

**PERBANDINGAN TEKANAN INTRAOKULAR PADA MIOPIA
LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN**

SKRIPSI



Oleh :

VINKA OKTAVIA RAHMADANI

2208260059

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2025

**PERBANDINGAN TEKANAN INTRAOKULAR PADA MIOPIA
LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
kelulusan Sarjana Kedokteran**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh :

VINKA OKTAVIA RAHMADANI

2208260059

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2025

HALAMAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Vinka Oktavia Rahmadani

NPM : 2208260059

Judul Skripsi : PERBANDINGAN TEKANAN INTRAOKULAR PADA MIOPIA
LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 31 Desember 2025



(Vinka Oktavia Rahmadani)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN

Biro Administrasi : Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. 061-7350163 Ext. 11 Fax. 061-7363488 E-mail : fk.umsu@yahoo.com

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : VINKA OKTAVIA RAHMADANI

NPM : 2208260059

Judul : PERBANDINGAN TEKANAN INTRAOKULAR PADA MIOPIA LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

DEWAN PENGUJI

Pembimbing,

(Dr. Zaldi Z Sp.M)

Penguji 1

(dr. Laszuarni Sp.M)

Penguji 2

(dr. Hasanul Arifin, M.Ked(Neu), Sp.N)

Mengetahui,



(dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL(K))
NIDN : 0106098201

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter
FKIK UMSU

(dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked)
NIDN : 0112098605

Ditetapkan di : Medan
Tanggal : 03 Januari 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

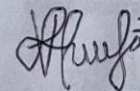
1. dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL(K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melakukan penelitian.
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Dr. Zaldi Z Sp.M selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. dr. Laszuarni Sp.M selaku dosen penguji I dan atas bimbingan dan arahan untuk saya agar penulisan skripsi lebih baik.
5. dr. Hasanul Arifin, M.Ked(Neu)., Sp.N selaku dosen penguji II atas bimbingan dan arahan untuk saya agar penulisan skripsi lebih baik.
6. dr. Dona Wirniaty, M.ked (OG), SpOG selaku dosen pembimbing akademik penulis selama menjalani studi di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kepada orang tua penulis Bapak Sarno dan Ibu Rosida BR Barus tercinta yang dengan penuh cinta dan kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan moral, materi, dan menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam setiap langkah. Segala pengorbanan, kasih sayang, serta doa yang tiada henti merupakan motivasi terbesar penulis untuk terus berjuang hingga tahap ini.

8. Kepada seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang tiada henti kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
9. Teman-teman dekat penulis selama menempuh masa perkuliahan, Indah Putri Salsabilla, Saumunnisa Salsabila, dan Dilva Dinara, yang telah memberikan semangat, dukungan, serta bantuan kepada penulis selama proses studi hingga penyusunan skripsi ini.
10. Seluruh rekan-rekan sejawat Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022 atas segala bantuan, semangat, dan kerja samanya.
11. Pihak klinik spesialis mata Dr. Zaldi Z Sp.M yang telah memberikan saya izin sehingga saya bisa mendapatkan data yang saya perlukan.
12. Kepada seluruh pengajar, civitas akademika, dan staff pegawai Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas bimbingan selama perkuliahan, dan yang telah banyak membantu saya hingga penyelesaian skripsi ini.
13. Serta segala pihak yang telah berjasa kepada penulis yang tidak dapat ditulis satu per satu.

Demikian skripsi ini dibuat, semoga kebaikan dari semua pihak menjadi amal Subhanahu wa ta'ala. Penulis menyadari bahwa masih adanya kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan juga saran.

Akhir kata, Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi penulis maupun pembaca dalam pengembangan ilmu, semoga kita selalu dalam lindungan Allah Subhanahu wa Ta'ala. Allahumma Aamiin.

Medan, 31 Desember 2025



Vinka Oktavia Rahmadani

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Vinka Oktavia Rahmadani

NPM : 2208260059

Fakultas : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

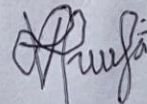
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atas skripsi saya yang berjudul: **“PERBANDINGAN TEKANAN INTRAOKULAR PADA MIOPIA LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 9 Februari 2026

Yang menyatakan



Vinka Oktavia Rahmadani

ABSTRAK

Pendahuluan: Miopia merupakan salah satu kelainan refraksi yang paling sering dijumpai dan telah dikaitkan dengan berbagai perubahan struktur okular, termasuk tekanan intraokular (TIO). Tekanan intraokular yang meningkat merupakan faktor risiko penting terjadinya glaukoma. Beberapa penelitian menunjukkan adanya variasi tekanan intraokular berdasarkan karakteristik individu, termasuk jenis kelamin, namun hasilnya masih beragam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tekanan intraokular pada mahasiswa dengan miopia berdasarkan jenis kelamin. **Metode:** Penelitian ini termasuk studi kuantitatif analitik komparatif dengan desain *cross-sectional* yang dilaksanakan pada Oktober 2025 di praktik spesialis mata Dr. Zaldi Sp.M, Medan. Subjek penelitian berjumlah 48 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan miopia, yang terdiri atas 24 laki-laki dan 24 perempuan. Derajat miopia ditentukan menggunakan lensometer, sedangkan tekanan intraokular diukur pada mata kanan (OD) dan mata kiri (OS) menggunakan tonometer non-kontak. Analisis data meliputi analisis univariat dan bivariat. Uji normalitas dilakukan dengan Shapiro–Wilk, uji homogenitas dengan Levene’s test, dan uji beda menggunakan *independent samples t-test*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki tekanan intraokular dalam kategori normal. Rerata tekanan intraokular pada laki-laki adalah $17,43 \pm 2,76$ mmHg (OD) dan $17,21 \pm 2,51$ mmHg (OS), sedangkan pada perempuan sebesar $17,69 \pm 3,29$ mmHg (OD) dan $18,12 \pm 2,99$ mmHg (OS). Hasil uji *independent samples t-test* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara tekanan intraokular pada laki-laki dan perempuan dengan miopia, baik pada mata kanan maupun mata kiri ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara tekanan intraokular pada mahasiswa laki-laki dan perempuan dengan miopia. Dengan demikian, jenis kelamin tidak berpengaruh signifikan terhadap tekanan intraokular pada individu dengan miopia dalam penelitian ini.

Kata kunci: miopia, tekanan intraokular, jenis kelamin, mahasiswa kedokteran

ABSTRACT

Background: Myopia is one of the most common refractive errors and has been associated with various ocular structural changes, including intraocular pressure (IOP). Elevated intraocular pressure is a major risk factor for glaucoma. Several studies have reported variations in intraocular pressure based on individual characteristics, including sex; however, the findings remain inconsistent. Therefore, this study aimed to compare intraocular pressure between male and female students with myopia. **Methods:** This study includes a comparative analytical quantitative study with a cross-sectional design conducted in October 2025 at the eye specialist practice of Dr. Zaldi Sp.M, Medan. The study subjects consisted of 48 myopic students from the Faculty of Medicine, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, including 24 males and 24 females. The degree of myopia was determined using a lensometer, while intraocular pressure was measured in both the right eye (OD) and left eye (OS) using a non-contact tonometer. Data analysis included univariate and bivariate analyses. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test, homogeneity using Levene’s test, and group comparisons were performed using an independent samples t-test. **Results:** The results showed that most subjects had intraocular pressure within the normal range. The mean intraocular pressure in male subjects was 17.43 ± 2.76 mmHg (OD) and 17.21 ± 2.51 mmHg (OS), while in female subjects it was 17.69 ± 3.29 mmHg (OD) and 18.12 ± 2.99 mmHg (OS). Independent samples t-test analysis demonstrated no statistically significant difference in intraocular pressure between male and female subjects with myopia, in both the right and left eyes ($p > 0.05$). **Conclusion:** There was no significant difference in intraocular pressure between male and female students with myopia. These findings indicate that sex does not have a significant effect on intraocular pressure in individuals with myopia in this study.

Keywords: myopia, intraocular pressure, sex differences, medical students

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Bagi Peneliti	5
1.4.2 Bagi Institut Pendidikan	5
1.4.3 Bagi Masyarakat.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Mata	6

2.1.1 Anatomi Mata	6
2.1.2 Fisiologi Mata.....	8
2.2 Visual Acuity.....	9
2.3 Tekanan Intraokular	11
2.3.1 Definisi	11
2.3.2 Komposisi <i>Aqueous Humor</i>	11
2.3.3 Dinamika <i>Aqueous Humor</i>	12
2.3.4 Outflow <i>Aqueous Humor</i>	13
2.3.5 Tonometri.....	15
2.3.6 Faktor yang Memengaruhi Tekanan Intraokular	23
2.4 Miopia	26
2.4.1 Definisi	26
2.4.2 Epidemiologi	27
2.4.3 Klasifikasi.....	27
2.4.4 Etiologi	28
2.4.5 Faktor Risiko	29
2.4.6 Manifestasi Klinis.....	32
2.4.7 Diagnosis	32
2.4.8 Tatalaksana	33
2.4.9 Komplikasi	38
2.4.10 Prognosis	39
2.5 Hubungan Antara Tekanan Intraokular dan Miopia.....	39
2.6 Perbedaan Tekanan Intraokular Berdasarkan Jenis Kelamin	41
2.7 Kerangka Teori.....	46
2.8 Kerangka Konsep	46
2.9 Hipotesis	47
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	48
3.1 Definisi Operasional	48

3.2 Jenis Penelitian.....	49
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	49
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	49
3.5 Teknik Pengumpulan Data	51
3.6 Pengolahan Data dan Analisis Data	51
3.7 Alur Penelitian	53
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Deskripsi Data.....	54
4.2 Analisis Univariat.....	54
4.2.1 Distribusi Frekuensi Menurut Jenis Kelamin	54
4.2.2 Deskripsi Tekanan Intraokular	55
4.2.3 Distribusi Tekanan Intraokular.....	56
4.2.4 Distribusi Frekuensi Derajat Miopia.....	57
4.2.5 Deskripsi Derajat Miopia.....	58
4.3 Analisis Bivariat.....	59
4.3.1 Uji Normalitas.....	59
4.3.2 Uji Homogenitas	59
4.3.3 Uji Hipotesis	60
4.4 Pembahasan.....	62
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Operasional.....	48
Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Responden Menurut Jenis Kelamin.....	55
Tabel 4.2 Deskripsi Tekanan Intraokular.....	55
Tabel 4.3 Distribusi Tekanan Intraokular.....	56
Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Derajat Miopia.....	57
Tabel 4.5 Deskripsi Derajat Miopia.....	58
Tabel 4.6 Uji Normalitas.....	59
Tabel 4.7 Uji Homogenitas.....	60
Tabel 4.8 Uji T test Independen.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur segmen anterior	12
Gambar 2.2 Tonometer Schiotz	16
Gambar 2.3 Tonometer applanasi goldmann diposisikan dengan slitlamp .	18
Gambar 2.4 Tonometer Perkins	18
Gambar 2.5 Tono pen	19
Gambar 2.6 Tonometer non kontak	20
Gambar 2.7 Tonometer rebound iCare	20
Gambar 2.8 Berbagai macam tonometry iCare.....	22
Gambar 2.9 Perbandingan mata normal dengan miopia	26

DAFTAR SINGKATAN

D	: dioptri
SE	: spherical equivalent
WHO	: World Health Organization
LED	: Light Emitting Diode
TIO	: tekanan intraokular
mmHg	: millimeters of mercury (milimeter air raksa)
CI	: Confidence Interval
μm	: mikrometer
AH	: aqueous humor
TM	: trabecular meshwork
Mm	: milimeter
RPE	: retinal pigment epithelium
VA	: visual acuity
M	: meter
Cm	: sentimeter
LCD	: Liquid Crystal Display
DM	: diabetes mellitus
DR	: diabetic retinopathy
μL	: mikroliter
Fu	: aliran uveosklera;
Fc	: aliran Aqueous Humor
C	: outflow facility
IOP	: intraokular pressure (tekanan intra okular
Pev	: tekanan vena episklera.
NO	: nitric oxide
eNOS	: Endothelial Nitric Oxide Synthase

ADT	: androgen deprivation therapy
POAG	: primary open angle glaucoma
COX	: Cyclooxygenase
NTG	: normo tension glaucoma
OAG	: open angle glaucoma
AOA	: American Optometric Association
DES	: digital eye strain
PAL	: progressive added lens
PRK	: Photorefractive Keratectomy
LASEK	: Laser Epithelial Keratomileusis
LASIK	: Laser-Assisted In Situ Keratomileusis
M1	: Muscarinic Acetylcholine Receptor Subtype 1
M5	: Muscarinic Acetylcholine Receptor Subtype 5
UV	: ultraviolet
7-MX	: 7-methylxanthine
MMD	: Myopic Macular Degeneration
Sp.M	: spesialis mata
N	: jumlah sampel minimal yang dibutuhkan
Z	: sesuai tingkat kepercayaan.
S	: Standar deviasi dari populasi.
D	: (tingkat presisi 5%)
μ	: Rata-rata dari populasi.
GAT	: Goldmann Aplanation Tonometer
NCT	: Non contact tonometer
DCT	: Dynamic contour tonometer
OCT	: Optical coherence tomography

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar persetujuan tik.....	70
Lampiran 2. Surat izin penelitian.....	71
Lampiran 3. Surat selesai penelitian.....	72
Lampiran 4. Dokumentasi.....	73
Lampiran 5. Hasil uji statistik.....	74
Lampiran 6. Daftar riwayat hidup.....	76
Lampiran 7. Artikel Ilmiah.....	77

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Miopia (juga dikenal sebagai rabun jauh atau rabun dekat) adalah kondisi umum yang berkembang terutama selama masa kanak-kanak dan awal dewasa ketika perpanjangan mata yang berlebihan menyebabkan gambar objek yang jauh menjadi fokus di depan retina, sehingga mengakibatkan penglihatan jarak jauh menjadi kabur. Miopia didefinisikan sebagai ekuivalen sferis (*Spherical equivalent/ SE*) $\geq -0,5$ dioptri (D). Miopia biasanya dapat dikoreksi dengan kacamata, lensa kontak, atau operasi refraktif untuk memberikan ketajaman penglihatan yang baik. Tingkat miopia apa pun dapat meningkatkan risiko perubahan jaringan mata yang merugikan, tetapi risiko efek ini meningkat secara dramatis pada tingkat miopia yang tinggi (miopia tinggi, SE lebih buruk dari -5,0D atau -6,0D) dan pada miopia patologis (perubahan retina patologis sekunder akibat miopia tinggi), yang menyebabkan gangguan penglihatan yang tidak dapat dikoreksi atau kebutaan, termasuk penyakit yang mengganggu penglihatan seperti glaukoma, ablasi retina, dan *macular hole*.¹

Orang dengan miopia biasanya mengeluhkan tidak dapat melihat benda jarak jauh dengan jelas tanpa menggunakan kacamata atau lensa kontak.² Gejala yang dirasakan oleh orang dengan miopia adalah terjadi kelainan bias objektif equivalent pada $\geq -0,50$ D pada kedua mata, pandangan kabur ketika melihat jarak jauh, mata mengerut atau menjuling ketika memandang objek yang jarak jauh, dan sakit kepala yang disebabkan adanya kelainan mata, mata kelelahan, dan ketegangan otot mata.³

Predisposisi genetik tidak banyak berubah dalam beberapa dekade terakhir dan peningkatan prevalensi miopia mungkin terkait dengan faktor lingkungan seperti peningkatan jumlah tahun pendidikan, lebih banyak pekerjaan jarak dekat

dan berkurangnya waktu di luar ruangan.¹ Penyebab gangguan penglihatan terbanyak di dunia adalah gangguan refraksi yang tidak dapat terkoreksi (48,99%) dan merupakan penyebab kedua kebutaan terbesar. Miopia merupakan beban terbesar dalam skala global terjadinya kelainan refraksi dibandingkan dengan kelainan refraksi lainnya. *World Health Organization (WHO)* telah memperkirakan sekitar 153 juta orang di dunia hidup dengan gangguan penglihatan akibat kelainan refraksi.⁴ Miopia merupakan salah satu penyakit mata tersering dan menjadi beban kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Secara global, terdapat 1,9 miliar manusia (28,3% populasi dunia) dengan miopia (-0,5 dioptri (D) s/d -5,00 (D)) dan 277 juta manusia (4% populasi dunia) dengan miopia tinggi (-5,00 D atau lebih berat). Sebuah studi pada anak usia 12 tahun menunjukkan tingginya prevalensi miopia di kota-kota di Asia, seperti Singapura (62%), Hongkong (53,1%), Guangzhou (49,7%) dibandingkan di Amerika Serikat (20,0%), Australia (11,9%), India (9,7%), dan Nepal (16,5%).⁵ Diperkirakan sekitar 24,7% penduduk Indonesia mengalami kelainan refraksi dan prevalensinya pada anak usia sekolah adalah 10% dari total 66 juta anak di Indonesia. Grzybowski *et al* melaporkan bahwa prevalensi miopia pada anak usia sekolah (usia 6-19 tahun) di Indonesia mencapai 32,68% dan pada usia di atas 21 tahun sebesar 48,1%. Perubahan gaya hidup dan usia turut berperan dalam meningkatnya prevalensi faktor risiko miopia di dunia. Miopia meningkat pada anak yang memiliki faktor risiko seperti : kebiasaan membaca jarak dekat (jarak baca < 25 cm) atau melakukan pekerjaan jarak dekat (menulis, menonton televisi), riwayat orang tua dengan miopia, kurang tidur, kurang waktu di luar kamar, lamanya penggunaan gadget, paparan cahaya rendah, tinggal di lingkungan perkotaan, kurang olahraga, suku bangsa, gaya hidup, waktu layar digital, dan penggunaan lampu LED.⁶

Tekanan intraokular diartikan sebagai suatu ukuran tekanan hidrostatik di dalam bola mata yang nilainya bergantung dari resistensi aliran keluar dan laju pembentukan *aqueous humor*. *Aqueous humor* dihasilkan oleh badan siliar

dengan kecepatan 2-2,5 mikroliter per menit. *Aqueous humor* berfungsi menyediakan oksigen dan glukosa bagi lensa dan kornea yang bersifat avaskuler. Tekanan intraokular yang normal penting untuk menjaga fungsi refraksi tetap normal sehingga fungsi pengelihan mata dapat menjadi optimal. Kondisi normal rata-rata nilai TIO yaitu 15,5 mmHg dengan rentang normal 10-21 mmHg.³

Tekanan intraokular merupakan tekanan yang terbentuk oleh cairan yang terdapat pada bola mata dan merupakan hal yang penting dalam mengevaluasi pasien yang berisiko mengalami glaukoma. Tekanan intraokular yang tinggi merupakan faktor risiko utama terjadinya glaukoma, tetapi keadaan tersebut dapat dilakukan deteksi secara dini dengan menggunakan tonometer sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya glaukoma lebih lanjut dan mengakhiri progresivitas penyakit.² Faktor lain yang dapat memengaruhi perubahan pada tekanan intraokular, meliputi jenis kelamin, variasi diurnal, diabetes melitus, hipertensi dan status refraksi seperti miopia, hiperopia dan astigmatisme.⁴

