulsifikasi dan menunjukkan *visual outcome* yang kurang baik pasca fakoemulsifikasi.

Hasil pada penelitian ini sudah menggambarkan hasil yang tidak signifikan antara hubungan bahwa hubungan kadar HbA1c dengan *visual outcome* pasca operasi katarak. Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu tidak adanya data pada rekam medis yang digunakan mengenai jumlah endotel dan *Cystoid macular edema* (CME). Selain itu, penelitian ini menggunakan data sekunder berupa rekam medis sehingga informasi yang didapatkan hanya terbatas dalam menganalisa variabel perancu yang mungkin dapat mempengaruhi dari hasil penelitian. Penelitian ini menggunakan pengambilan sample dengan teknik *purposive sampling* dimana pengambilan sampel sesuai dengan karakteristik yang diinginkan oleh peneliti sehingga kurang dapat digeneralisasikan untuk masyarakat secara luas dan tidak mengeksklusi dari pasien dengan riwayat *diabetic retinopathy*. Desain penelitian ini menggunakan desain *cross sectional* dimana pengukuran hanya dilakukan sekali dan tidak diadakan adanya *follow-up* pada sampel penelitian sehingga tidak menggambarkan dari

perjalanan *visual outcome* pasien.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian observasional analitik Hubungan Kadar HbA1C dengan *Visual Outcome* pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak di Sultan Agung Eye Center (SEC), dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sebagai berikut :

- 5.1.1 Terdapat hubungan yang tidak signifikan antara kadar HbA1C dan *Visual Outcome* dibuktikan dengan analisis Uji *Spearman* (Sig. 2-tailed (0,135) > 0,05).
- 5.1.2 Kadar HbA1C pada pasien katarak di Sultan Agung Eye Center adalah sebanyak 5 sampel (25%) memiliki kadar HbA1C <5,7% (normal), 4 sampel (20%) memiliki kadar HbA1C 5,7-6,5% (prediabetes) dan 11 sampel (55%) memiliki kadar HbA1C >6,5% (diabetes).
- 5.1.3 *Visual outcome* pada pasien Diabetes Mellitus pasca operasi phacoemulsifikasi pada pasien katarak di Sultan Agung Eye Center adalah sebanyak 14 sampel (70%) memiliki visus baik dan 6 sampel (30%) mengalami visus kurang baik.

5.2. Saran

- 5.2.1 Penelitian selanjutnya dapat mengendalikan faktor perancu penelitian agar meminimalisir timbulnya bias penelitian, seperti riwayat

diabetic retinopathy, jumlah endotel dan *Cystoid macular edema* (CME).