Miopia telah ditemukan memiliki pengaruh pada tekanan intraokular (TIO). Hani et al., (2022) menyatakan bahwa pada miopia terjadi penurunan rigiditas dan peningkatan dorongan pada dinding bola mata sehingga menyebabkan dinding bola mata menjadi lebih tipis. Mata dengan volume besar dengan dinding yang tipis akan menghasilkan penekanan yang lebih tinggi pada dindingnya dibandingkan dengan mata yang normal pada TIO yang sama dan dapat dikatakan bahwa TIO cenderung meningkat sesuai dengan tingkat keparahan miopia.⁴

Pengaruh aspek fisiologis, terutama hormon, terhadap tekanan intraokular masih menjadi topik perdebatan. Dua hormon seks utama, yaitu testosteron dan estrogen, tidak hanya berbeda tingkat sirkulasinya antara pria dan wanita misalnya, kadar testosteron pada pria sekitar 15 kali lipat lebih tinggi dibandingkan wanita tetapi juga memiliki efek biologis yang spesifik sesuai jenis kelamin.⁷ Penelitian oleh Wickham et al. mengungkapkan adanya ekspresi reseptor hormon seks seperti androgen, estrogen, dan progesteron dalam berbagai

struktur mata, yang mengindikasikan bahwa hormon-hormon ini mungkin berperan penting dalam menjaga kesehatan mata.⁸

Dari hasil penelitian sebelumnya, distribusi tekanan intraokular (TIO) yang diukur mengikuti distribusi Gaussian yang kira-kira, dengan nilai rata-rata yang lebih tinggi pada pria dibandingkan wanita. Rata-rata TIO adalah 15,4 (95% CI: 9,1-21,6) mmHg untuk pria dan 14,9 (95% CI: 9,0-20,8) mmHg untuk wanita. Untuk pria, TIO menurun dari 11,0-23,5 mmHg pada usia 18-24 tahun menjadi 10,5-20,5 mmHg pada usia ≥ 70 tahun. Untuk wanita, TIO menurun dari 10,5-22,0 mmHg pada usia 18-24 tahun menjadi 10,0-21,0 mmHg pada usia ≥ 70 tahun.²

Faktor hormonal antara laki-laki dan perempuan dapat menjadi variabel penting yang memengaruhi tekanan intraokular, namun belum banyak diteliti secara komparatif pada populasi dengan miopia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tekanan intraokular antara laki-laki dan perempuan yang mengalami miopia. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran jenis kelamin dalam regulasi TIO pada penderita miopia serta menjadi acuan bagi pendekatan klinis yang lebih personal dalam pemeriksaan dan penatalaksanaan kelainan refraksi ini.⁹

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan tekanan intraokular pada penderita miopia antara laki-laki dan perempuan?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan tekanan intraokular pada penderita miopia antara laki-laki dan Perempuan.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengukur tekanan intraokular pada subjek laki-laki dengan miopia.
- b. Mengukur tekanan intraokular pada subjek perempuan dengan miopia.
- c. Menganalisis apakah terdapat perbedaan signifikan antara tekanan intraokular laki-laki dan perempuan dengan miopia.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Studi ini berperan sebagai wadah untuk meningkatkan pemahaman akademik dalam ranah oftalmologi dan kesehatan mata.

1.4.2 Bagi Institut Pendidikan

- Menambah literatur ilmiah di institusi terkait bidang oftalmologi, khususnya mengenai pengaruh jenis kelamin terhadap tekanan intraokular pada miopia.
- Menjadi bahan referensi dan sumber pembelajaran bagi mahasiswa lain yang ingin melakukan penelitian serupa.

1.4.3 Bagi Masyarakat

- Memberikan informasi awal tentang potensi perbedaan tekanan intraokular antara laki-laki dan perempuan dengan miopia, yang dapat menjadi dasar deteksi dini terhadap risiko gangguan mata, termasuk glaukoma.
- Meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemeriksaan tekanan intraokular secara berkala, terutama pada penderita miopia.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mata

2.1.1 Anatomi Mata

Kornea merupakan struktur transparan yang membentuk bagian anterior dari lapisan luar bola mata. Struktur ini berlanjut dengan sklera yang bersifat opak, yang juga merupakan bagian dari lapisan luar mata. Daerah transisi antara kornea dan sklera dikenal dengan istilah limbus atau perbatasan korneosklera. Kornea manusia berbentuk menyerupai lensa meniskus negatif, dengan ketebalan rata-rata sekitar 535 μm di bagian sentral, dan meningkat sekitar 100 μm pada bagian perifer. Secara anatomi, kornea secara konvensional dibagi menjadi lima lapisan, yaitu: epitel ($\pm 50 \mu\text{m}$), lamina limitans anterior atau membran Bowman ($\pm 8 \mu\text{m}$), stroma ($\pm 470 \mu\text{m}$), lamina limitans posterior atau membran Descemet (3–20 μm), serta endotelium ($\pm 3\text{--}5 \mu\text{m}$).¹⁰

Sklera merupakan jaringan buram yang menutupi sebagian besar permukaan bola mata, dengan ketebalan yang bervariasi, mulai dari sekitar 0,3 mm di area posterior tempat insersi otot rektus, hingga mencapai 1,0 mm di sekitar saraf optik. Secara histologis, sklera terdiri atas tiga lapisan utama yang tersusun dari luar ke dalam, yaitu: (i) episklera, yang mengandung fibroblas, proteoglikan, melanosit, serta glikoprotein, tersusun dalam jaringan kolagen tipis yang renggang; (ii) stroma, yang terdiri atas serat kolagen lebih tebal dengan serat elastis dan melanosit yang tersebar secara sporadis; dan (iii) lamina fusca, yang merupakan lapisan terdalam dengan dominasi serat elastis dan berkas kolagen yang lebih pendek, terletak berdekatan dengan lapisan uvea. Struktur sklera memiliki dua bukaan utama, yakni foramen sklera anterior yang mengelilingi kornea dan foramen sklera posterior yang mengelilingi saraf optik.¹⁰

Badan siliaris merupakan struktur yang secara penampang melintang berbentuk segitiga dan memanjang ke arah anterior dari batas depan koroid hingga ke pangkal iris, dengan panjang sekitar 6 mm. Struktur ini terdiri atas dua bagian utama yaitu, *pars plicata* (± 2 mm), yang merupakan zona anterior dengan permukaan berlipat-lipat, serta *pars plana* (± 4 mm), yaitu bagian posterior yang datar. Dari *pars plicata* muncul prosesus siliaris, yang secara histologis tersusun terutama atas kapiler dan vena yang bermuara ke dalam sistem vena vortex. Kapiler-kapiler pada struktur ini berukuran besar dan memiliki fenestrasi, memungkinkan terjadinya kebocoran zat seperti fluorescein ketika diberikan secara intravena. Epitel siliaris terdiri atas dua lapisan, yakni lapisan dalam yang tidak berpigmen merupakan perpanjangan anterior dari neuroretina dan lapisan luar yang berpigmen merupakan kelanjutan dari epitel pigmen retina. Prosesus siliaris beserta epitel siliaris yang menutupinya memiliki peran utama dalam produksi humor akuos (*aqueous humor*).¹¹

Lensa merupakan struktur bikonveks yang avaskular, tidak berwarna, dan hampir sepenuhnya transparan, dengan ketebalan sekitar 4 mm dan diameter sekitar 9 mm. Lensa terletak di posterior iris dan ditopang oleh serabut-serabut zonula, yang menghubungkannya dengan badan siliaris. Pada sisi anterior lensa terdapat humor akuos, sedangkan di bagian posteriornya terdapat badan vitreus. Kapsul lensa merupakan membran semipermeabel, dengan permeabilitas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dinding kapiler, sehingga memungkinkan difusi air dan elektrolit. Posisi lensa dipertahankan oleh ligamen suspensorium yang dikenal sebagai *zonula* (*zonula Zinn*), yang terdiri atas fibril-fibril halus yang berasal dari permukaan badan siliaris dan berinsersi pada daerah ekuator lensa. Secara komposisi, lensa terdiri dari sekitar 65% air dan 35% protein menjadikannya jaringan dengan konsentrasi protein tertinggi dalam tubuh manusia serta sejumlah kecil mineral yang juga ditemukan pada jaringan tubuh lainnya.¹¹

Retina merupakan lapisan jaringan saraf yang tipis, semitransparan, dan terdiri atas beberapa lapisan, yang melapisi dua pertiga posterior dinding dalam bola mata. Retina memanjang hingga mendekati badan siliaris dan berakhir pada batas anterior yang tidak rata yang disebut ora serrata. Permukaan luar dari retina sensorik melekat pada epitel pigmen retina (retinal pigment epithelium/RPE), sehingga secara struktural berhubungan dengan membran Bruch, koroid, dan sklera. Ketebalan retina bervariasi, yaitu sekitar 0,1 mm pada ora serrata dan mencapai 0,56 mm di beberapa area kutub posterior. Di bagian sentral retina posterior terdapat makula, struktur dengan diameter sekitar 5,5 hingga 6,0 mm, yang secara klinis dibatasi oleh arkade vaskular retina temporal.¹¹

2.1.2 Fisiologi Penglihatan

Proses penglihatan dimulai saat cahaya diterima dan diubah menjadi potensial aksi oleh sel kerucut dan sel batang yang terdapat pada retina. Badan sel kerucut dan batang meneruskan impuls ini dengan mengirimkan potensial aksi melalui sinapsis ke sel bipolar, yang merupakan neuron tingkat kedua dalam jalur penglihatan. Sel bipolar kemudian bersinapsis dengan sel ganglion retina, dan potensial aksi diteruskan melalui akson sel ganglion yang berkonvergensi membentuk nervus optikus. Nervus optikus selanjutnya berjalan ke arah intrakranial melalui kanalis optikus. Di dalam rongga intrakranial, nervus optikus kanan dan kiri bergabung dan menyilang membentuk kiasma optikum. Sekitar 53% serabut dari sisi nasal ipsilateral bergabung dengan 47% serabut dari sisi temporal kontralateral, membentuk traktus optikus yang kemudian bersinapsis di nukleus genikulatum lateral. Dari nukleus genikulatum lateral, informasi visual diteruskan ke korteks penglihatan melalui serabut akson yang tersebar menyerupai kipas, dikenal sebagai radiatio optika. Serabut-serabut ini berakhir terutama di area korteks penglihatan primer (Brodmann area 17), serta di area korteks ekstrastriata

(Brodmann area 18 dan 19). Korteks penglihatan primer juga dikenal sebagai area V1 atau *korteks striatum*. Kedua hemisfer otak memiliki korteks visual masing-masing, di mana hemisfer kiri menerima sinyal dari lapang pandang kanan, sedangkan hemisfer kanan menerima sinyal dari lapang pandang kiri.¹²

2.2 Visual Acuity

Ketajaman visual (VA) adalah kemampuan mata untuk membedakan detail objek dengan benar pada jarak tertentu. Ini adalah salah satu parameter kunci dari evaluasi pasien oftalmik (yaitu, perawatan mata) dan secara konvensional dinilai di klinik menggunakan bagan putih yang menampilkan optotipe hitam biasanya huruf atau simbol yang harus diidentifikasi dengan benar oleh pasien dari jarak standar.¹³ Ketajaman penglihatan dapat diuji untuk jarak jauh atau dekat, secara konvensional pada jarak masing-masing 20 kaki (6 m) dan 14 inci (33 cm), tetapi ketajaman jarak adalah standar umum untuk perbandingan. Ketajaman penglihatan diukur dengan tampilan optotipe berukuran berbeda yang ditampilkan pada jarak yang sesuai dari mata. "Bagan Snellen" yang umum digunakan terdiri dari deretan huruf yang semakin kecil, setiap baris diberi nomor yang sesuai dengan jarak dalam kaki (atau meter) dari mana mata normal dapat membaca huruf-huruf pada baris tersebut. Misalnya, huruf-huruf pada baris "40" cukup besar untuk dilihat oleh mata normal dari jarak 40 kaki. Meskipun bagan bercahaya yang dipasang di dinding atau sistem proyeksi umumnya digunakan, layar LCD yang dipasang di dinding memberikan standarisasi dan kalibrasi yang lebih baik. Ketajaman penglihatan dinilai sebagai pecahan (misalnya, "20/40"). Angka pertama menunjukkan jarak pengujian antara grafik dan pasien, dan angka kedua menunjukkan baris huruf terkecil yang dapat dibaca oleh mata pasien. Oleh karena itu, penglihatan normal adalah 20/20, dan ketajaman 20/60 menunjukkan bahwa mata pasien hanya dapat membaca dari huruf sejauh 20 kaki yang cukup besar bagi mata normal untuk membaca dari jarak 60 kaki.¹¹

Ketajaman penglihatan menurun seiring bertambahnya usia, dan perubahan ketajaman penglihatan terkait penyakit bervariasi. Kami mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi ketajaman penglihatan dan ketajaman penglihatan terkait usia pada penyakit yang terkait dengan ketajaman penglihatan yang berkurang seperti hipertensi, diabetes melitus (DM), glaukoma, dan retinopati diabetik (DR).¹⁴

klasifikasi gangguan penglihatan berdasarkan ketajaman visual jarak jauh (distance visual acuity), yang dibagi menjadi 7 tingkat (dari 0 hingga 6), mulai dari tidak ada gangguan penglihatan hingga kebutaan total. Klasifikasi ini menggunakan beberapa sistem pengukuran seperti Snellen (meter dan feet), LogMAR, dan Decimal.¹⁵

- 0 - No Vision Impairment (Tidak ada gangguan penglihatan)

Ketajaman visual sama dengan atau lebih baik dari 6/12 ($\geq 6/12$ atau 20/40, $\text{LogMAR} \leq 0.30$, desimal ≥ 0.5). Artinya, seseorang masih dianggap memiliki penglihatan normal atau tidak mengalami gangguan penglihatan.

- 1 - Mild Vision Impairment (Gangguan ringan)

Ketajaman visual lebih buruk dari 6/12, tapi tidak lebih buruk dari 6/18. Rentang LogMAR: 0.30 – 0.50. Desimal: 0.5 – 0.3.

- 2 - Moderate Vision Impairment (Gangguan sedang)

Ketajaman visual lebih buruk dari 6/18, tapi tidak lebih buruk dari 6/60. LogMAR: 0.50 – 1.00. Desimal: 0.3 – 0.1.

- 3 - Severe Vision Impairment (Gangguan berat)

Ketajaman visual lebih buruk dari 6/60, tapi tidak lebih buruk dari 3/60. LogMAR: 1.00 – 1.30. Desimal: 0.1 – 0.05.

- 4 - Blindness (Kebutaan)

Ketajaman visual lebih buruk dari 3/60, tapi tidak lebih buruk dari 1/60. LogMAR: 1.30 – 1.80. Desimal: 0.05 – 0.02.

- 5 - Blindness (Kebutaan berat)

Ketajaman visual lebih buruk dari 1/60, atau hanya ada persepsi cahaya.
Nilai ketajaman visual: hingga persepsi cahaya saja.

- 6 - Blindness (Total)

Tidak ada persepsi cahaya sama sekali (No light perception).¹⁵

2.3 Tekanan intraokular

2.3.1 Definisi Tekanan Intraokular

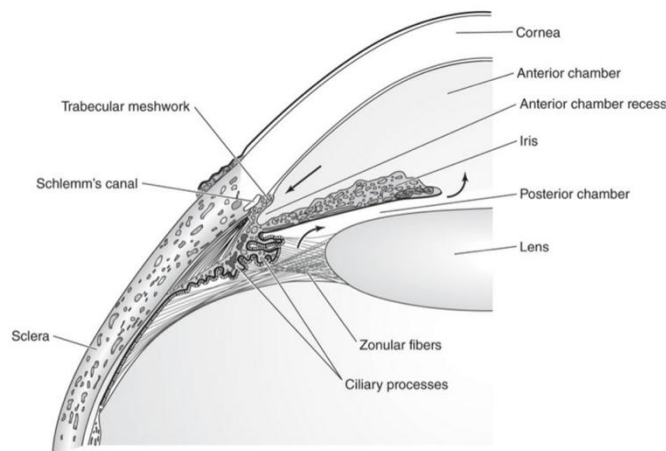
Tekanan intraokular (TIO) merupakan tekanan yang ditimbulkan oleh cairan di dalam bola mata, dengan kisaran normal antara 10 hingga 21 mmHg. Salah satu faktor utama yang memengaruhi tekanan ini adalah produksi *aqueous humor*, yaitu cairan jernih yang mengisi ruang okuli anterior dan posterior bola mata. Cairan ini terbentuk melalui sekresi aktif ion natrium, kalium, bikarbonat, serta ion-ion lain oleh epitel badan siliar. Produksi *aqueous humor* pada prosesus badan siliar terutama dipengaruhi oleh transportasi aktif ion-ion, dengan bikarbonat sebagai komponen utama. Selain itu, *aqueous humor* juga dihasilkan melalui proses *ultrafiltrasi* cairan dari kapiler ke dalam bola mata. Proses *ultrafiltrasi* ini bergantung pada tekanan hidrostatik serta mekanisme difusi.¹⁶

2.3.2 Komposisi Aqueous Humor

Cairan *aqueous* merupakan cairan jernih yang mengisi bilik mata anterior dan posterior. Volume normalnya berkisar sekitar 250 μ L, dengan laju produksi yang bervariasi secara sirkadian, rata-rata sekitar 2,5 μ L/menit. Tekanan osmotik *aqueous humor* sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan plasma. Komposisi *aqueous humor* secara umum serupa dengan plasma, namun memiliki konsentrasi askorbat, piruvat, dan laktat yang jauh lebih tinggi, serta kadar protein, urea, dan glukosa yang relatif lebih rendah.¹¹

2.3.3 Dinamika *Aqueous Humor*

Cairan *aqueous humor* diproduksi oleh badan siliaris. Proses *ultrafiltrasi* plasma yang terjadi di stroma prosesus siliaris mengalami modifikasi oleh fungsi *barrier* serta mekanisme sekresi dari epitel *siliaris*. Setelah terbentuk, *aqueous humor* mengalir ke dalam bilik mata posterior, kemudian melewati pupil menuju bilik mata anterior, dan selanjutnya menuju jaringan trabekular yang terletak di sudut bilik anterior. Selama perjalanannya ini, terjadi pertukaran komponen secara diferensial antara *aqueous humor* dan darah yang terdapat di iris.¹¹



Gambar 2.1 struktur segmen anterior¹¹

Proses pembentukan *aqueous humor* dimulai pada prosesus siliaris, yaitu struktur yang menonjol dari badan siliaris, dan berlanjut menuju stroma badan siliaris melalui mekanisme ultrafiltrasi yang menghasilkan plasma. Ultrafiltrasi merupakan pergerakan air, darah, dan zat-zat terlarut melewati endotel kapiler pembuluh darah akibat perbedaan gradien tekanan hidrostatik. Selanjutnya, terjadi transportasi aktif anion dan kation melalui sel epitel siliaris non-pigmen menuju celah antarsel (*cleft*). Akumulasi ion-ion ini menciptakan lingkungan yang hiperosmotik, yang mendorong terjadinya

difusi air ke dalam ruang interسلular. Ruang tersebut tertutup oleh *tight junction* pada bagian apikal, namun tetap terbuka pada bagian basal, sehingga memungkinkan cairan mengalir ke bilik mata posterior.¹²

Aliran *aqueous humor* terjadi secara terus-menerus selama 24 jam, dengan laju maksimum terjadi pada akhir pagi hari dan mencapai titik terendah pada pertengahan malam. Rata-rata laju aliran *aqueous humor* pada individu dewasa muda adalah sekitar 2,9 $\mu\text{L}/\text{menit}$, sedangkan pada individu berusia lebih dari 80 tahun menurun menjadi sekitar 2,2 $\mu\text{L}/\text{menit}$. Penurunan laju aliran ini diperkirakan sebesar 2,4% setiap dekade. Setelah diproduksi dan mencapai bilik mata posterior, *aqueous humor* akan mengalir secara pasif melalui pupil menuju bilik mata anterior.¹²

2.3.4 Outflow Aqueous Humor

Aqueous humor akan keluar dari bola mata melalui dua jalur utama, yaitu jalur trabekular dan jalur uveoscleral.¹²

A. Jalur trabekular

Aliran trabekular dikenal sebagai jalur konvensional yang bergantung pada tekanan (pressure-dependent), yaitu dipengaruhi oleh tekanan intraokular. Aliran ini melewati beberapa struktur, yaitu anyaman uvea (*uveal meshwork*) dan anyaman kornea. Kedua anyaman tersebut memiliki bukaan atau penetrasi yang kecil dan tidak saling tumpang tindih, serta dihubungkan oleh jaringan berserat dan sel endotel. Selanjutnya, cairan mengalir melalui anyaman jukstakanalikular. Hambatan aliran *aqueous humor* pada jalur anyaman trabekular disebabkan oleh berkurangnya jumlah sel endotel pada bagian basal anyaman jukstakanalikular, penurunan tonus otot siliar, serta menurunnya fungsi sel trabekular. Laju aliran keluar (outflow) *aqueous humor* berkisar antara 0,1–0,4 $\mu\text{L}/\text{menit}/\text{mmHg}$, dan laju ini mengalami penurunan seiring bertambahnya usia.¹²

Setelah melewati anyaman trabekular, *aqueous humor* selanjutnya mengalir melalui vena episklera. Tekanan vena episklera pada individu sehat berkisar antara 7–14 mmHg. Tekanan ini mengalami perubahan sesuai dengan posisi tubuh; saat beralih dari posisi duduk ke berbaring terlentang, tekanan meningkat sebesar 1–9 mmHg, sedangkan saat beralih dari posisi berbaring ke duduk, tekanan menurun. Meskipun demikian, tekanan episklera secara umum tidak dipengaruhi oleh perubahan posisi tubuh secara signifikan. Perubahan tekanan di episklera sebesar 0,8 mmHg dapat memengaruhi tekanan intraokular hingga sekitar 1 mmHg. Aliran *aqueous humor* berlangsung sepanjang 24 jam, dengan puncak aliran terjadi pada akhir pagi hari dan tingkat terendah pada pertengahan malam. Rata-rata laju aliran pada dewasa muda adalah sekitar 2,9 $\mu\text{L}/\text{menit}$.¹²

B. Jalur uveoscleral

Berbeda dengan aliran trabekular, aliran uveosklera mengikuti jalur dan saluran yang belum sepenuhnya diketahui. *Aqueous humor* merembes melalui permukaan anterior otot siliar serta jaringan di sekitar uvea, kemudian keluar melalui ruang suprakoroid dan pembuluh darah koroidal. Aliran uveoskleral ini dikenal sebagai jalur non-konvensional atau jalur yang tidak bergantung pada tekanan intraokular (pressure-independent), serta tidak mengikuti saluran tertentu. Jalur keluar melalui uveosklera mencakup sekitar 25–57% dari total aliran *aqueous humor* pada individu dewasa berusia 20–30 tahun. Seiring bertambahnya usia, laju aliran ini mengalami penurunan. Sejak tiga dekade lalu, estimasi persentase aliran keluar *aqueous humor* melalui uveosklera dianggap lebih kecil. Namun, penelitian terbaru menunjukkan bahwa pada dewasa muda berusia 20–30 tahun, sebanyak 54% dari seluruh aliran keluar *aqueous humor* terjadi melalui uveosklera. Penurunan signifikan pada laju aliran ini tercatat pada

usia di atas 60 tahun, menjadi sekitar 45%, meskipun angka ini masih lebih tinggi dibandingkan dengan perkiraan sebelumnya. Aliran uveoskleral sulit untuk diprediksi secara tepat, namun secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut.¹²

$$F_u = F_c - C (IOP - P_{ev})$$

F_u = aliran uveoskleral;

F_c = aliran *Aqueous Humor*

C = outflow facility

IOP = intraokular pressure (tekanan intra okular)

P_{ev} = tekanan vena episklera.

2.3.5 Tonometri

a. Tonometri Indentasi

Tonometri indentasi adalah metode alternatif untuk mengukur tekanan intraokular (TIO) yang secara fundamental berbeda dari tonometri aplanasi. Alih-alih meratakan kornea, tonometri indentasi menilai TIO dengan membuat lekukan pada kornea dan mengukur luas lekukan ini. Teknik ini didasarkan pada prinsip bahwa gaya tertentu akan membuat lekukan pada mata yang lebih lunak (TIO lebih rendah) lebih besar daripada mata yang lebih keras (TIO lebih tinggi). Tonometri indentasi khususnya berguna dalam situasi klinis tertentu di mana tonometri aplanasi mungkin tidak memungkinkan atau tidak akurat.¹⁷

Prototipe tonometer indentasi adalah tonometer Schiøtz yang diperkenalkan beberapa tahun lalu dan saat ini tidak lagi digunakan. Ini adalah bentuk tonometri indentasi yang paling tradisional. Tonometer Schiøtz menggunakan pendorong yang membuat kornea terindentasi akibat gaya gravitasi. Derajat indentasi berbanding terbalik dengan TIO. Berbagai

bobot dapat digunakan untuk menyesuaikan gaya yang diberikan, dan skala pada alat menunjukkan TIO berdasarkan kedalaman indentasi.¹⁸

Dengan menggunakan instrumen ini, kornea diindentasi oleh plunger yang diberi beban berbeda. TIO didasarkan pada kedalaman indentasi. Nilai-nilai ditampilkan pada skala 0 hingga 20 unit, dengan tonjolan plunger sebesar 0,05 mm mewakili setiap unit pengukuran. Nilai yang tertera pada pegangan perlu dikonversi ke mmHg menggunakan skala konversi. Koefisien kekakuan okular, yang dapat berbeda antar mata, perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan pengukuran tekanan intraokular yang terkoreksi.¹⁸

Tonometer Schiøtz adalah instrumen yang sederhana dan relatif murah. Alat ini terkadang masih digunakan di negara-negara berkembang dan pada anak-anak dengan anestesi umum. Namun, tonometer ini rentan terhadap beberapa sumber kesalahan, termasuk posisi yang tidak tepat pada mata, instrumen yang rusak atau kotor, variabilitas yang tinggi dibandingkan dengan perangkat lain, dan pengukuran yang dipengaruhi oleh kekakuan mata individu. Selain itu, pasien harus dalam posisi supine (terlentang) saat melakukan pengukuran dengan tonometer ini.¹⁸



Gambar 2.2 Tonometer Schiøtz¹⁸

Tonometri Mackay-Marg adalah tonometer indentasi elektronik ini dirancang untuk memberikan pembacaan yang lebih konsisten dibandingkan tonometer Schiøtz. Tonometer ini menggunakan pendorong

kecil bermotor untuk membuat indentasi pada kornea, dan resistansi terhadap indentasi ini diukur secara elektronik. Metode ini kurang bergantung pada sifat kornea dibandingkan tonometri Schiotz, tetapi tetap dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti ketebalan kornea sentral.¹⁷

Tonometri Indentasi Elektronik adalah Sebuah kemajuan modern dalam tonometri indentasi, perangkat ini menggunakan sensor elektronik untuk mengukur derajat indentasi kornea secara lebih presisi. Teknologi ini bertujuan untuk memberikan pengukuran yang lebih akurat dan berulang dibandingkan tonometri Schiotz tradisional, meskipun masih memiliki beberapa keterbatasan metodologis yang melekat pada teknik indentasi.¹⁷

b. Tonometri aplanasi

Tonometri aplanasi merupakan alat diagnostik krusial dalam oftalmologi, terutama digunakan untuk mengukur tekanan intraokular (TIO), parameter penting dalam diagnosis dan penanganan glaukoma. Teknik ini didasarkan pada Imbert-Fick prinsip yang menyatakan bahwa gaya yang dibutuhkan untuk meratakan (applanate) permukaan bola adalah proporsional terhadap tekanan internal bola, dengan asumsi permukaan tersebut elastis sempurna dan sangat tipis.¹⁸

Tonometri aplanasi goldmann (GAT) secara luas dianggap sebagai gold standart, GAT melibatkan penggunaan biomikroskop yang dipasang lampu celah dengan kepala tonometer. Visualisasinya memerlukan penggunaan pewarna fluorescein dan cahaya biru kobalt. Akurasi GAT berasal dari kemampuannya untuk secara langsung mengukur gaya yang dibutuhkan untuk meratakan area kornea yang kecil dan telah ditentukan sebelumnya (diameter 3,06 mm). Meskipun akurat, faktor-faktor seperti ketebalan dan kekakuan kornea dapat memengaruhi hasil, dan kebutuhan akan anestesi topikal serta kontak dekat dengan pasien membatasi penggunaannya dalam pengaturan klinis tertentu.¹⁸



Gambar 2.3 tonometer applanasi goldmann diposisikan dengan slitlamp¹⁸

Tonometri Perkins Ini adalah versi genggam dari tonometer Goldmann, yang menguntungkan dalam posisi pasien non-standar, seperti pada pasien anak atau pasien yang terbaring di tempat tidur. Tonometri Perkins mempertahankan presisi GAT tetapi menawarkan fleksibilitas yang lebih besar. Namun, tonometri ini memiliki keterbatasan serupa dalam hal sifat kornea yang memengaruhi hasil pembacaan.¹⁷

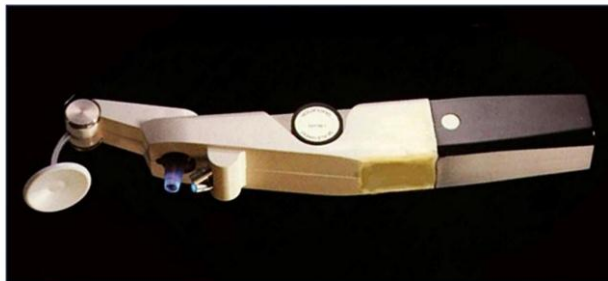


Figure 4. Handheld Perkins tonometer.

Gambar 2.4 Tonometer perkins¹⁸

Tono-Pen merupakan alat portabel genggam yang berguna dalam berbagai situasi klinis, termasuk di mana pemeriksaan slitlamp tradisional tidak memungkinkan. Alat ini menggunakan permukaan aplanasi mini untuk bersentuhan langsung dengan kornea. Kalibrasi dan teknik penggunaan dapat memengaruhi akurasi Tono-Pen, tetapi portabilitas dan kemudahan penggunaannya membuatnya populer dalam situasi non-tradisional dan darurat.¹⁸



Gambar 2.5 Tono pen¹⁸

c. Tonometri Non Kontak

Tonometer nonkontak ("tiupan udara") tidak seakurat tonometer aplanasi. Semburan kecil udara dihembuskan ke kornea.¹⁸ NCT menggunakan denyut udara cepat untuk mengaplanasi kornea.¹⁷ Udara yang memantul dari permukaan kornea mengenai membran sensor tekanan di dalam instrumen. Metode ini tidak memerlukan tetes anestesi, karena tidak ada instrumen yang menyentuh mata sehingga menghilangkan kebutuhan akan tetes anestesi dan mengurangi risiko abrasi kornea atau penularan infeksi.¹⁷ Dengan demikian, metode ini lebih mudah digunakan oleh dokter mata atau teknisi dan berguna dalam program skrining.¹⁸

B



Gambar 2.6 tonometer non kontak¹⁸

d. Tonometri rebound

Tonometri rebound merupakan pendekatan yang relatif modern untuk mengukur tekanan intraokular (TIO) dan telah mendapatkan popularitas karena kemudahan penggunaannya, ketidaknyamanan pasien yang minimal, dan berkurangnya kebutuhan anestesi kornea. Teknik ini mengukur TIO berdasarkan pantulan probe kecil atau ujung yang menyentuh kornea sebentar.¹⁷



Gambar 2.7 Tonometer rebound iCare¹⁸

Tonometri Icare® adalah contoh tonometri rebound yang paling terkenal. Tonometer ini menggunakan probe kecil dan ringan yang digerakkan untuk menyentuh kornea dengan lembut. Kecepatan pantulan probe setelah menyentuh kornea berbanding terbalik dengan TIO. Keunggulan utama tonometer Icare® adalah kemudahan penggunaannya; tonometer ini tidak memerlukan anestesi topikal atau pewarna fluorescein, sehingga sangat berguna pada populasi anak-anak atau untuk skrining cepat.¹⁸

Tonometri Icare® HOME Sebagai adaptasi dari tonometer Icare® standar, perangkat Icare® HOME memungkinkan pasien mengukur TIO mereka sendiri di rumah. Perangkat ini sangat bermanfaat bagi pasien yang membutuhkan pemantauan TIO secara berkala, seperti pasien glaukoma. Desainnya yang ramah pengguna dan kemampuan pemantauan mandiri dapat meningkatkan kepatuhan pasien dan pengelolaan tekanan intraokular yang lebih baik seiring waktu.¹⁷

Tonometri Icare® PRO adalah versi canggih yang dirancang untuk penggunaan profesional dengan fitur tambahan seperti deteksi posisi, yang membantu memastikan pembacaan akurat terlepas dari posisi pasien. Tonometer ini sangat berguna dalam pengaturan klinis bagi pasien yang tidak dapat duduk dengan nyaman di depan lampu celah, seperti pasien yang terbaring di tempat tidur atau dalam perawatan anak.¹⁷

Icare® TA01i dan TA02: Ini adalah model awal tonometer Icare®, yang utamanya digunakan dalam pengaturan klinis. Tonometer ini dikenal karena akurasi dan keandalannya, meskipun tidak memiliki beberapa fitur canggih dari model yang lebih baru. Perangkat ini masih digunakan karena ketahanan dan kemudahan pengoperasiannya.¹⁷

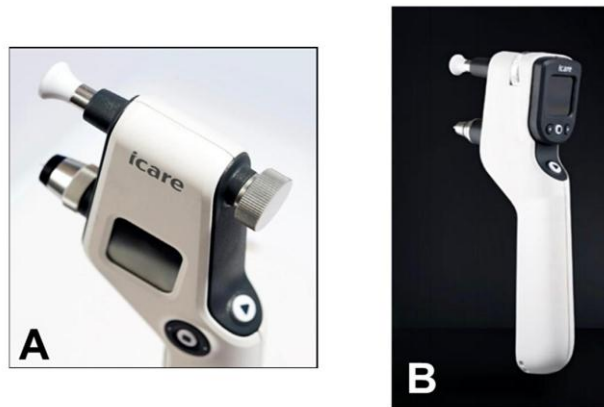


Figure 13. (A) iCare 100; (B) iCare 200 version.



Figure 14. (A) iCare One; (B) iCare Home; (C) iCare Home2.

Gambar 2.8 Berbagai macam tonometri iCare¹⁸

e. Tonometri Kontur Dinamis

Tonometri Kontur Dinamis (DCT) adalah teknik tonometri okular canggih yang dirancang untuk mengukur tekanan intraokular (TIO) dengan cara yang meminimalkan dampak sifat kornea seperti ketebalan dan kekakuan. Berbeda dengan metode aplanasi tradisional, DCT menggunakan pendekatan pencocokan kontur, di mana bentuk ujung tonometer sejajar dengan kelengkungan alami kornea, sehingga menghasilkan pengukuran TIO yang lebih akurat dan tidak terlalu bergantung pada kornea.¹⁷

Tonometri Kontur Dinamis Pascal: Pascal DCT adalah bentuk teknologi yang paling dikenal. Alat ini dilengkapi tonometer berujung sensor yang menyesuaikan kelengkungan kornea, sehingga mengurangi pengaruh sifat kornea terhadap pembacaan TIO. Alat ini menyediakan

pembacaan digital TIO beserta amplitudo denyut okular, sehingga memberikan informasi diagnostik yang berharga. Pascal DCT dipuji karena akurasinya, terutama dalam kasus-kasus di mana anomali kornea atau faktor-faktor lain dapat memengaruhi hasil tonometri aplanasi tradisional.¹⁷

DCT dalam Kombinasi dengan Teknologi Lain: Beberapa perkembangan terbaru dalam DCT melibatkan integrasi teknologinya dengan alat diagnostik okular lainnya. Misalnya, menggabungkan DCT dengan tomografi koherensi optik (OCT) atau perangkat pemindaian lainnya dapat memberikan penilaian okular yang komprehensif, memberikan wawasan tentang sifat biomekanik mata dan TIO.¹⁷

Sistem DCT Otomatis dan Portabel : Kemajuan teknologi DCT mencakup pengembangan sistem otomatis dan portabel. Perangkat ini bertujuan untuk menghadirkan akurasi DCT ke berbagai pengaturan klinis, termasuk di luar klinik oftalmologi tradisional. Perangkat ini menawarkan potensi skrining yang lebih mudah dan lebih luas untuk kondisi seperti glaukoma, terutama pada populasi dengan akses terbatas ke fasilitas kesehatan.¹⁷

DCT dalam Aplikasi Penelitian : DCT juga digunakan dalam penelitian untuk mempelajari biomekanika okular dan patofisiologi berbagai penyakit mata. Dengan memberikan pengukuran TIO yang akurat dan kurang dipengaruhi oleh sifat kornea, DCT sangat berharga dalam penelitian yang membutuhkan kontrol dan pemantauan TIO yang tepat.¹⁷

2.3.6 Faktor yang Memengaruhi Tekanan Intraokular

Tekanan tersebut diatur dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti laju aliran *aqueous humor*, aliran keluar, serta tekanan vena episklera. Tekanan intraokular (TIO) merupakan hasil keseimbangan yang kompleks

antara produksi dan drainase *aqueous humor*. Faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap perubahan tekanan intraokular meliputi jenis kelamin, variasi diurnal, diabetes melitus, hipertensi, serta status refraksi seperti miopia, hiperopia, dan astigmatisme.^{19 20}

Tekanan intraokular memegang peranan penting dalam dinamika *aqueous humor*, yang berfungsi untuk menstabilkan bola mata yang lunak serta menjaga fungsi fisiologisnya agar tetap normal. Ketika terjadi obstruksi pada *trabecular meshwork* atau *Schlemm's canal*, peningkatan tekanan intraokular dapat terjadi. Dampak mekanis langsung ini merupakan faktor risiko utama dalam perkembangan glaukoma. Tekanan intraokular yang tinggi dan berlangsung dalam waktu lama dapat merusak saraf optik mata, yang pada akhirnya menyebabkan kehilangan penglihatan-kondisi ini merupakan penyebab utama kebutaan akibat glaukoma. Beruntung, beberapa studi menunjukkan bahwa tekanan intraokular dapat dikendalikan dengan mengurangi produksi *aqueous humor* dan/atau menurunkan resistensi hidrodinamik pada jalur keluar trabekular untuk drainase *aqueous humor*.¹⁹