- 5.2.2 Penelitian selanjutnya dengan tema yang sama dapat memakan kohort prospektif agar dapat meneliti kepada pasien secara langsung dan mendapatkan data terkait *visual outcome* yang lebih lengkap.
- 5.2.3 Penelitian selanjutnya dapat menggunakan total sampling agar meminimalisir timbulnya dari bias pada penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- Aiello, L. M., Wand, M., & Liang, G. (2013). Neovascular glaucoma and vitreous hemorrhage following cataract surgery in patients with diabetes mellitus. *Ophthalmology*, 90(7), 814–820. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(83\)34498-5](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(83)34498-5)
- Amrina Rosyada, I. T. (2013). *Determinan Komplikasi Kronik Diabetes Melitus pada Lanjut Usia*.
- Ariningrat, I., Mas Putrawati Triningrat, A., & Eka Sutyawan, I. (2017). Barriers Operasi Katarak Menggunakan Metode Rapid Assessment of Avoidable Blindness Pada Usia ? 50 Tahun Di Desa Blahbatuh, Kecamatan Blahbatuh, Kabupaten Gianyar, Bali. *E-Jurnal Medika Udayana*, 6(4).
- Asbell, P. A., Dualan, I., Mindel, J., Brocks, D., Ahmad, M., & Epstein, S. (2015). Age-related cataract. *Lancet (London, England)*, 365(9459), 599–609. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)17911-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)17911-2)
- Bernt-Petersen, P., & Bach, E. (2013). Epidemiologic aspects of cataract surgery. III: Frequencies of diabetes and glaucoma in a cataract population. *Acta Ophthalmologica*, 61(3), 406–416. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1983.tb01439.x>
- Bron, A. J., Sparrow, J., Brown, N. A., Harding, J. J., & Blakytyn, R. (2013). The lens in diabetes. *Eye (London, England)*, 7 (Pt 2), 260–275. <https://doi.org/10.1038/eye.1993.60>
- Christanty, L. (2018). Perbedaan Visual Outcome Pascaoperasi Katarak Disertai Penanaman Intraocular Lens Antara Penderita Katarak Senilis Tanpa Diabetes Mellitus Dengan Diabetes Mellitus Non-Retinopati. *Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang*, 191–378.
- Day, A. C., Gore, D. M., Bunce, C., & Evans, J. R. (2016). Laser-assisted cataract surgery versus standard ultrasound phacoemulsification cataract surgery. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7(7), CD010735. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010735.pub2>
- Erizon, D. M. (2019). Hubungan Kadar Gula Darah Dengan Visus Pada Pasien Pasca Operasi Katarak Diabetikum di RSUD Sawahlunto. *Ensiklopedia Of Journal*, 1(3).
- Eyth E, Naik R. Hemoglobin A1C. [Updated 2023 Mar 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549816/>
- Fadhil, M., Hidayat, M., & Illahi, F. (2019). Gambaran Glaukoma Pada Pasien Diabetes Mellitus di RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(2S). <https://doi.org/10.25077/jka.v8i2s.959>

- Gilstrap, L. G., Chernew, M. E., Nguyen, C. A., Alam, S., Bai, B., McWilliams, J. M., Landon, B. E., & Landrum, M. B. (2019). Association Between Clinical Practice Group Adherence to Quality Measures and Adverse Outcomes Among Adult Patients With Diabetes. *JAMA Network Open*, 2(8), e199139. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.9139>
- Hendra. (2018). Vol. 1 No.1 Edisi 2 Oktober 2018 <http://jurnal.ensiklopediaku.org> Ensiklopedia of Journal. *Ensiklopedia Of Journal*, 1(1), 1–5.
- Izzuddin, M. A., Fatmawati, N. K., & 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).
- Janghorbani, M., & Amini, M. (2014). Cataract in type 2 diabetes mellitus in Isfahan, Iran: incidence and risk factors. *Ophthalmic Epidemiology*, 11(5), 347–358. <https://doi.org/10.1080/09286580490888753>
- Jeganathan, V. S. E., Robin, A. L., & Woodward, M. A. (2017). Refractive error in underserved adults: causes and potential solutions. *Current Opinion in Ophthalmology*, 28(4), 299–304. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000376>
- Kador, P. F., Wyman, M., & Oates, P. J. (2016). Aldose reductase, ocular diabetic complications and the development of topical Kinostat®. *Progress in Retinal and Eye Research*, 54, 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2016.04.006>
- Kaiser, P. K. (2019). Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practice (An AOS Thesis). *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 107, 311–324.
- Kinoshita, J. H. (2014). Mechanisms initiating cataract formation. Proctor Lecture. *Investigative Ophthalmology*, 13(10), 713–724.
- Klein, B. E., Klein, R., & Lee, K. E. (2018). Diabetes, cardiovascular disease, selected cardiovascular disease risk factors, and the 5-year incidence of age-related cataract and progression of lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. *American Journal of Ophthalmology*, 126(6), 782–790. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(98\)00280-3](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(98)00280-3)
- Klein, B. E., Klein, R., & Moss, S. E. (2015). Incidence of cataract surgery in the Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. *American Journal of Ophthalmology*, 119(3), 295–300. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)71170-5](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)71170-5)
- Klein, B. E., Klein, R., & Moss, S. E. (2018). Prevalence of cataracts in a population-based study of persons with diabetes mellitus. *Ophthalmology*, 92(9), 1191–1196. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(85\)33877-0](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(85)33877-0)