A. Kecepatan aliran *Aqueous Humor*

Pada proses aliran *aqueous humor*, apabila laju produksi melebihi laju aliran keluar, maka *aqueous humor* akan terkumpul di anterior chamber dan posterior chamber, yang menyebabkan peningkatan tekanan intraokular. Sebaliknya, bila laju produksi lebih rendah dibandingkan dengan laju aliran keluar, volume *aqueous humor* di anterior chamber dan posterior chamber akan berkurang sehingga tekanan intraokular menurun. Dengan demikian, keseimbangan aliran *aqueous humor* dan tekanan intraokular hanya dapat tercapai jika laju produksi sama dengan laju aliran keluar. Penurunan laju sekresi *aqueous humor* akan menurunkan tekanan intraokular secara linear baik pada mata normal maupun pada kondisi patologis. Selain itu, penurunan tekanan intraokular pada mata patologis

menunjukkan perubahan yang lebih signifikan dibandingkan dengan mata sehat.¹⁹

B. Permeabilitas *Trabecular Meshwork*

Penurunan permeabilitas *Trabecular Meshwork* akan menyebabkan peningkatan tekanan intraokular secara bertahap yang sejalan dengan peningkatan kecepatan aliran. Secara lebih spesifik, terdapat nilai kritis permeabilitas *Trabecular Meshwork* sekitar $5,33 \times 10^{-11} \text{ m}^2$, di mana jika permeabilitas berada di atas nilai tersebut, tekanan intraokular meningkat secara perlahan, namun jika di bawah nilai tersebut, tekanan intraokular akan meningkat secara signifikan dan cepat. Temuan ini sesuai dengan observasi klinis, bahwa diagnosis glaukoma tidak hanya bergantung pada adanya tekanan intraokular yang tinggi.¹⁹

C. Viskositas *Aqueous Humor*

Peningkatan viskositas *Aqueous Humor* akan menyebabkan kenaikan tekanan intraokular pada mata sehat maupun patologis, meskipun laju peningkatannya berbeda, dengan peningkatan yang lebih cepat terjadi pada mata patologis dibandingkan mata sehat. Namun demikian, perubahan tekanan intraokular tidak terlalu sensitif terhadap variasi viskositas *Aqueous Humor* jika dibandingkan dengan pengaruh permeabilitas *Trabecular Meshwork* dan laju sekresi *Aqueous Humor*. Hal ini mungkin menjelaskan mengapa viskositas tidak dianggap sebagai faktor utama dalam pengaturan tekanan intraocular.¹⁹

D. Menurunnya sudut bilik mata depan

Penurunan sudut bilik mata depan menyebabkan peningkatan tekanan intraokular pada individu sehat maupun yang mengalami kondisi patologis, dengan laju peningkatan yang semakin cepat. Terdapat nilai kritis sudut bilik mata depan sekitar 15° di atas nilai ini, *tekanan*

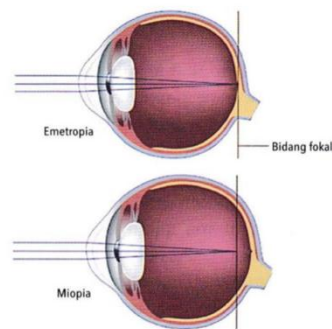
intraokular naik secara perlahan, sedangkan di bawah nilai tersebut, kenaikan tekanan intraokular berlangsung secara drastis. Selain itu, laju peningkatan tekanan intraokular lebih tinggi pada mata patologis dibandingkan dengan mata sehat, yang mengindikasikan bahwa penyempitan sudut bilik mata depan memberikan dampak lebih besar dalam kondisi patologis.¹⁹

2.4 Miopia

2.4.1 Definisi Miopia

Miopia berasal dari kata *myops* dalam bahasa Yunani, yang merupakan gabungan dari kata *myen* yang berarti menutup atau dekat, dan *ops* yang berarti mata. Secara harfiah, istilah ini merujuk pada kondisi mata yang hanya mampu melihat objek dari jarak dekat dengan jelas, sedangkan objek yang jauh tampak kabur. Dalam bahasa Inggris, kondisi ini dikenal sebagai *nearsightedness*, sementara dalam bahasa Indonesia sering disebut sebagai rabun jauh, yang menggambarkan ketidakmampuan mata untuk memfokuskan penglihatan secara jelas terhadap objek yang letaknya jauh.¹²

Miopia merupakan gangguan refraksi pada mata, di mana dalam kondisi mata sedang beristirahat atau tidak melakukan akomodasi, berkas cahaya sejajar yang berasal dari objek jauh (tak terhingga) akan dibiaskan dan difokuskan pada titik yang terletak di depan retina, bukan tepat pada retina.¹²



Gambar 2.8 perbandingan mata normal dengan mipia¹²

Kelainan miopia dapat dikoreksi menggunakan lensa sferis negatif atau lensa cekung (concave lens), yang berfungsi membiaskan cahaya yang datang sebelum memasuki mata. Dengan demikian, cahaya akan difokuskan tepat pada retina. Derajat kelainan refraksi ini diukur dalam satuan dioptri (D), di mana miopia ditandai dengan nilai negatif (-).²¹

2.4.2 Epidemiologi Miopia

Miopia merupakan salah satu gangguan refraksi yang paling sering dijumpai, dengan prevalensi yang cenderung meningkat seiring bertambahnya usia. Di Amerika Serikat, prevalensi miopia dilaporkan sebesar 3% pada anak usia 5–7 tahun, meningkat menjadi 8% pada usia 8–10 tahun, 14% pada kelompok usia 11–12 tahun, dan mencapai 25% pada remaja usia 12–17 tahun. Di Taiwan, angka kejadian miopia tercatat sebesar 12% pada anak usia 6 tahun, dan meningkat tajam hingga 84% pada kelompok usia 16–18 tahun. Tren serupa juga ditemukan di negara-negara Asia Timur lainnya seperti Singapura dan Jepang. Sementara itu, di Indonesia, prevalensi miopia pada anak usia sekolah dasar tercatat sebesar 18,7%, dan sebesar 32,3% pada kelompok usia 6–15 tahun, berdasarkan data *Urban Eye Health Study*.¹²

Secara global, terdapat 1,9 miliar manusia (28,3% populasi dunia) dengan miopia (-0,5 dioptri (D) s/d -5,00 (D)) dan 277 juta manusia (4% populasi dunia) dengan miopia tinggi (-5,00 D atau lebih berat). Sebuah studi pada anak usia 12 tahun menunjukkan tingginya prevalensi miopia di kota-kota di Asia, seperti Singapura (62%), Hongkong (53,1%), Guangzhou (49,7%) dibandingkan di Amerika Serikat (20,0%), Australia (11,9%), India (9,7%), dan Nepal (16,5%).⁵ Diperkirakan sekitar 24,7% penduduk Indonesia mengalami kelainan refraksi dan prevalensinya pada anak usia sekolah adalah 10% dari total 66 juta anak di Indonesia. Grzybowski *et al* melaporkan bahwa prevalensi miopia pada anak usia sekolah (usia 6-19 tahun) di Indonesia mencapai 32,68% dan pada usia di atas 21 tahun sebesar 48,1%.⁶

2.4.3 Klasifikasi Miopia

Berdasarkan derajat :

- a. Miopia ringan adalah miopia di bawah -3,00 D
- b. Miopia sedang adalah miopia antara -3,00 D s/d -6,00 D
- c. Miopia berat adalah miopia di atas -6,00 D²²

Berdasarkan perjalanan klinisnya, miopia dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis:

- a. Miopia stasioner, yaitu jenis miopia yang tidak mengalami perubahan signifikan setelah seseorang memasuki usia dewasa.
- b. Miopia progresif, yaitu miopia yang terus mengalami peningkatan pada usia dewasa, umumnya disebabkan oleh penambahan panjang aksial bola mata.
- c. Miopia maligna, merupakan bentuk miopia progresif yang berat, yang dapat menyebabkan komplikasi serius seperti ablasi retina dan berisiko tinggi menyebabkan kebutaan.²²

2.4.4 Etiologi miopia

Miopia berdasarkan penyebabnya di klasifikasikan menjadi 2 yaitu miopia aksilaris dan miopia kurvatura.⁵

A. Miopia aksilaris

Miopia aksilaris disebabkan oleh peningkatan panjang sumbu anterior-posterior bola mata, yang umumnya bersifat kongenital, seperti pada kondisi makroftalmus. Jenis miopia ini juga dapat berkembang pada anak-anak yang sering melakukan aktivitas dengan jarak pandang dekat, sehingga menyebabkan kontraksi berlebihan otot rektus medialis akibat

konvergensi yang intens. Ketegangan otot ekstraokular yang berlebihan ini dapat memberikan tekanan pada bola mata, terutama pada bagian polus posterior bagian terlemah dari bola mata yang kemudian mengalami pemanjangan. Selain itu, bentuk wajah yang lebih lebar juga dapat berkontribusi terhadap peningkatan konvergensi. Faktor lain yang dapat menyebabkan pemanjangan bola mata meliputi adanya peradangan, kelemahan jaringan di sekitar bola mata, bendungan, serta peningkatan tekanan pada pembuluh darah vena.⁵

B. Miopia kurvatura

Miopia juga dapat disebabkan oleh kelainan pada struktur kornea dan lensa, baik yang bersifat kongenital seperti keratokonus dan keratoglobus, maupun yang didapat seperti keratektasia. Gangguan pada lensa, misalnya lepasnya lensa dari serabut zonula Zinni (seperti pada kondisi luksasi atau subluksasi lensa), dapat menyebabkan lensa menjadi lebih cembung akibat elastisitasnya yang meningkat, sehingga daya bias mata bertambah. Selain itu, posisi lensa yang terlalu anterior (maju ke depan) juga dapat memajukan titik fokus cahaya di dalam mata, yang berkontribusi terhadap terjadinya miopia. Faktor lain yang dapat menyebabkan miopia adalah diabetes melitus (DM) yang tidak terkontrol. Pada kondisi ini, peningkatan kadar glukosa di *aqueous humor* dapat menyebabkan peningkatan indeks bias, sehingga menimbulkan efek refraksi berlebih pada sistem optik mata.⁵

2.4.5 Faktor Risiko

Menurut *American Optometric Association (AOA)*, miopia dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, di mana anak memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami miopia apabila salah satu atau kedua orang tuanya juga menderita kondisi tersebut. Meskipun faktor keturunan berperan penting, miopia juga dapat dipicu oleh faktor lingkungan. Salah satu faktor lingkungan

yang berkontribusi adalah kebiasaan melakukan aktivitas visual dalam jarak dekat secara intens dan dalam durasi yang lama. Aktivitas ini meliputi membaca, bekerja di depan komputer, bermain video game, serta pekerjaan lain yang menuntut fokus visual jarak dekat secara terus-menerus, yang pada akhirnya dapat memicu timbulnya myopia.¹

A. Faktor genetik

Faktor genetik merupakan salah satu aspek yang berperan dalam perkembangan miopia (rabun jauh). Individu dengan orang tua yang menderita miopia memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kondisi serupa, karena karakteristik struktural tubuh, termasuk anatomi mata, cenderung diturunkan secara hereditas. Genetika turut berkontribusi terhadap meningkatnya prevalensi miopia di populasi. Jika kedua orang tua mengalami miopia, kemungkinan anak akan mewarisi kondisi tersebut mencapai sekitar 90%. Sementara itu, apabila hanya salah satu orang tua yang mengalami miopia, risiko penurunan pada anak diperkirakan sebesar 80%.²¹

B. Pekerjaan dengan Jarak Pandang Dekat

Melakukan aktivitas dengan jarak pandang dekat, kurang dari 25-30 cm, dalam waktu yang lama berkaitan dengan ketidakoptimalan proses akomodasi mata. Kondisi ini menyebabkan bayangan cahaya jatuh di belakang retina, yang dikenal sebagai *hyperopic defocus*. Fenomena tersebut telah terbukti menjadi salah satu faktor yang memicu perkembangan miopia.²¹

C. Aktivitas di Luar Ruangan

Aktivitas di luar ruangan dianggap sebagai faktor paling efektif dalam menunda onset miopia pada anak-anak. Hal ini diduga berkaitan dengan beberapa mekanisme biologis. Pertama, paparan cahaya saat berada di luar ruangan merangsang pelepasan dopamin di retina, yang berperan menghambat pertumbuhan dan perubahan bentuk sklera

mata. Kedua, terdapat hipotesis bahwa rangsangan cahaya mengaktifkan jalur sinyal dari retina menuju sklera, yang memengaruhi proses remodeling sklera tersebut. Ketiga, aktivitas luar ruangan memberikan kesempatan untuk melihat objek pada jarak jauh tanpa perlu akomodasi mata, sehingga dapat menyeimbangkan efek *hyperopic defocus* yang sering terjadi saat melihat objek dalam jarak dekat di dalam ruangan.²¹

D. Jenis Kelamin

Insiden miopia pada anak perempuan dilaporkan lebih tinggi dibandingkan anak laki-laki. Anak perempuan memiliki risiko sekitar 1,21 kali lebih besar untuk mengalami miopia dibandingkan anak laki-laki. Hal ini diduga terkait dengan pola aktivitas, di mana anak perempuan cenderung menghabiskan waktu yang lebih singkat untuk aktivitas di luar ruangan dan lebih lama melakukan aktivitas dengan jarak pandang dekat.²³

E. Lama Waktu Tidur

Hubungan antara durasi tidur dengan kejadian miopia belum sepenuhnya jelas. Anak-anak yang tidur selama 9 jam atau lebih per hari memiliki risiko miopia yang lebih rendah dibandingkan dengan mereka yang tidur kurang dari 7 jam sehari. Terdapat dua hipotesis utama terkait hal ini. Pertama, tidur memberikan waktu istirahat bagi otot siliar, sehingga dapat menghambat progresi miopia. Kedua, tidur memungkinkan sel batang pada retina terpapar kondisi gelap (skotopik), yang penting untuk fungsi penglihatan perifer. Penelitian pada hewan menunjukkan bahwa penglihatan perifer, yang didominasi oleh aktivitas sel batang, memberikan stimulasi visual yang diperlukan untuk pertumbuhan refraksi mata secara normal.²¹

F. Pemakaian Perangkat dengan Layar Digital (Digital Screen Time)

Penggunaan perangkat dengan layar digital seperti tablet, smartphone, televisi, dan komputer dalam waktu yang lama dapat menimbulkan serangkaian gejala yang dikenal sebagai *digital eye strain* (DES) atau ketegangan mata digital. Gejala ini meliputi mata lelah, mata kering, penglihatan kabur, serta rasa nyeri yang dapat dirasakan di kepala dan leher. Meskipun demikian, bukti yang menghubungkan penggunaan perangkat layar digital dengan kejadian miopia masih bersifat kontradiktif. Beberapa penelitian merekomendasikan agar durasi pemakaian perangkat digital pada anak-anak dan remaja dibatasi tidak lebih dari 2 jam per hari guna mencegah perkembangan myopia.²¹

2.4.6 Manifestasi Klinis

Individu yang mengalami miopia, atau rabun jauh, memiliki kemampuan melihat dengan jelas pada jarak dekat, namun penglihatan mereka menjadi kabur saat melihat objek yang berada jauh. Sakit kepala merupakan salah satu gejala umum pada miopia, yang terkadang juga dapat disertai dengan manifestasi seperti mata juling dan munculnya ruang kecil di antara kelopak mata. Kebiasaan menyipitkan mata sering dilakukan oleh penderita miopia sebagai respons untuk mengurangi aberasi sferis dan menciptakan efek lubang jarum, sehingga membantu memperjelas penglihatan.²⁴

Pada individu dengan miopia, *punktum remotum* mengalami penutupan, yang mengakibatkan konvergensi astenopia dan menyebabkan mata berada dalam posisi konvergen saat melihat. Jika posisi mata tidak berubah, penderita miopia dapat terlihat mengalami mata juling, kondisi yang dikenal sebagai strabismus konvergen atau esotropia. Ambliopia sering berkembang pada mata yang mengalami miopia lebih berat dibandingkan mata yang lain. Selain itu, kondisi yang disebut strabismus diferensial atau

eksotropia dapat terjadi ketika mata yang mengalami ambliopia berputar ke arah samping.²⁵

2.4.7 Diagnosis

Diagnosis miopia dapat ditegakkan melalui anamnesis dan pemeriksaan fisik. Pada anamnesis, keluhan utama yang sering dilaporkan adalah penglihatan yang kabur pada jarak jauh. Selain itu, informasi mengenai riwayat keluarga dengan miopia, keluhan mata sebelumnya, penggunaan obat-obatan, serta riwayat alergi obat juga sangat penting untuk dikumpulkan. Pemeriksaan fisik yang dilakukan untuk menegakkan diagnosis miopia meliputi pengukuran refraksi mata menggunakan retinoskopi atau autorefraktometer, tes ketajaman visual, serta pemeriksaan slit lamp untuk menilai kondisi struktur mata secara menyeluruh.¹

A. Pemeriksaan pinhole

Uji pinhole merupakan pemeriksaan untuk mendeteksi kelainan refraksi dengan menggunakan kacamata berlubang kecil. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui penyebab penglihatan kabur atau menurunnya ketajaman visual yang dapat berasal dari gangguan refraksi maupun kelainan pada media refraksi mata. Interpretasi hasil uji pinhole menunjukkan bahwa jika penglihatan pasien membaik setelah menggunakan alat tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat kelainan refraksi yang belum dikoreksi dengan optimal.¹

B. Pemeriksaan refraksi

Pemeriksaan kelainan refraksi merupakan prosedur lanjutan yang digunakan untuk mengukur status refraksi mata dalam satuan dioptri. Pemeriksaan ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu tes refraksi objektif dan tes refraksi subjektif.

1. Tes refraksi objektif bertujuan untuk menilai koreksi lensa sebelum dilakukan tes subjektif atau pada pasien yang tidak mampu berpartisipasi secara aktif. Metode yang umum digunakan dalam tes ini antara lain retinoskopi dan autorefractometer.²²
2. Tes refraksi subjektif dilakukan pada pasien yang kooperatif dengan menggunakan bagan Snellen. Pasien diminta duduk pada jarak 6meter dan menutup mata secara bergantian saat membaca huruf pada bagan tersebut. Jika pasien kesulitan membaca dengan ketajaman yang diharapkan, dilakukan koreksi menggunakan lensa sferis negatif secara bertahap hingga mencapai penglihatan optimal.²²

2.4.8 Tatalaksana Miopia

Miopia saat ini dapat ditangani melalui penggunaan kacamata, lensa kontak, prosedur bedah laser, serta agen farmakologis. Namun, berdasarkan hasil penelitian ini, sebagian besar terapi tersebut hanya memberikan manfaat jangka pendek dengan dampak terapeutik yang terbatas dan disertai efek samping yang cukup signifikan. Meskipun dapat mengoreksi kelainan refraksi, pengobatan tersebut tidak mampu menghambat pertumbuhan bola mata atau perubahan fisiologis akibat pemanjangan aksial yang berlebihan.²⁶

Metode terapi untuk miopia dapat dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu terapi optik dan terapi farmakologis. Terapi optik meliputi penggunaan kacamata dengan lensa bifokal, lensa progresif (progressive added lens/PAL), orthokeratologi, lensa kontak multifokal, serta peningkatan durasi aktivitas di luar ruangan. Sementara itu, terapi farmakologis mencakup penggunaan obat-obatan seperti atropin, tropikamid, dan 7-metilksantin.⁵

A. Kacamata (lensa konkaf) dan lensa kontak

Kacamata dan lensa kontak merupakan pilihan terapi yang paling umum digunakan oleh sebagian besar penderita miopia, tergantung pada tingkat keparahannya. Alat bantu visual ini diperlukan untuk memperoleh

ketajaman penglihatan jarak jauh dalam aktivitas sehari-hari seperti mengetik, membaca layar komputer, mengemudi, menonton film, atau melihat papan tulis. Meskipun kacamata dan lensa kontak efektif dalam mengoreksi kelainan refraksi, keduanya tidak dapat menghentikan proses pemanjangan aksial bola mata.²⁶

Koreksi miopia menggunakan kacamata dilakukan dengan lensa konkaf (cekung/negatif) karena lensa tersebut mampu menyebarkan berkas cahaya yang melewatinya. Pada kondisi miopia, daya bias permukaan mata yang terlalu tinggi atau panjangnya bola mata menyebabkan fokus bayangan jatuh di depan retina. Kondisi ini dapat dikoreksi dengan menempatkan lensa sferis konkaf di depan mata, yang berfungsi untuk mendivergensikan berkas cahaya sebelum memasuki mata, sehingga fokus bayangan dapat dipindahkan kembali ke permukaan retina.²²

Lensa kontak, yang terbuat dari kaca atau plastik, ditempatkan di atas permukaan depan kornea. Lensa ini dapat bertahan pada posisi tersebut karena adanya lapisan tipis air mata yang mengisi ruang antara lensa kontak dan permukaan kornea. Keistimewaan lensa kontak terletak pada kemampuannya untuk menghilangkan hampir seluruh pembiasan cahaya yang terjadi pada permukaan anterior kornea. Hal ini disebabkan oleh indeks bias air mata yang hampir sama dengan kornea, sehingga permukaan anterior kornea tidak lagi berperan signifikan dalam sistem optik mata. Dengan demikian, permukaan anterior lensa kontak menjadi elemen utama dalam proses pembiasan Cahaya.²²

B. Bedah laser

Tindakan pembedahan merupakan salah satu opsi terapi miopia, namun biayanya lebih tinggi dan berpotensi memiliki risiko yang lebih besar dibandingkan penggunaan lensa kontak. Prosedur ini dilakukan

dengan menghilangkan sebagian kecil jaringan kornea, baik melalui teknologi laser maupun dengan sayatan manual.²⁶

Terdapat tiga jenis prosedur pembedahan laser yang paling umum dilakukan untuk mengoreksi miopia, yaitu:

a) Photorefractive Keratectomy (PRK)

Prosedur ini dilakukan dengan menghilangkan sebagian kecil lapisan permukaan kornea menggunakan laser untuk membentuk ulang permukaan kornea.

b) Laser Epithelial Keratomileusis (LASEK)

Teknik ini serupa dengan PRK, namun menggunakan larutan alkohol untuk melonggarkan epitel kornea agar dapat diangkat sebelum dilakukan pembentukan ulang kornea.

c) Laser-Assisted In Situ Keratomileusis (LASIK)

Merupakan prosedur bedah refraktif yang paling sering digunakan. Berbeda dengan LASEK, LASIK melibatkan pembuatan flap tipis pada kornea menggunakan pisau bedah. Flap tersebut kemudian dilipat dan dikembalikan ke posisi semula, serta menempel kembali secara alami melalui daya adhesi kornea.²⁶

C. Terapi farmakologi

1) Atropin

Atropin pertama kali digunakan oleh Wells pada tahun 1900 untuk menghambat progresi miopia dengan cara melumpuhkan fungsi akomodasi mata. Reseptor muskarinik M1 hingga M5 yang terdapat di badan siliaris dan otot sfingter pupil menjadi target kerja atropin. Obat ini bekerja secara kompetitif dengan memblokir reseptor asetilkolin muskarinik, sehingga menghambat ikatan asetilkolin pada reseptor tersebut. Selain digunakan untuk melebarkan pupil dalam pemeriksaan mata, atropin juga telah terbukti dalam berbagai

penelitian mampu memperlambat perkembangan miopia dan pemanjangan aksial bola mata.²⁶

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan atropin 1% dapat memperlambat progresi miopia hingga 80%. Meskipun mekanisme kerja atropin dalam menghambat perkembangan miopia belum sepenuhnya dipahami, beberapa studi mengindikasikan bahwa atropin berperan dalam mengubah struktur sklera. Diketahui bahwa paparan sinar ultraviolet (UV) dapat meningkatkan ikatan kolagen di dalam sklera, yang berkontribusi memperlambat pertumbuhan sklera dan menghambat pemanjangan bola mata. Efek samping yang umum dialami pengguna atropin meliputi dilatasi pupil, fotofobia, dan paralisis akomodasi sementara. Keluhan tersebut dapat diminimalkan dengan penggunaan kacamata fotokromik dan lensa progresif (progressive added lens/PAL). Studi penggunaan atropin selama dua tahun menunjukkan tidak adanya efek samping serius. Pada kelompok kontrol, progresi miopia rata-rata adalah 0,6 dioptri per tahun, sedangkan pada kelompok yang menerima atropin hanya 0,14 dioptri per tahun, menandakan pengurangan progresi sebesar 77%. Selain itu, panjang aksial mata pada kelompok yang diberi atropin tidak mengalami perubahan selama dua tahun.²⁶

Studi ATOM1 dan ATOM2 yang membandingkan dosis atropin 0,5%, 0,25%, 0,1%, dan 0,01% menemukan bahwa dosis 0,01% lebih efektif dalam memperlambat progresi miopia dibandingkan dosis yang lebih tinggi. Meta-analisis juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan klinis yang signifikan antara efektivitas dosis rendah dan tinggi atropin dalam menghambat perkembangan myopia.⁵

2) Pirenzepin

Pirenzepin merupakan antagonis selektif terhadap reseptor muskarinik M1. Obat ini telah terbukti efektif dalam memperlambat progresi miopia pada anak-anak. Meskipun mekanisme kerja dan lokasi pastinya belum sepenuhnya dipahami, sejumlah penelitian mengindikasikan bahwa pirenzepin kemungkinan bekerja pada jaringan sklera.²⁶

3) 7-methylxanthine (7-MX)

Berdasarkan hasil studi praklinis maupun klinis, 7-methylxanthine (7-MX) dilaporkan mampu menghambat progresi miopia dan pemanjangan aksial bola mata tanpa menimbulkan efek samping yang berarti. Senyawa ini merupakan agen antimioopia baru yang telah menunjukkan efektivitasnya dalam uji klinis fase II. 7-MX bekerja sebagai antagonis adenosin non-selektif dan termasuk dalam golongan metilxantin, dengan struktur kimia yang mirip dengan teobromin (3,7-dimetilxantin) dan kafein (1,3,7-trimetilxantin). Di antara keduanya, 7-MX memiliki hubungan struktural yang lebih dekat dengan teobromin, komponen utama dalam coklat. Secara alami, baik pada tumbuhan maupun manusia, teobromin dapat dimetabolisme menjadi 7-MX. Efektivitas 7-MX dalam menghambat perkembangan miopia dan pemanjangan bola mata telah dibuktikan melalui berbagai penelitian praklinis dan klinis.²⁶

2.4.9 Komplikasi

A. Ablasio retina

Retina, yang merupakan lapisan jaringan peka cahaya terletak di bagian terdalam mata, memiliki fungsi krusial dalam proses penglihatan. Pada kondisi miopia, pemanjangan aksial bola mata dapat mengakibatkan penipisan pada lapisan retina. Penipisan ini meningkatkan risiko terjadinya

robekan, lubang, atau pelepasan retina, yang dikenal dengan istilah ablasi retina.²⁷

B. Katarak

Katarak merupakan kondisi di mana lensa kristalin mata mengalami kekeruhan. Meskipun biasanya terjadi secara alami sebagai bagian dari proses penuaan, miopia atau rabun jauh dapat mempercepat perkembangan katarak. Gejala awal katarak meliputi peningkatan sensitifitas terhadap cahaya silau, terutama pada malam hari, serta penurunan tajam penglihatan yang signifikan.²⁷

C. Myopic Macular Degeneration

Myopic Macular Degeneration (MMD) hingga saat ini dianggap sebagai komplikasi paling serius pada miopia. Mata emmetropik yang digunakan sebagai acuan tidak mengalami MMD, sehingga hal ini membatasi interpretasi dalam memperkirakan risiko tinggi terjadinya miopia. Prevalensi MMD dilaporkan berkisar antara 0,1% hingga 7% pada miopia rendah, 0,3% hingga 10% pada miopia sedang, dan meningkat tajam menjadi 13% hingga 65% pada kasus miopia tinggi.²⁸

D. Glaukoma

Miopia tinggi merupakan faktor risiko terbesar untuk terjadinya glaukoma, dengan risiko lebih dari tujuh kali lipat dibandingkan dengan individu yang memiliki emmetropia. Studi Blue Mountains Eye Study menunjukkan bahwa penderita miopia ringan (dengan refraksi antara -1,0 D hingga -3,0 D) memiliki risiko glaukoma dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan individu tanpa miopia. Sementara itu, penderita miopia sedang hingga tinggi (dengan refraksi -3,0 D atau lebih buruk) berisiko mengalami glaukoma hingga tiga kali lipat dibandingkan dengan non-miopia.⁹

2.4.10 Prognosis

Pada miopia ringan hingga sedang, prognosinya relatif baik asalkan penderita menggunakan kacamata yang sesuai dan menjalankan anjuran kesehatan dengan benar. Namun, pada kasus miopia progresif, prognosis cenderung memburuk, terutama apabila disertai dengan perubahan pada koroid dan vitreus. Sedangkan pada miopia maligna, prognosis yang didapatkan sangat buruk.³

2.5 Hubungan antara miopia dan tekanan intraokular

Miopia merupakan salah satu gangguan penglihatan yang umum dijumpai. Terdapat hubungan erat antara panjang aksial bola mata dengan peningkatan tekanan intraokular (TIO) pada penderita miopia, yang berisiko mengalami kehilangan penglihatan apabila terjadi komplikasi seperti glaukoma. Tekanan intraokular merupakan ukuran tekanan hidrostatik di dalam bola mata, yang nilainya bergantung pada resistensi aliran keluar dan laju produksi *aqueous humor*. *Aqueous humor* diproduksi oleh badan siliar dengan kecepatan sekitar 2-2,5 mikroliter per menit dan berfungsi menyediakan oksigen serta glukosa bagi lensa dan kornea yang tidak memiliki pembuluh darah. Tekanan intraokular yang berada pada kisaran normal sangat penting untuk menjaga fungsi refraksi mata tetap optimal sehingga penglihatan dapat berlangsung dengan baik. Nilai rata-rata TIO normal adalah 15,5 mmHg dengan rentang antara 10 hingga 21 mmHg.³

Penderita miopia memiliki segmen posterior mata yang secara struktural lebih lemah, sehingga lebih rentan terhadap peningkatan tekanan intraokular (TIO) akibat perubahan pada struktur dan komposisinya. Ketebalan lapisan serabut saraf retina pada mata miopia juga diketahui lebih tipis dibandingkan dengan mata normal. Cahane dan Bartov mengemukakan bahwa mata dengan miopia menunjukkan tekanan sklera yang lebih tinggi sehingga lamina cribrosa lebih menonjol dibandingkan dengan mata yang memiliki panjang aksial bola mata lebih pendek, meskipun nilai TIO yang

terukur pada keduanya sama. Menurut Schmid JL dan rekan-rekannya, pada penderita miopia, sumbu bola mata cenderung lebih panjang dan dinding bola mata lebih tipis jika dibandingkan dengan mata yang tidak mengalami kelainan refraksi.³

Rata-rata tekanan intraokular (TIO) dalam penelitian ini menunjukkan peningkatan, yaitu sebesar 15,83 mmHg pada miopia ringan, 16,47 mmHg pada miopia sedang, dan 17,44 mmHg pada miopia tinggi. Hasil ini sejalan dengan temuan dari beberapa studi sebelumnya. Sebagai contoh, penelitian Pasaribu di Rumah Sakit Khusus Mata Medan Baru melaporkan rata-rata TIO pada miopia ringan, sedang, dan tinggi masing-masing sebesar 17,74 mmHg, 18,17 mmHg, dan 19,42 mmHg. Fenomena tersebut dapat dijelaskan karena perkembangan miopia, terutama yang dimulai sejak usia dini, memiliki risiko tinggi akibat bertambahnya panjang bola mata (peningkatan axial length) seiring waktu, sehingga derajat miopia juga meningkat. Selain itu, volume okular memiliki hubungan langsung dengan panjang aksial dan berperan penting dalam menjaga integritas struktural serta biomekanik bola mata, khususnya pada kasus miopia. Penderita miopia yang mengalami peningkatan TIO juga cenderung mengalami penurunan kekakuan (rigiditas) okular yang diikuti oleh peningkatan tekanan pada dinding bola mata. Volume bola mata yang besar dengan dinding yang lebih tipis menyebabkan dinding mengalami beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan mata normal pada TIO yang sama. Oleh karena itu, peningkatan derajat miopia akan berkorelasi dengan kenaikan tekanan intraokular.³

Terdapat dua teori utama yang menjelaskan bagaimana miopia dapat berkontribusi pada peningkatan tekanan intraokular, yaitu teori mekanik dan teori vaskular.

- a) Teori mekanik menyatakan bahwa peregangan pada sklera yang dialami oleh penderita miopia menyebabkan pemanjangan aksial bola mata.

b) Teori vaskular menjelaskan bahwa berkurangnya fungsi retina akibat miopia mengakibatkan penipisan epitel pigmen retina dan koroid. Kondisi ini kemudian memicu peningkatan produksi oksigen reaktif serta penurunan perlindungan antioksidan, yang dapat berkontribusi pada terjadinya glaukoma sudut terbuka.²⁹

Penelitian yang dilakukan oleh Hani *et al.* (2022) terhadap 160 pasien miopia di Balai Kesehatan Mata Masyarakat Makassar mengkaji hubungan antara tingkat keparahan miopia dengan tekanan intraokular (TIO). Hasil studi menunjukkan bahwa individu dengan miopia sedang hingga berat memiliki risiko peningkatan TIO yang lebih tinggi (17,5%) dibandingkan mereka dengan miopia ringan (4,1%). Selain itu, prevalensi peningkatan TIO sedikit lebih tinggi pada perempuan (9,5%) dibandingkan laki-laki (9,1%), meskipun perbedaannya relatif kecil. Temuan ini mengindikasikan adanya korelasi antara derajat miopia dengan peningkatan TIO, serta menunjukkan kecenderungan bahwa perempuan sedikit lebih rentan terhadap peningkatan tekanan intraokular dibandingkan laki-laki.²³

2.6 Perbedaan Tekanan Intraokular Berdasarkan Jenis Kelamin

Mengingat peranan penting tekanan intraokular dalam kesehatan mata, pemahaman terhadap berbagai faktor yang memengaruhinya sangat krusial. Faktor-faktor tersebut mencakup aspek sistemik, fisik, fisiologis, dan lingkungan yang berperan dalam pembentukan serta pemeliharaan *Aqueous Humor*.⁸ Di antara faktor-faktor tersebut, pengaruh aspek fisiologis, terutama hormon, terhadap tekanan intraokular masih menjadi topik perdebatan. Dua hormon seks utama, yaitu testosteron dan estrogen, tidak hanya berbeda tingkat sirkulasinya antara pria dan wanita misalnya, kadar testosteron pada pria sekitar 15 kali lipat lebih tinggi dibandingkan wanita tetapi juga memiliki efek biologis yang spesifik sesuai jenis kelamin.⁷

A. Estrogen

Estrogen pada wanita diproduksi oleh ovarium dan berfungsi dalam pengaturan organ seksual serta perkembangan sistem reproduksi.^{30 31} Penelitian oleh Wickham et al. mengungkapkan adanya ekspresi reseptor hormon seks seperti androgen, estrogen, dan progesteron dalam berbagai struktur mata, yang mengindikasikan bahwa hormon-hormon ini mungkin berperan penting dalam menjaga kesehatan mata. Beberapa studi juga menunjukkan adanya hubungan potensial antara kadar estrogen pada wanita dengan penurunan risiko glaukoma.⁸

Para peneliti mengemukakan bahwa mekanisme kerja estrogen mungkin melibatkan stimulasi sintesis serat kolagen pada jaringan mata, yang berkontribusi pada peningkatan fleksibilitas mata serta elastisitas jaringan trabekular. Kondisi ini dapat memperlancar aliran keluar *Aqueous Humor* dan menurunkan tekanan intraokular. Selain itu, mekanisme lain yang diusulkan adalah peningkatan produksi *nitrat oxide (NO)*, yaitu vasodilator yang berperan dalam pengaturan TIO. Estrogen juga diduga dapat menekan produksi dan aliran humor akuos serta mengurangi tekanan vena.⁸

Penelitian oleh Safarpour Lima et al. (2025) menunjukkan bahwa wanita pascamenopause yang menjalani terapi penggantian hormon (HRT) mengalami penurunan tekanan intraokular (TIO) yang signifikan dibandingkan dengan wanita yang tidak menjalani HRT. Meta-analisis terhadap 9 studi dengan total 1.024 partisipan menunjukkan penurunan rata-rata TIO sebesar 3,84 mmHg (95% CI: 2,26 hingga 5,41; $p < 0,01$) pada model efek acak. Temuan ini memperkuat dugaan bahwa hormon seks wanita, khususnya estrogen dan progesteron, berperan dalam menurunkan TIO, yang berpotensi memberikan efek protektif terhadap glaukoma. Dengan demikian, studi ini mendukung adanya perbedaan nilai TIO berdasarkan status hormonal wanita, khususnya setelah menopause,

dan secara tidak langsung menunjukkan peran jenis kelamin dalam variasi TIO.³²

B. Testosteron

Kenaikan kadar testosteron serum dapat menyebabkan peningkatan tekanan intraokular (TIO) dengan cara memengaruhi enzim sintase NO endotel (eNOS) di anyaman trabekular, yang berfungsi menurunkan aliran keluar *Aqueous Humor*. Testosteron menghambat aktivitas eNOS, yang bertugas memproduksi NO, suatu vasodilator yang menjaga kelenturan dan permeabilitas anyaman trabekular. NO membantu merelaksasi anyaman trabekular sehingga memudahkan drainase *Aqueous Humor* melalui kanal Schlemm. Oleh karena itu, penghambatan aktivitas eNOS oleh testosteron mengakibatkan berkurangnya produksi oksida nitrat, menyebabkan pengerasan anyaman trabekular dan berkurangnya drainase *Aqueous Humor*, yang akhirnya meningkatkan tekanan intraocular.³³

Ahn et al. melakukan penelitian mengenai pengaruh terapi deprivasi androgen (ADT), yang bertujuan menurunkan kadar testosteron, terhadap risiko primary open angle glaucoma (POAG) pada pasien kanker prostat di Korea. Studi ini melibatkan 170.701 pasien, dengan 42.877 pasien menjalani ADT dan 127.824 pasien tidak menjalani terapi tersebut. Analisis menggunakan model regresi hazard proporsional Cox menunjukkan bahwa pasien yang menerima ADT memiliki risiko POAG yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang tidak menjalani ADT, mendukung dugaan bahwa testosteron berperan dalam patofisiologi POAG.²⁰