- Kowalczyk, K., Cybulski, M., Cybulski, Ł., & Krajewska-Kulak, E. (2019). Pain Perception and Acceptance of Illness in Patients Undergoing Phacoemulsification Cataract Surgery under Drip Anesthesia. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/jcm8101575>
- Lam, C. K., Sundaraj, K., Sulaiman, M. N., & Qamarruddin, F. A. (2016). Virtual phacoemulsification surgical simulation using visual guidance and performance parameters as a feasible proficiency assessment tool. *BMC Ophthalmology*, 16, 88. <https://doi.org/10.1186/s12886-016-0269-2>
- Levenson, J. H., & Kozarsky, A. (2020). *Visual Acuity*. (H. K. Walker, W. D. Hall, & J. W. Hurst (eds.)).
- Mittra, R. A., Borrillo, J. L., Dev, S., Mieler, W. F., & Koenig, S. B. (2013). Retinopathy progression and visual outcomes after phacoemulsification in patients with diabetes mellitus. *Archives of Ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)*, 118(7), 912–917.
- Mulhern, M. L., Madson, C. J., Kador, P. F., Randazzo, J., & Shinohara, T. (2017). Cellular osmolytes reduce lens epithelial cell death and alleviate cataract formation in galactosemic rats. *Molecular Vision*, 13, 1397–1405.
- Murano, N., Ishizaki, M., Sato, S., Fukuda, Y., & Takahashi, H. (2008). Corneal endothelial cell damage by free radicals associated with ultrasound oscillation. *Archives of Ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)*, 126(6), 816–821. <https://doi.org/10.1001/archophth.126.6.816>
- Nabila, A. N. (2022). Perbedaan Tajam Penglihatan Pasca Fakoemulsifikasi pada Pasien Katarak Senilis dengan Diabetes Mellitus Non-Retinopati dan tanpa Diabetes Mellitus di Balai Kesehatan Mata Masyarakat (BKMM) Cikampek. *JURNAL PENELITIAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA*, 21(1), 1–10. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/pm/>
- Oishi, N., Morikubo, S., Takamura, Y., Kubo, E., Tsuzuki, S., Tanimoto, T., & Akagi, Y. (2016). Correlation between adult diabetic cataracts and red blood cell aldose reductase levels. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 47(5), 2061–2064. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-1042>
- Olson, R. J., Braga-Mele, R., Chen, S. H., Miller, K. M., Pineda, R. 2nd, Tweeten, J. P., & Musch, D. C. (2017). Cataract in the Adult Eye Preferred Practice Pattern®. *Ophthalmology*, 124(2), P1–P119. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.09.027>
- Ornek, K., Karel, F., & Büyükbingöl, Z. (2013). May nitric oxide molecule have a role in the pathogenesis of human cataract? *Experimental Eye Research*, 76(1), 23–27. [https://doi.org/10.1016/s0014-4835\(02\)00268-3](https://doi.org/10.1016/s0014-4835(02)00268-3)
- Ostri, C., Lund-Andersen, H., Sander, B., & La Cour, M. (2012). Phacoemulsification cataract surgery in a large cohort of diabetes patients: visual acuity outcomes and prognostic factors. *Journal of Cataract and*

Refractive Surgery, 37(11),
2006–2012.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.05.030>