Ha et al. melakukan penelitian terhadap pengaruh terapi deprivasi androgen (ADT) pada glaukoma tekanan normal (NTG) pada pasien kanker prostat di Korea Selatan. Studi ini melibatkan 170.874 pasien,

dengan 42.909 pasien menjalani ADT dan 127.965 pasien sebagai kelompok kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasien yang menerima ADT selama 2 hingga 3 tahun memiliki risiko lebih rendah terhadap NTG, yang mengindikasikan bahwa testosteron mungkin berperan dalam meningkatkan tekanan intraokular pada pria.³⁴

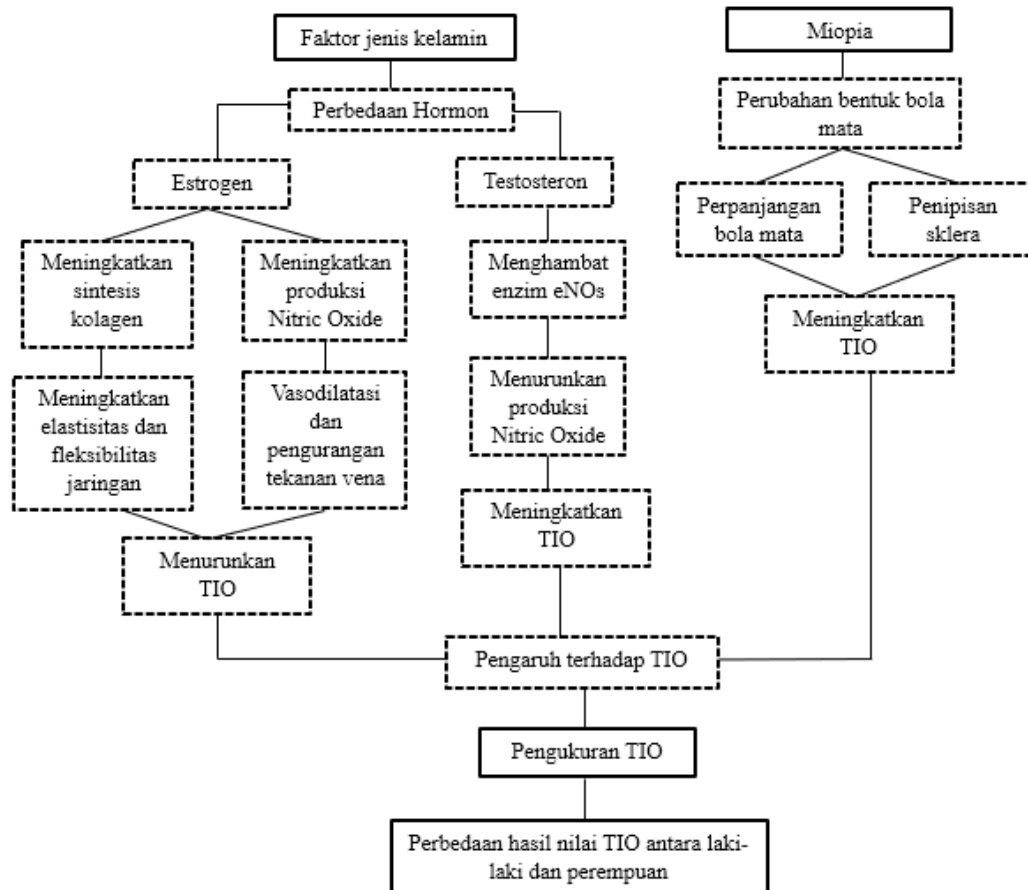
Alpogan et al. meneliti pengaruh pemberian testosteron dosis suprafisiologis terhadap tekanan intraokular pada individu transgender dari perempuan ke laki-laki. Studi ini melibatkan 20 individu transgender, 20 wanita sehat, dan 21 pria sehat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan testosteron pada individu transgender tersebut menyebabkan peningkatan tekanan intraokular yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan intraokular pada pria sehat.³⁵

Vergoesen et al. mengevaluasi keterkaitan antara kadar testosteron dan kejadian open-angle glaucoma (OAG) pada wanita, dan menemukan bahwa meskipun tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara testosteron dan OAG pada pria, kadar testosteron yang lebih tinggi pada wanita berkaitan dengan peningkatan risiko mengalami OAG. Hal ini menunjukkan bahwa testosteron pada wanita dapat berkontribusi terhadap peningkatan tekanan intraokular. Temuan ini menjadi relevan mengingat meningkatnya jumlah individu dengan disforia gender yang menjalani terapi hormonal, serta fakta bahwa OAG merupakan gangguan umum yang dapat mengancam penglihatan. Oleh karena itu, pria transgender yang menerima terapi testosteron mungkin berisiko lebih tinggi mengalami OAG.⁷

Penelitian oleh Fortepiani et al. mengungkapkan bahwa pria memiliki tekanan intraokular (TIO) yang lebih tinggi dibandingkan wanita. Nilai rata-rata TIO pada pria adalah 17,1 mmHg, sedangkan pada wanita sebesar 15,7 mmHg. Perbedaan ini menjadi signifikan secara statistik pada kelompok subjek kulit putih non-Hispanik, dengan selisih rata-rata

TIO antara pria dan wanita sebesar 3,03 mmHg ($p = 0,002$). Temuan ini menunjukkan bahwa jenis kelamin dapat memengaruhi nilai TIO, dan penting untuk mempertimbangkan faktor ini dalam evaluasi oftalmologis, khususnya dalam konteks risiko glaukoma.³⁶

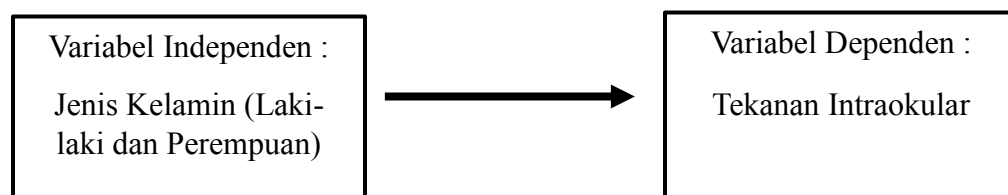
2.7 Kerangka Teori



 Variabel yang tidak diteliti

 Variabel yang diteliti

2.8 Kerangka Konsep



2.9 Hipotesis

H₀ : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tekanan intraokular pada mahasiswa miopia laki-laki dan Perempuan di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara tekanan intraokular pada mahasiswa miopia laki-laki dan Perempuan di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Definisi operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Defenisi operasional	Alat ukur	Skala ukur	Hasil ukur
Tekanan Intraokular (TIO)	Nilai tekanan yang yang terdapat di dalam bola mata.	Non-contact Tonometer (10-21mmHg)	Rasio	Nilai aktual dalam mmHg (dapat <10, >21, ataupun diantara rentang tersebut sesuai hasil pengukuran)
Miopia	Keadaan Dimana subjek menggunakan kacamata minus (lensa divergen) yang diindikasikan oleh nilai dioptri negatif pada lensa koreksi.	Lensmeter (lensometer)	Interval	$\geq - 0.50$ D
Jenis Kelamin	Identitas biologis responden berdasarkan jenis kelamin laki-laki atau Perempuan	Kuesioner identitas responden	Nominal	Laki-laki dan perempuan

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk studi kuantitatif analitik komparatif dengan desain cross-sectional yaitu membandingkan tekanan intraokular pada subjek laki-laki dan perempuan yang mengalami miopia dalam satu waktu pengamatan.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di praktik spesialis mata Dr. Zaldi, Sp.M pada bulan Agustus hingga Oktober 2025.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi penelitian ini adalah mahasiswa dan mahasiswi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

3.4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini diambil menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria:

A. Kriteria inklusi

- Mahasiswa/Mahasiswi dengan koreksi miopia minimal - 0,5 D
- Bersedia menjadi responden dan menandatangani informed consent

B. Kriteria Eksklusi

- Riwayat glaukoma
- Menggunakan obat yang memengaruhi tekanan intraokular (kortikosteroid dan anti histamin)
- Riwayat bedah refraksi

3.4.3 Besar sampel

Menghitung estimasi jumlah sampel untuk rata-rata populasi menggunakan rumus Lemeshow dengan standar deviasi populasi diketahui dari penelitian sebelumnya. Jumlah sampel yang diambil berdasarkan rumus : ³

$$n \geq \left(\frac{Z \cdot S}{d \cdot \mu_0} \right)^2$$

Dengan asumsi:

- n = jumlah sampel minimal yang dibutuhkan
- $Z = Z(0,5 - \alpha/2)$ = nilai Z sesuai tingkat kepercayaan.
Untuk $\alpha = 0,05$, maka $Z = 1,96$
- S = Standar deviasi dari populasi. Yaitu 1,825 mmHg (standar deviasi TIO kelompok miopia ringan).³
- d = 0,05 (tingkat presisi 5%)
- μ_0 = Rata-rata dari populasi. Yaitu 15,83 mmHg (rata-rata TIO kelompok miopia ringan).³

Maka jumlah sampel minimal adalah :

$$n \geq \left(\frac{1,96 \times 1,825}{0,05 \times 15,83} \right)^2$$

$$n \geq \left(\frac{3,577}{0,7915} \right)^2 = (4,519)^2 20,43$$

$$n \geq 21$$

Jumlah sampel minimal yang diambil ≥ 21 mata untuk kelompok laki-laki dan ≥ 21 kelompok perempuan. Jadi total sampel minimal yang digunakan ≥ 42 .

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

a) Pengisian data identitas responden

Mengisi data identitas dasar seperti nama, usia, jenis kelamin, dan status mahasiswa aktif.

b) Pemeriksaan kekuatan lensaacamata

Untuk mengetahui status dan derajat miopia, dilakukan pengukuran kekuatan lensaacamata yang digunakan oleh responden menggunakan lensometer. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan dioptri (D), dan subjek dinyatakan mengalami miopia jika memiliki kekuatan lensa $\geq -0,50$ D.

c) Pengukuran Tekanan Intraokular (TIO)

Pengukuran tekanan intraokular dilakukan menggunakan alat non-contact tonometer di klinik spesialis mata Dr. Zaldi Sp,M. Nilai tekanan diukur dalam satuan mmHg pada kedua mata.

3.6 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan akan dianalisis secara kuantitatif dengan dua tahapan analisis, yaitu:

1. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan karakteristik responden dan masing-masing variabel penelitian. Hasilnya disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi, persentase, nilai rata-rata

(mean), standar deviasi, dan nilai minimum-maksimum, tergantung pada jenis data:

Analisis ini mencakup:

- Jenis kelamin
- Nilai tekanan intraokular
- Derajat miopia (dalam dioptri)

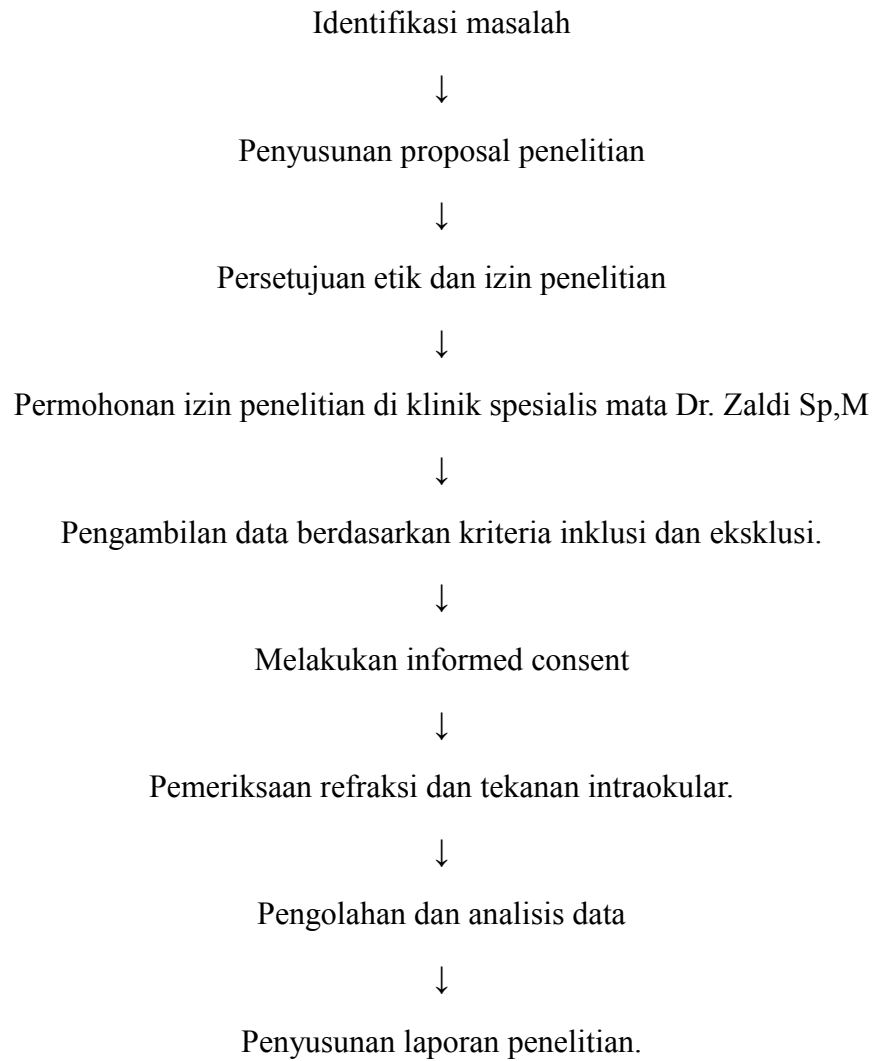
2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan atau perbandingan antara dua variabel, yaitu jenis kelamin (laki-laki dan perempuan) dengan tekanan intraokular.

Langkah-langkah analisis bivariat meliputi:

- Uji normalitas data dilakukan terlebih dahulu menggunakan uji Shapiro-Wilk, untuk mengetahui apakah data tekanan intraokular terdistribusi normal.
- Uji homogenitas menggunakan Levene's Test, untuk melihat apakah varians kedua kelompok (laki-laki dan perempuan) homogen.
- Uji komparatif dilakukan berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas:
- Jika data berdistribusi normal dan homogen, maka digunakan uji T independen (independent sample T test). Jika data tidak berdistribusi normal, maka akan digunakan uji non-parametrik seperti Mann Whitney test.

3.7 Alur Penelitian



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Penelitian ini dilaksanakan di praktik spesialis mata Dr. Zaldi di jalan bromo, Medan. Penelitian ini berlangsung Oktober 2025 dan telah lulus kajian etik oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan Nomor: 1581/KEPK/FKUMSU/2025. Jenis penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik dengan desain cross sectional yang pengambilan data hanya satu kali dengan menggunakan alat ukur yakni lensometer untuk menentukan derajat miopia, dan tonometer non-kontak untuk menentukan tekanan intraokular.

Responden penelitian ini diperoleh dari mahasiswa dan mahasiswi fakultas kedokteran umsu dengan kelainan refraksi miopia. Penelitian ini dilakukan terhadap 48 responden dengan kelainan refraksi miopia yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Responden terdiri atas 24 laki-laki dan 24 perempuan dengan rentang usia 19-22 tahun. Setiap responden dilakukan pemeriksaan koreksi miopia (refraksi sferis ekuivalen) menggunakan lensometer, dan tekanan intraokular (TIO) pada mata kanan (OD) serta mata kiri (OS) menggunakan tonometer non-kontak. Data penelitian dikumpulkan di lingkungan mahasiswa dengan kondisi refraksi miopia ringan hingga sedang.

4.2 Analisis Univariat

4.2.1 Distribusi Frekuensi Menurut Jenis Kelamin

Penelitian ini mengkategorikan mahasiswa ke dalam dua kelompok berdasarkan jenis kelamin, yaitu laki-laki dan perempuan. Tujuan dari analisis

distribusi jenis kelamin adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik

tentang komposisi sampel dan bagaimana hal tersebut dapat memengaruhi hasil penelitian. Hasil analisis disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Responden Menurut Jenis Kelamin

Jenis kelamin	Frekuensi (n)	Presentase (%)
Laki-laki	24	50%
Perempuan	24	50%
Total	48	100%

Hasil pada data karakteristik mahasiswa berdasarkan jenis kelamin, penelitian ini melibatkan 48 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dari total sampel yang dianalisis, terdapat 24 mahasiswa laki-laki (50%) dan 24 mahasiswa perempuan (50%). Distribusi yang seimbang antara kedua jenis kelamin ini menunjukkan bahwa penelitian dilakukan secara proporsional, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat mencerminkan kondisi tekanan intraokular tanpa adanya dominasi salah satu kelompok gender.

4.2.2 Deskripsi Tekanan Intraokular

Tabel 4.2 Deskripsi tekanan intraokular

Jenis kelamin	Mata	Mean $\pm$ SD	Minimum	Maksimum
Laki-laki	OD	17.43 $\pm$ 2.76	12.00	23.00
	OS	17.21 $\pm$ 2.51	11.00	22.00
Perempuan	OD	17.69 $\pm$ 3.29	13.00	24.30
	OS	18.12 $\pm$ 2.99	13.00	23.70

Berdasarkan Tabel 4.2, diperoleh gambaran deskriptif tekanan intraokular (TIO) responden yang dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin dan mata yang diperiksa. Pada responden laki-laki, rerata tekanan intraokular pada mata kanan (OD) adalah 17,43 $\pm$ 2,76 mmHg, dengan nilai minimum 12,00 mmHg dan maksimum 23,00 mmHg. Sementara itu, pada mata kiri

(OS) responden laki-laki, rerata tekanan intraokular tercatat sebesar $17,21 \pm 2,51$ mmHg, dengan nilai minimum 11,00 mmHg dan maksimum 22,00 mmHg.

Pada responden perempuan, rerata tekanan intraokular mata kanan (OD) adalah $17,69 \pm 3,29$ mmHg, dengan nilai minimum 13,00 mmHg dan maksimum 24,30 mmHg. Adapun pada mata kiri (OS), rerata tekanan intraokular sebesar $18,12 \pm 2,99$ mmHg, dengan nilai minimum 13,00 mmHg dan maksimum 23,70 mmHg. Secara umum, rerata tekanan intraokular pada responden perempuan cenderung sedikit lebih tinggi dibandingkan responden laki-laki, baik pada mata kanan maupun mata kiri.

4.2.3 Distribusi Tekanan Intraokular

Tabel 4.3 Distribusi tekanan intraokular

Mata	Kategori	Frekuensi (n)	Presentase (%)
TIO OD	Normal	44	91,7
	Tinggi	4	8,3
TIO OS	Normal	41	85,4
	Tinggi	7	14,6

Berdasarkan Tabel 4.3, distribusi tekanan intraokular responden dikategorikan menjadi tekanan intraokular normal (10-21) dan tinggi (>21). Pada pemeriksaan mata kanan (TIO OD), sebagian besar responden berada dalam kategori normal, yaitu sebanyak 44 responden (91,7%), sedangkan responden dengan tekanan intraokular tinggi berjumlah 4 responden (8,3%).