- Packer, M., Fine, I. H., & Hoffman, R. S. (2014). Wavefront technology in cataract surgery. *Current Opinion in Ophthalmology*, 15(1), 56–60. <https://doi.org/10.1097/00055735-200402000-00011>
- Packer, M., Fishkind, W. J., Fine, I. H., Seibel, B. S., & Hoffman, R. S. (2015). The physics of phaco: a review. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 31(2), 424–431. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.11.027>
- Papadimitriou, D. T., Bothou, C., Skarmoutsos, F., Alexandrides, T. K., Papaevangelou, V., & Papadimitriou, A. (2016). The autoimmune hypothesis for acute bilateral cataract in type 1 diabetes. In *Diabetes & metabolism* (Vol. 42, Issue 5, pp. 386–387). <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2016.04.006>
- Pollreis, A., & Schmidt-Erfurth, U. (2020). Diabetic cataract-pathogenesis, epidemiology and treatment. *Journal of Ophthalmology*, 2010, 608751. <https://doi.org/10.1155/2010/608751>
- Qian, L. (2021). Continuous Curvilinear Capsulorhexis. In X. Wang (Ed.), *Current Cataract Surgical Techniques*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96556>
- Rahani Ayu Amalia, Dwi Utari Widyastuti, P. (2019). Pengetahuan Dan Kepatuhan Klien Tentang Perawatan Post Operasi Katarak. *Jurnal Keperawatan*, XII(2).
- Rahma, N., Uwan, W. B., & Pratiwi, S. E. (2019). Hubungan antara Kadar HbA1c dan Disfungsi Ereksi pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Nabiyur. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Rong, X., Rao, J., Li, D., Jing, Q., Lu, Y., & Ji, Y. (2019). TRIM69 inhibits cataractogenesis by negatively regulating p53. *Redox Biology*, 22, 101157. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101157>
- Sari, A. D., Masriadi, & Arman. (2018). Faktor Risiko Kejadian Katarak Pada Pasien Pria Usia 40-55 Tahun Dirumah Sakit Pertamina Balikpapan. *Window of Health : Jurnal Kesehatan*, 1(2), 61–67.
- Sartiwi, W., & Yusuf, R. N. (2019a). Efektivitas Pemeriksaan Kadar Gula Darah dengan Hasil Visus Pasien Pasca Operasi Katarak Diabetikum di RSUD Sawahlunto. *Jurnal Kesehatan Sainika Meditory*, 2(1), 53–61. <https://jurnal.syedzasaintika.ac.id/index.php/meditory/article/view/444/198>
- Sartiwi, W., & Yusuf, R. N. (2019b). Efektivitas Pemeriksaan Kadar Gula Darah dengan Hasil Visus Pasien Pasca Operasi Katarak Diabetikum di RSUD Sawahlunto. *Jurnal Kesehatan Sainika Meditory*, 2(1).
- Sarwar, N., Gao, P., Seshasai, S. R. K., Gobin, R., Kaptoge, S., Di Angelantonio, E., Ingelsson, E., Lawlor, D. A., Selvin, E., Stampfer, M., Stehouwer, C.

- D. A., Lewington, S., Pennells, L., Thompson, A., Sattar, N., White, I. R., Ray, K. K., & Danesh, J. (2010). Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and risk of vascular disease: a collaborative meta-analysis of 102 prospective studies. *Lancet (London, England)*, *375*(9733), 2215–2222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60484-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60484-9)
- Saxena, S., Mitchell, P., & Rochtchina, E. (2014). Five-year incidence of cataract in older persons with diabetes and pre-diabetes. *Ophthalmic Epidemiology*, *11*(4), 271–277. <https://doi.org/10.1080/09286580490510733>
- Sherwani, S. I., Khan, H. A., Ekhzaimy, A., Masood, A., & Sakharkar, M. K. (2016). Significance of HbA1c Test in Diagnosis and Prognosis of Diabetic Patients. *Biomarker Insights*, *11*, 95–104. <https://doi.org/10.4137/BMI.S38440>
- Šimunović, M., Paradžik, M., Škrabić, R., Unić, I., Bućan, K., & Škrabić, V. (2018). Cataract as Early Ocular Complication in Children and Adolescents with Type 1 Diabetes Mellitus. *International Journal of Endocrinology*, *2018*, 6763586. <https://doi.org/10.1155/2018/6763586>
- Snow, A., Shieh, B., Chang, K.-C., Pal, A., Lenhart, P., Ammar, D., Ruzycki, P., Palla, S., Reddy, G. B., & Petrash, J. M. (2015). Aldose reductase expression as a risk factor for cataract. *Chemico-Biological Interactions*, *234*, 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2014.12.017>
- Stitt, A. W. (2015). The maillard reaction in eye diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1043*, 582–597. <https://doi.org/10.1196/annals.1338.066>
- Sugawa, H., Matsuda, S., Shirakawa, J.-I., Kabata, K., & Nagai, R. (2019). [Preventive Effects of Aphanothece sacrum on Diabetic Cataracts]. *Yakugaku zasshi : Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, *139*(3), 381–384. <https://doi.org/10.1248/yakushi.18-00177-4>
- Taban, M., Behrens, A., Newcomb, R. L., Nobe, M. Y., Saedi, G., Sweet, P. M., & McDonnell, P. J. (2015). Acute endophthalmitis following cataract surgery: a systematic review of the literature. *Archives of Ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)*, *123*(5), 613–620. <https://doi.org/10.1001/archophth.123.5.613>
- Virgili, G., Acosta, R., Bentley, S. A., Giacomelli, G., Allcock, C., & Evans, J. R. (2018). Reading aids for adults with low vision. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *4*(4), CD003303. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003303.pub4>
- Vlastra, W., Claessen, B. E., Beijk, M. A., Sjauw, K. D., Streekstra, G. J., Wykrzykowska, J. J., Vis, M. M., Koch, K. T., de Winter, R. J., Piek, J.