Pada pemeriksaan mata kiri (TIO OS), mayoritas responden juga berada dalam kategori tekanan intraokular normal, yaitu sebanyak 41 responden (85,4%), sementara responden dengan tekanan intraokular tinggi tercatat sebanyak 7 responden (14,6%). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki tekanan intraokular dalam batas normal,

baik pada mata kanan maupun mata kiri, meskipun terdapat proporsi kecil responden dengan tekanan intraokular tinggi.

4.2.4 Distribusi Frekuensi Derajat Miopia

Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Derajat Miopia

Derajat miopia	Laki-laki n (%)	Perempuan n (%)	Total n (%)
Ringan (< -3.00 D)	19 (79,2%)	14 (58,3%)	33 (68,8%)
Sedang (-3.00 s/d -6.00 D)	5 (20,8%)	10 (41,7%)	15 (31,2%)
Berat (> -6.00 D)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	24 (100%)	24 (100%)	48 (100%)

Berdasarkan Tabel 4.4, distribusi frekuensi derajat miopia pada responden penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden termasuk dalam kategori miopia ringan. Pada kelompok perempuan, sebanyak 19 responden (79,2%) termasuk dalam kategori miopia ringan, sedangkan 5 responden (20,8%) termasuk dalam kategori miopia sedang. Tidak ditemukan responden perempuan dengan miopia berat.

Pada kelompok laki-laki, sebanyak 14 responden (58,3%) termasuk dalam kategori miopia ringan, sedangkan 10 responden (41,7%) termasuk dalam kategori miopia sedang. Sama halnya dengan kelompok perempuan, tidak ditemukan responden laki-laki dengan miopia berat.

Secara keseluruhan, dari total 48 responden, sebanyak 33 responden (68,8%) termasuk dalam kategori miopia ringan dan 15 responden (31,2%) termasuk dalam kategori miopia sedang. Tidak terdapat responden dengan miopia berat pada penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa derajat miopia

pada seluruh responden penelitian berada pada rentang miopia ringan hingga sedang berdasarkan klasifikasi derajat miopia yang digunakan.

4.2.5 Deskripsi Derajat Miopia

Table 4.5 Deskripsi Derajat Miopia

Jenis kelamin	Mata	Minimum	Maksimum
Laki-laki	OD	- 0,50 D	-5.00 D
	OS	- 0,50 D	- 5.00 D
Perempuan	OD	- 0,50 D	- 4.50 D
	OS	- 0,50 D	- 5.00 D

Berdasarkan Tabel 4.5, nilai minimum derajat miopia pada responden penelitian adalah $-0,50$ dioptri baik pada mata kanan (OD) maupun mata kiri (OS). Nilai ini menunjukkan derajat miopia teringan yang ditemukan pada subjek penelitian.

Nilai maksimum derajat miopia pada responden perempuan mencapai $-4,50$ dioptri pada mata kanan dan $-5,00$ dioptri pada mata kiri. Sementara itu, pada responden laki-laki nilai maksimum derajat miopia mencapai $-5,00$ dioptri baik pada mata kanan maupun mata kiri.

Secara keseluruhan, rentang derajat miopia pada penelitian ini berada antara $-0,50$ hingga $-5,00$ dioptri, yang termasuk dalam kategori miopia ringan hingga sedang berdasarkan klasifikasi derajat miopia yang digunakan. Tidak ditemukan responden dengan derajat miopia berat, yaitu di atas $-6,00$ dioptri, pada seluruh subjek penelitian.

4.3 Analisis Bivariat

4.3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal sehingga dapat ditentukan jenis uji statistik yang sesuai. Pada penelitian ini, jumlah sampel tiap kelompok adalah 24 responden sehingga ukuran sampel berada di bawah 50.

Berdasarkan ketentuan statistik, uji Shapiro–Wilk lebih direkomendasikan untuk sampel kecil ($n < 50$) karena memiliki tingkat sensitivitas yang lebih baik dan mampu mendeteksi penyimpangan distribusi normal secara lebih akurat. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (p) lebih besar dari 0,05.

Tabel 4.6 Uji Normalitas

Variable	Jenis kelamin	Shapiro-Wilk (Sig.)	Keterangan
Laki-laki	OD	0.399	Normal
	OS	0.267	Normal
Perempuan	OD	0.165	Normal
	OS	0.647	Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas, seluruh nilai p pada TIO OS dan TIO OD baik pada laki-laki maupun perempuan bernilai $>0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data tekanan intraokular baik pada kelompok laki-laki maupun kelompok Perempuan berdistribusi normal. Analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji parametrik (Independent t-test).

4.3.2 Uji Homogenitas

Pada penelitian ini, uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's test yaitu metode standar yang digunakan untuk menilai kesetaraan varians

antar dua kelompok independent, dalam hal ini kelompok laki-laki dan Perempuan dengan miopia. Levene's test memberikan nilai statistic dan nilai signifikansi (p-value) yang kemudian digunakan sebagai dasar pengambilan Keputusan. Varians antara kedua kelompok dinyatakan homogen jika nilai $p > 0,05$.

Tabel 4.7 Uji Homogenitas

Variabel	F	Sig.	Keterangan
TIO OS	1.009	0.320	Homogen
TIO OD	0.587	0.448	Homogen

Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian ini, diperoleh nilai signifikansi untuk TIO OS ($p=0,320$) dan TIO OD ($p=0,448$) di dapatkan nilai nya $>0,05$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa varians tekanan intraokular (TIO) pada kelompok laki-laki dan perempuan tidak memiliki perbedaan yang bermakna secara statistik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data kedua kelompok berada dalam kondisi homogen, sehingga asumsi kesetaraan varians telah terpenuhi.

Terpenuhinya asumsi homogenitas ini memberikan beberapa implikasi penting. Pertama, hal ini menegaskan bahwa sebaran nilai TIO pada kedua kelompok relatif serupa, sehingga tidak terdapat variasi ekstrem yang dapat mengganggu analisis perbandingan rata-rata. Kedua, kondisi ini memungkinkan penggunaan metode parametrik, yaitu independent sample t-test yang memiliki kekuatan statistik lebih tinggi dibandingkan metode non-parametrik.

4.3.3 Uji Hipotesis

Uji beda dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rerata tekanan intraokular (TIO) antara kelompok laki-laki dan perempuan dengan miopia. Analisis menggunakan independent samples t-test karena kedua kelompok bersifat independent, data terdistribusi normal dan variansnya homogen. Dengan terpenuhinya seluruh asumsi parametrik, maka penggunaan uji t dinilai tepat dan dapat menghasilkan interpretasi yang valid secara statistik.

Independent samples t-test membandingkan nilai rata-rata dua kelompok dan menghasilkan nilai t statistik, *degrees of freedom* (df), serta nilai signifikansi (*p-value*) sebagai dasar pengambilan Keputusan. Jika nilai $p \leq 0,05$ maka terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok. Jika $p > 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok.

Namun, penelitian ini hanya membandingkan kondisi miopia dengan tekanan intraokular, tanpa melakukan pengelompokan berdasarkan derajat miopia.

Tabel 4.8 Uji T test Independen

Variable	Mata	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Ket
Laki-laki	OD	-1,140	46	0,260	-0.908	Tidak signifikan
	OS	-0,300	46	0,766	-0.262	Tidak signifikan
Perempuan	OD	-1,140	46	0,260	-0.908	Tidak signifikan
	OS	-0,300	46	0,766	-0.262	Tidak signifikan

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai signifikansi sebesar $p > 0,005$ yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistic antara rerata tekanan intraokular (TIO) pada kelompok laki-laki dan

Perempuan dengan miopia. Dengan demikian, hipotesis alternatif (H_a) yang menyatakan adanya perbedaan TIO antara kelompok ditolak, dan hipotesis nol (H_0) diterima.

4.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan independent samples t-test, diperoleh nilai signifikansi ($p\text{-value}$) $> 0,05$ baik pada pengukuran tekanan intraokular mata kanan (OD) maupun mata kiri (OS). Hasil ini menunjukkan bahwa secara statistik tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara rerata tekanan intraokular pada kelompok laki-laki dan perempuan dengan miopia.

Nilai *mean difference* yang diperoleh pada mata kiri (OS) sebesar $-0,908$ mmHg dan pada mata kanan (OD) sebesar $-0,262$ mmHg menunjukkan adanya perbedaan rerata tekanan intraokular antara kedua kelompok, namun perbedaan tersebut tidak mencapai signifikansi statistik. Dengan demikian, perbedaan rerata tekanan intraokular yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dianggap sebagai variasi normal dan bukan merupakan perbedaan yang bermakna secara statistik. Hasil ini menandakan bahwa jenis kelamin pada subjek dengan miopia tidak berpengaruh signifikan terhadap tekanan intraokular, sehingga faktor jenis kelamin tidak dapat dijadikan sebagai determinan utama dalam perbedaan tekanan intraokular pada populasi miopia dalam penelitian ini. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan dan pemantauan tekanan intraokular pada pasien miopia tidak perlu dibedakan berdasarkan jenis kelamin, melainkan lebih difokuskan pada faktor-faktor lain yang telah terbukti berpengaruh terhadap tekanan intraokular, seperti usia, ketebalan kornea sentral, tekanan darah, variasi diurnal, diabetes melitus, serta status refraksi seperti miopia, hiperopia, dan astigmatisme.^{19 20}

Hasil penelitian yang dikemukakan oleh Sharma (2020) menunjukkan kesesuaian dengan penelitian yang penulis lakukan, yaitu bahwa miopia telah

lama dikaitkan sebagai salah satu faktor risiko terjadinya glaukoma sudut terbuka, terutama karena adanya perubahan pada diskus optik dan tekanan intraokular. Namun, dalam penelitian tersebut tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara peningkatan derajat miopia dengan tekanan intraokular, serta tidak terdapat perbedaan bermakna berdasarkan usia dan jenis kelamin. Seluruh subjek penelitian memiliki *ratio cup-disk* kurang dari 0,5 dan hanya satu subjek yang menunjukkan tekanan intraokular di atas batas normal tanpa disertai temuan glaukoma. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun miopia sering dikaitkan dengan perubahan struktur okular dan risiko glaukoma, peningkatan tekanan intraokular tidak selalu terjadi secara signifikan pada miopia sedang maupun tinggi. Oleh karena itu, evaluasi tekanan intraokular perlu mempertimbangkan faktor lain seperti biomekanik okular, ketebalan kornea, dan karakteristik struktur bola mata, selain derajat miopia itu sendiri.³⁷

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Alqazaar dan Alsadeg (2024) yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan tekanan intraokular yang signifikan antara laki-laki dan perempuan pada individu dengan miopia, baik miopia ringan, sedang, maupun tinggi. Meskipun tekanan intraokular cenderung meningkat seiring bertambahnya usia dan derajat miopia, jenis kelamin tidak terbukti memberikan pengaruh bermakna terhadap tekanan intraokular. Temuan ini sejalan dengan penelitian ini yang membandingkan tekanan intraokular pada miopia laki-laki dan perempuan, sehingga menunjukkan bahwa perbedaan jenis kelamin bukan merupakan faktor penentu utama dalam variasi tekanan intraokular pada penderita miopia.⁹

Hasil penelitian yang dikemukakan oleh Alpogan *et al.* menunjukkan kesesuaian dengan penelitian yang penulis lakukan, yaitu bahwa tekanan intraokular pada individu transgender perempuan ke laki-laki (FMT) yang mendapatkan terapi testosteron lebih tinggi secara bermakna dibandingkan laki-laki sehat ($p = 0,025$). Namun, tidak ditemukan perbedaan tekanan intraokular

yang signifikan antara kelompok perempuan sehat dan laki-laki sehat, sehingga perbedaan jenis kelamin biologis tidak secara langsung memengaruhi tekanan intraokular.³⁵

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Liu *et al.* (2022), penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tekanan intraokular berdasarkan jenis kelamin. Tekanan intraokular cenderung lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan, yang dipengaruhi oleh faktor hormonal dan biologis, terutama peran estrogen dalam meningkatkan aliran keluar *aqueous humor*. Perbedaan ini dapat bervariasi sesuai dengan usia dan status hormonal, sehingga jenis kelamin perlu dipertimbangkan sebagai salah satu faktor dalam evaluasi tekanan intraokular.²

Temuan dalam penelitian ini tidak konsisten dengan hasil penelitian Hani *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa penderita miopia dengan tekanan intraokular tinggi lebih banyak ditemukan pada perempuan dibandingkan laki-laki. Temuan ini menunjukkan adanya perbedaan tekanan intraokular berdasarkan jenis kelamin pada penderita miopia, di mana perempuan memiliki kecenderungan tekanan intraokular yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki.³⁰

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara tekanan intraokular pasien miopia laki-laki dan perempuan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hashemi *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan peningkatan tekanan intraokular yang lebih besar pada perempuan, perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor perancu dan karakteristik populasi penelitian. Perbedaan desain penelitian, usia subjek, serta fokus populasi pada penelitian ini yang terbatas pada pasien miopia diduga menjadi faktor yang menyebabkan tidak ditemukannya perbedaan bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh jenis

kelamin terhadap tekanan intraokular pada miopia bersifat kompleks dan tidak berdiri sendiri.³⁸

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Desain potong lintang (*cross-sectional*) yang digunakan hanya menggambarkan tekanan intraokular pada satu waktu tertentu sehingga tidak dapat menjelaskan hubungan sebab akibat antara miopia, jenis kelamin, dan tekanan intraokular. Selain itu, subjek penelitian terbatas pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan rentang usia yang relatif sempit, sehingga hasil penelitian memiliki keterbatasan dalam generalisasi pada populasi yang lebih luas. Penelitian ini juga belum mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi tekanan intraokular, seperti ketebalan kornea sentral, tekanan darah, riwayat keluarga glaukoma, serta durasi dan derajat miopia, yang berpotensi menjadi variabel perancu. Pengukuran tekanan intraokular yang dilakukan hanya pada satu waktu pemeriksaan juga belum memperhitungkan variasi diurnal. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati, dan penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel dan rentang usia yang lebih luas serta mempertimbangkan faktor-faktor terkait lainnya.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini tidak meniadakan pentingnya pemantauan tekanan intraokular pada pasien miopia, mengingat miopia tetap merupakan salah satu faktor risiko yang sering dikaitkan dengan gangguan okular tertentu, termasuk glaukoma. Oleh karena itu, pemeriksaan tekanan intraokular tetap perlu dilakukan secara rutin sebagai bagian dari evaluasi oftalmologis pada pasien miopia.

Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar untuk meningkatkan kekuatan statistik dan generalisasi hasil, serta melakukan pengelompokan berdasarkan derajat miopia guna menilai pengaruh

tingkat keparahan miopia terhadap tekanan intraokular. Selain itu, keterlibatan kelompok usia yang lebih luas diperlukan agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara miopia, tekanan intraokular, dan faktor usia, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam serta implikasi yang lebih baik bagi praktik klinis.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa tekanan intraokular pada responden dengan miopia sebagian besar berada dalam kategori normal. Rerata tekanan intraokular keseluruhan berada pada kisaran 17–18 mmHg, baik pada mata kanan (oculus dexter/OD) maupun mata kiri (oculus sinister/OS), yang masih termasuk dalam rentang nilai normal tekanan intraokular, yaitu 10–21 mmHg.
2. Berdasarkan distribusi rerata tekanan intraokular menurut jenis kelamin, responden perempuan menunjukkan nilai rerata yang sedikit lebih tinggi dibandingkan responden laki-laki pada mata kanan maupun mata kiri. Meskipun demikian, perbedaan rerata tersebut masih berada dalam batas variasi fisiologis normal tekanan intraokular.
3. Hasil analisis inferensial menggunakan independent samples t-test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara tekanan intraokular responden laki-laki dan perempuan dengan miopia, baik pada mata kanan ($p = 0,260$) maupun mata kiri ($p = 0,766$). Dengan demikian, jenis kelamin tidak terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tekanan intraokular pada mahasiswa dengan miopia dalam penelitian ini.

5.2 Saran

1. Bagi penelitian selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dengan rentang usia yang lebih luas untuk meningkatkan kekuatan statistik dan generalisasi hasil. Selain itu, perlu dilakukan pengelompokan berdasarkan derajat miopia serta mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi tekanan intraokular, seperti ketebalan kornea sentral, tekanan darah, riwayat keluarga glaukoma, dan variasi diurnal tekanan intraokular.

2. Bagi mahasiswa kedokteran

Mahasiswa kedokteran diharapkan dapat meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya pemeriksaan kesehatan mata secara rutin, khususnya pemeriksaan tekanan intraokular, mengingat tingginya aktivitas visual dan risiko miopia pada kelompok ini. Mahasiswa juga diharapkan dapat menerapkan pola aktivitas visual yang sehat untuk menjaga kesehatan mata jangka panjang.

3. Bagi Masyarakat umum

Masyarakat umum disarankan untuk melakukan pemeriksaan mata secara berkala, terutama bagi individu dengan miopia, guna mendeteksi dini peningkatan tekanan intraokular dan mencegah terjadinya gangguan okular yang lebih serius, seperti glaukoma.