- J., Henriques, J. P. S., & Delewi, R. (2019). Cardiology fellows-in-training are exposed to relatively high levels of radiation in the cath lab compared with staff interventional cardiologists-insights from the RECAP trial. *Netherlands Heart Journal : Monthly Journal of the Netherlands Society of Cardiology and the Netherlands Heart Foundation*, 27(6), 330–333. <https://doi.org/10.1007/s12471-019-1254-1>
- Wang, K. Y., & Cheng, C. K. (2014a). Central retinal thickness changes and visual outcomes following uncomplicated small-incision phacoemulsification cataract surgery in diabetic without retinopathy patients and nondiabetic patients. *Taiwan Journal of Ophthalmology*, 4(1), 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.tjo.2014.01.001>
- Wang, K. Y., & Cheng, C. K. (2014b). Central retinal thickness changes and visual outcomes following uncomplicated small-incision phacoemulsification cataract surgery in diabetic without retinopathy patients and nondiabetic patients. *Taiwan Journal of Ophthalmology*, 4(1), 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.tjo.2014.01.001>
- Yanshole, V. V., Yanshole, L. V., Snytnikova, O. A., & Tsentalovich, Y. P. (2019). Quantitative metabolomic analysis of changes in the lens and aqueous humor under development of age-related nuclear cataract. *Metabolomics : Official Journal of the Metabolomic Society*, 15(3), 29. <https://doi.org/10.1007/s11306-019-1495-4>
- Hashemi, H., Pakzad, R., Yekta, A., Aghamirsalim, M., Pakbin, M., Ramin, S. and Khabazkhoob, M., 2020. *Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. Eye (Basingstoke)*, <https://doi.org/10.1038/s41433-020-0806-3>.
- Lee, D., Agron, E., Keenan, T., Lovato, J., Ambrosius, W. and Chew, E.Y., 2022. Visual acuity outcomes after cataract surgery in type 2 diabetes: the Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes (ACCORD) study. *British Journal of Ophthalmology*, 106(11), pp.1496–1502. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-317793>.
- Nizami AA, Gurnani B, Gulani AC. Cataract. [Updated 2024 Feb 27]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539699/>
- Van Nuffel, S., Claeys, M.F. and Claeys, M.H., 2020. Cystoid macular edema following cataract surgery with low-energy femtosecond laser versus conventional phacoemulsification. *Clinical Ophthalmology*, 14, pp.2873–2878. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S261565>.
- Shukla UV, Tripathy K. Diabetic Retinopathy. [Updated 2023 Aug 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560805/>
- Soni, A., Sethia, R., Mehta, P., Patel, Z. and Vyas, A., 2020. To study correlation of HbA1c and macular thickness changes in diabetic patients after

phacoemulsification and small incision cataract surgery (SICS). *Indian Journal of Clinical and Experimental Ophthalmology*, 6(1), pp.108–113. <https://doi.org/10.18231/j.ijceo.2020.024>.

Yang, Y., Chai, H., Ding, Z., Tang, C., Liang, Y., Li, Y. and Liang, H., 2023. Meta-analysis of corneal endothelial changes after phacoemulsification in diabetic and non-diabetic patients. *BMC Ophthalmology*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12886-023-02924-2>.