4. Bagi Institusi Pendidikan

Institusi pendidikan diharapkan dapat berperan aktif dalam meningkatkan kesadaran kesehatan mata melalui edukasi mengenai kebiasaan visual yang sehat, serta memfasilitasi kegiatan pemeriksaan mata secara berkala bagi civitas akademika sebagai upaya pencegahan gangguan penglihatan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Baird PN, Saw SM, Lanca C, et al. Myopia. *Nat Rev Dis Prim.* 2020;6(1). doi:10.1038/s41572-020-00231-4
2. Liu X, Pan X, Ma Y, Jin C, Wang B, Ning Y. Variation in intraocular pressure by sex, age, and geographic location in China: A nationwide study of 284,937 adults. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13(August):1-10. doi:10.3389/fendo.2022.949827
3. Prof P, Periode IGNGN, Agustus J, et al. Gambaran Tekanan Intraokular Pada Pasien Miopia Di Rumah Sakit Umum. 2024;13(10):102-109.
4. Al-Fajri MW, Fatmawati NK, Zubaidah M. Hubungan Status Refraksi dengan Tekanan Intraokular Pada Pasien Glaukoma. *J Med Karya Ilm Kesehat.* 2022;7(2):49. doi:10.35728/jmkik.v7i2.1030
5. Al Dinari N. Miopia: Etiologi dan Terapi. *Cermin Dunia Kedokt.* 2022;49(10):556-559. doi:10.55175/cdk.v49i10.305
6. Yusni Y, Meutia F. Myopia Prevalence and its Correlation with Demographic Characteristics Before the COVID-19 Pandemic among Acehnese School Children (6-19 years) in Indonesia. *Med Mod.* 2023;30(2):125-131. doi:10.31689/rmm.2023.30.2.125
7. Vergroesen JE, Kaynak A, Aribas E, et al. Higher testosterone is associated with open-angle glaucoma in women: a genetic predisposition? *Biol Sex Differ.* 2023;14(1):1-13. doi:10.1186/s13293-023-00512-z
8. Alkhaldi AA, Jamjoom HG, Alessa S, Alsulami RA. Effects of multiples hormones on intraocular pressure: A narrative review. *J Clin Ophthalmol Res.* 2025;13(1):92-100. doi:10.4103/jcor.jcor_118_24
9. Alqazaar KK, Alsadeg FA. Influence of Age, Sex, and Refractive Error on Intraocular Pressure Measurement Using Applanation Tonometer Among Healthy Individuals in Shahat. *Al-Mukhtar J Sci.* 2024;39(2):19-25. doi:10.54172/mgd5yt65
10. Downie LE, Bandlitz S, Bergmanson JPG, et al. CLEAR - Anatomy and physiology of the anterior eye. *Contact Lens Anterior Eye.* 2021;44(2):132-156. doi:10.1016/j.clae.2021.02.009
11. Riordan-Eva P WJ. *Vaughan & Ausbury's General Ophthalmology (19th Edition).* Vol 3.; 2015.
12. Sitorus RS, Sitompul R, Widyawati S, Bani AP. Buku Ajar Oftalmologi. Jakarta, Indonesia: Universitas Indonesia Publishing; 2020.
13. Claessens J, Van Egmond J, Wanten J, Bauer N, Nuijts R, Wisse R. The Accuracy of a Web-Based Visual Acuity Self-assessment Tool Performed Independently by Eye Care Patients at Home: Method Comparison Study. *JMIR Form Res.* 2023;7:1-10. doi:10.2196/41045
14. Kim SY, Moon BY, Cho HG, Yu DS. Visual Acuity Outcomes in Diseases

- Associated with Reduced Visual Acuity: An Analysis of the National Health Insurance Service Database in Korea. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(14). doi:10.3390/ijerph19148689
15. Burton MJ, Ramke J, Marques AP, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *Lancet Glob Heal*. 2021;9(4):e489-e551. doi:10.1016/S2214-109X(20)30488-5
 16. Ticoalu SHR. Pengaruh Sesaat Brisk Walking Terhadap Penurunan Tekanan Intraokuler Orang Dewasa Muda Non Glaukoma. *J Biomedik*. 2013;3(1):52-59. doi:10.35790/jbm.3.1.2011.858
 17. Kalita S. A Review On Measuring Intra-Ocular Pressure Using Different Types Of Tonometers. *J Surv Fish Sci*. 2023;10(3):691-697. doi:10.53555/sfs.v10i3.2064
 18. Brusini P, Salvatat ML, Zeppieri M. How to measure intraocular pressure: An update review of various tonometers. *J Clin Med*. 2021;10:1-24.
 19. Qin Z, Meng L, Yang F, Zhang C, Wen B. Aqueous humor dynamics in human eye: A lattice Boltzmann study. *Math Biosci Eng*. 2021;18(5):5006-5028. doi:10.3934/mbe.2021255
 20. Ahn HK, Lee HS, Park JY, et al. Androgen deprivation therapy may reduce the risk of primary open-angle glaucoma in patients with prostate cancer: a nationwide population-based cohort study. *Prostate Int*. 2021;9(4):197-202. doi:10.1016/j.pnil.2021.05.001
 21. Steinmetz JD, Bourne RRA, Briant PS, et al. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: The Right to Sight: An analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Heal*. 2021;9(2):e144-e160. doi:10.1016/S2214-109X(20)30489-7
 22. Akib MNR, ed. Buku Ajar Bagian Ilmu Kesehatan Mata. Makassar: Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia; 2017.
 23. Hani ME, Relle AS, Rachman I, Purnamanita P. Karakteristik Penderita Miopia disertai dengan Tekanan Intraokuler Tinggi di Balai Kesehatan Mata Masyarakat Makassar. *J Sehat Masada*. 2022;16(1):48-57. doi:10.38037/jsm.v16i1.263
 24. Lee SSY, Mackey DA. Prevalence and Risk Factors of Myopia in Young Adults: Review of Findings From the Raine Study. *Front Public Heal*. 2022;10(April):1-9. doi:10.3389/fpubh.2022.861044
 25. Foreman J, Salim AT, Praveen A, et al. Association between digital smart device use and myopia: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Heal*. 2021;3(12):e806-e818. doi:10.1016/S2589-7500(21)00135-7
 26. Balasopoulou A, Kokkinos P, Pagoulatos D, et al. Myopia, it's prevalence, current therapeutic strategy and recent development : A Review. *BMC Ophthalmol*. 2017;17(1):1. doi:10.4103/ijo.IJO

27. Overby DR, Ethier CR, Miao C, Kelly RA, Reina-Torres E, Stamer WD. The Factors Affecting the Stability of IOP Homeostasis. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2024;65(6). doi:10.1167/iovs.65.6.4
28. Haarman AEG, Enthoven CA, Willem Tideman JL, Tedja MS, Verhoeven VJM, Klaver CCW. The complications of myopia: A review and meta-analysis. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2020;61(4):1-3. doi:10.1167/iovs.61.4.49
29. Aliviana B. Hubungan antara Panjang Aksial Bola Mata dan Derajat Miopia dengan Tekanan Intraokular. *Med Heal Sci J*. 2020;4(1):13-18. doi:10.33086/mhsj.v4i1.1444
30. Barton BE, Herrera GG, Anamthathmakula P, et al. Roles of steroid hormones in oviductal function. *Reproduction*. 2020;159(3):R125-R137. doi:10.1530/REP-19-0189
31. Xu XL, Huang ZY, Yu K, Li J, Fu XW, Deng SL. Estrogen Biosynthesis and Signal Transduction in Ovarian Disease. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13(March):1-14. doi:10.3389/fendo.2022.827032
32. Sayanjali S, Safarpour Lima B, Shoham-Hazon N. Effect of estrogen and progesterone therapy on intraocular pressure: a systematic review and meta-analysis study. *Eur J Transl Myol*. 2025;35(2). doi:10.4081/ejtm.2025.13497
33. Lee JS, Lee MH, Kim JH, Jo YJ, Shin JH, Park HJ. Cross sectional study among intraocular pressure, mean arterial blood pressure, and serum testosterone according to the anthropometric obesity indices in Korean Men. *World J Mens Health*. 2020;38(4):697-704. doi:10.5534/WJMH.200066
34. Ha JS, Lee HS, Park JY, et al. Relationship between Androgen Deprivation Therapy and Normal-Tension Glaucoma in Patients with Prostate Cancer: A Nationwide Cohort Study. *Yonsei Med J*. 2022;63(10):908-914. doi:10.3349/ymj.2022.0122
35. Alpogan O, Donmez EE, Balık AÖ, Vural F, Kaplan G. Effects of testosterone on intraocular pressure, thicknesses of retinal nerve fiber layer, ganglion cell complex, macula and on ocular blood flow in female-to-male transgender persons. *Int Ophthalmol*. 2021;41(11):3651-3661. doi:10.1007/s10792-021-01921-y
36. Fortepiani L, Foutch BK, Wilson MR. The effects of sex, oral contraception, and menstrual cycle phase on intraocular pressure, central corneal thickness, and foveal thickness: A descriptive analysis. *Vis*. 2021;5(4). doi:10.3390/vision5040048
37. Sharma B. Comparison of intraocular pressure variance in moderate and high myopia. 2020;7(2):2611-2621.
38. Hashemi H, Khabazkhoob M, Emamian MH, Jamali A. Longitudinal changes in the intraocular pressure and their related factors among adults aged 40 to 64 years. Published online 2025:1-9.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Persetujuan Etik



KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
"ETHICAL APPROVAL"
No : 1581/KEPK/FKUMSU/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : Vinka Oktavia Rahmadani
Principal in investigator

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Name of the Institution Faculty of Medicine University of Muhammadiyah of Sumatera Utara

Dengan Judul
Title

"PERBANDINGAN TEKANAN INTRAOKULAR PADA MIOPIA LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN"
"COMPARISON OF INTRAOCULAR PRESSURE IN MYOPIA BETWEEN MALE AND FEMALE"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah
 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016 Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards. 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 07 Agustus 2025 sampai dengan tanggal 07 Agustus 2026
The declaration of ethics applies during the periode August 07, 2025 until August 07, 2026



Medan, 07 August 2025
 Ketua

 Assoc. Prof. Dr. dr. Nurfadly, MKT

Lampiran 2. Surat izin penelitian



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menempel surat ini agar disubuhkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS KEDOKTERAN

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Pp/PT/III/2024
Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488

<https://fk.umsu.ac.id> fk@umsu.ac.id [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#)

Nomor : 1265/II.3.AU/UMSU-08/F/2025

Lamp. : -

Hal : Mohon Izin Penelitian

Medan, 13 Safar 1447 H

08 Agustus 2025 M

Kepada : Yth. Praktik Spesialis Mata dr. Zaldi, Sp.M

di

Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

N a m a : Vinka Oktavia Rahmadani

NPM : 2208260059

Semester : VI (Enam)

Fakultas : Kedokteran

Jurusan : Pendidikan Dokter

Judul : Perbandingan Tekanan Intraokular Pada Miopia Laki-Laki Dan Perempuan

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb





dr. Siti Maslina, Sp.THTBKL., Subsp.Rino(K)

NIDN : 0106098201

Tembusan :

1. Wakil Rektor I UMSU
2. Ketua Skripsi FK UMSU
3. Peringgal





Lampiran 3. Surat selesai penelitian

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Berdasarkan surat dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan nomor : 1265/II.3.AU/UMSU-08/F/2025 Hal : izin penelitian.

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Dr. Zaldi Z, Sp.M**

NIDN : 8877850017

Dengan ini menerangkan :

Nama : **Vinka Oktavia Rahmadani**

Npm : 2208260059

Program Studi : Pendidikan Dokter

Adalah benar nama yang bersangkutan diatas telah selesai melaksanakan penelitian atau pengambilan data di Praktik Spesialis Mata Dr. Zaldi Z, Sp.M, Medan yang berjudul "Perbandingan Tekanan Intraokular Pada Miopia Laki-laki dan Perempuan" pada tanggal 21 Oktober 2025.

Demikian surat keterangan ini diperbuat untuk dapat dipergunakan seperlunya. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Medan, 18 Desember 2025



Dr. Zaldi Z, Sp.M

NIDN : 8877850017

Lampiran 4. Dokumentasi



Lampiran 5. Hasil uji statistik

Group Statistics

	Janis Kelamin	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TIO OS	Laki-Laki	24	17.2125	2.51073	.51250
	Perempuan	24	18.1208	2.99085	.61051
TIO OD	Laki-Laki	24	17.4250	2.75811	.56300
	Perempuan	24	17.6875	3.28823	.67121

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	One-Sided p	Two-Sided p	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
TIO OS	Equal variances assumed	1.009	.320	-1.140	46	.130	.260	-.90833	.79710	-2.51282	.69615
	Equal variances not assumed			-1.140	44.660	.130	.261	-.90833	.79710	-2.51412	.69745
TIO OD	Equal variances assumed	.587	.448	-.300	46	.383	.766	-.26250	.87606	-2.02592	1.50092
	Equal variances not assumed			-.300	44.648	.383	.766	-.26250	.87606	-2.02736	1.50236

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Janis Kelamin		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TIO OS	Laki-Laki	.140	24	.200 [*]	.950	24	.267
	Perempuan	.102	24	.200 [*]	.969	24	.647
TIO OD	Laki-Laki	.167	24	.080	.958	24	.399
	Perempuan	.137	24	.200 [*]	.940	24	.165

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

TIO OD

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	41	85.4	85.4	85.4
	Tinggi	7	14.6	14.6	100.0
	Total	48	100.0	100.0	

TIO OS

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	44	91.7	91.7	91.7
	Tinggi	4	8.3	8.3	100.0
	Total	48	100.0	100.0	

Descriptives

Janis Kelamin			Statistic	Std. Error
TIO OS	Laki-Laki	Mean	17.2125	.51250
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	16.1523
			Upper Bound	18.2727
		5% Trimmed Mean	17.2796	
		Median	16.8500	
		Variance	6.304	
		Std. Deviation	2.51073	
		Minimum	11.00	
		Maximum	22.00	
		Range	11.00	
		Interquartile Range	3.68	
		Skewness	-.167	.472
		Kurtosis	.537	.918
	Perempuan	Mean	18.1208	.61051
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	16.8579
			Upper Bound	19.3838
		5% Trimmed Mean	18.0972	
		Median	18.3500	
		Variance	8.945	
		Std. Deviation	2.99085	
		Minimum	13.00	
		Maximum	23.70	
		Range	10.70	
		Interquartile Range	5.00	
		Skewness	.140	.472
		Kurtosis	-.652	.918
TIO OD	Laki-Laki	Mean	17.4250	.56300
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	16.2604
			Upper Bound	18.5896
		5% Trimmed Mean	17.4074	
		Median	17.0000	
		Variance	7.607	
		Std. Deviation	2.75811	
		Minimum	12.00	
		Maximum	23.00	
		Range	11.00	
		Interquartile Range	3.20	
		Skewness	.379	.472
		Kurtosis	-.253	.918
	Perempuan	Mean	17.6875	.67121
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	16.2990
			Upper Bound	19.0760
		5% Trimmed Mean	17.5806	
		Median	17.3500	
		Variance	10.812	
		Std. Deviation	3.28823	
		Minimum	13.00	
		Maximum	24.30	
		Range	11.30	
		Interquartile Range	3.65	
		Skewness	.579	.472
		Kurtosis	-.236	.918

Lampiran 7. Artikel Ilmiah

PERBANDINGAN TEKANAN INTRAOKULAR PADA MIOPIA

LAKI-LAKI DAN PEREMPUAN

Vinka Oktavia Rahmadani¹, Zaldi Z²

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan,
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Corresponding author : Dr. Zaldi Z, Sp.M

ABSTRAK

Pendahuluan: Miopia merupakan salah satu kelainan refraksi yang paling sering dijumpai dan telah dikaitkan dengan berbagai perubahan struktur okular, termasuk tekanan intraokular (TIO). Tekanan intraokular yang meningkat merupakan faktor risiko penting terjadinya glaukoma. Beberapa penelitian menunjukkan adanya variasi tekanan intraokular berdasarkan karakteristik individu, termasuk jenis kelamin, namun hasilnya masih beragam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tekanan intraokular pada mahasiswa dengan miopia berdasarkan jenis kelamin. **Metode:** Penelitian ini termasuk studi kuantitatif analitik komparatif dengan desain *cross-sectional* yang dilaksanakan pada Oktober 2025 di praktik spesialis mata Dr. Zaldi Sp.M, Medan. Subjek penelitian berjumlah 48 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan miopia, yang terdiri atas 24 laki-laki dan 24 perempuan. Derajat miopia ditentukan menggunakan lensometer, sedangkan tekanan intraokular diukur pada mata kanan (OD) dan mata kiri (OS) menggunakan tonometer non-kontak. Analisis data meliputi analisis univariat dan bivariat. Uji normalitas dilakukan dengan Shapiro–Wilk, uji homogenitas dengan Levene’s test, dan uji beda menggunakan *independent samples t-test*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki tekanan intraokular dalam kategori normal. Rerata tekanan intraokular pada laki-laki adalah $17,43 \pm 2,76$ mmHg (OD) dan $17,21 \pm 2,51$ mmHg (OS), sedangkan pada perempuan sebesar $17,69 \pm 3,29$ mmHg (OD) dan $18,12 \pm 2,99$ mmHg (OS). Hasil uji *independent samples t-test* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara tekanan intraokular pada laki-laki dan perempuan dengan miopia, baik pada mata kanan maupun mata kiri ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara tekanan intraokular pada mahasiswa laki-laki dan perempuan dengan miopia. Dengan demikian, jenis kelamin tidak berpengaruh signifikan terhadap tekanan intraokular pada individu dengan miopia dalam penelitian ini.

Kata kunci: miopia, tekanan intraokular, jenis kelamin, mahasiswa kedokteran

ABSTRACT

Background: Myopia is one of the most common refractive errors and has been associated with various ocular structural changes, including intraocular pressure (IOP). Elevated intraocular pressure is a major risk factor for glaucoma. Several studies have reported variations in intraocular pressure based on individual characteristics, including sex; however, the findings remain inconsistent. Therefore, this study aimed to compare intraocular pressure between male and female students with myopia. **Methods:** This study includes a comparative analytical quantitative study with a cross-sectional design conducted in October 2025 at the eye specialist practice of Dr. Zaldi Sp.M, Medan. The study subjects consisted of 48 myopic students from the Faculty of Medicine, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, including 24 males and 24 females. The degree of myopia was determined using a lensometer, while intraocular pressure was measured in both the right eye (OD) and left eye (OS) using a non-contact tonometer. Data analysis included univariate and bivariate analyses. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test, homogeneity using Levene’s test, and group comparisons were performed using an independent samples t-test. **Results:** The results showed that most subjects had intraocular pressure within the normal range. The mean intraocular pressure in male subjects was 17.43 ± 2.76 mmHg (OD) and 17.21 ± 2.51 mmHg (OS), while in female subjects it was 17.69 ± 3.29 mmHg (OD) and 18.12 ± 2.99 mmHg (OS). Independent samples t-test analysis demonstrated no statistically significant difference in intraocular pressure between male and female subjects with myopia, in both the right and left eyes ($p > 0.05$). **Conclusion:** There was no significant difference in intraocular pressure between male and female students with myopia. These findings indicate that sex does not have a significant effect on intraocular pressure in individuals with myopia in this study.

Keywords: myopia, intraocular pressure, sex differences, medical students

PENDAHULUAN

Miopia (juga dikenal sebagai rabun jauh atau rabun dekat) adalah kondisi umum yang berkembang terutama selama masa kanak-kanak dan awal dewasa ketika perpanjangan mata yang berlebihan menyebabkan gambar objek yang jauh menjadi fokus di depan retina, sehingga mengakibatkan penglihatan jarak jauh menjadi kabur. Miopia didefinisikan sebagai ekuivalen sferis (*Spherical equivalent/ SE*) $\geq -0,5$ dioptri (D).¹ Gejala yang dirasakan oleh orang dengan miopia adalah terjadi kelainan bias objektif equivalent pada $\geq -0,50$ D pada kedua mata, pandangan kabur ketika melihat jarak jauh, mata mengerut atau menjuling ketika memandang objek yang jarak jauh, dan sakit kepala yang disebabkan adanya kelainan mata, mata kelelahan, dan ketegangan otot mata.² Penyebab gangguan penglihatan terbanyak di dunia adalah gangguan refraksi yang tidak dapat terkoreksi (48,99%) dan merupakan penyebab kedua kebutaan terbesar. Miopia merupakan beban terbesar dalam skala global terjadinya kelainan refraksi dibandingkan dengan kelainan refraksi lainnya. *World Health Organization (WHO)* telah memperkirakan sekitar 153 juta orang di dunia hidup dengan gangguan penglihatan akibat kelainan refraksi.³ Diperkirakan

sekitar 24,7% penduduk Indonesia mengalami kelainan refraksi dan prevalensinya pada anak usia sekolah adalah 10% dari total 66 juta anak di Indonesia. Grzybowski *et al* melaporkan bahwa prevalensi miopia pada anak usia sekolah (usia 6-19 tahun) di Indonesia mencapai 32,68% dan pada usia di atas 21 tahun sebesar 48,1%. Perubahan gaya hidup dan usia turut berperan dalam meningkatnya prevalensi faktor risiko miopia di dunia.⁴ Tekanan intraokular diartikan sebagai suatu ukuran tekanan hidrostatik di dalam bola mata yang nilainya bergantung dari resistensi aliran keluar dan laju pembentukan *aqueous humor*. *Aqueous humor* berfungsi menyediakan oksigen dan glukosa bagi lensa dan kornea yang bersifat avaskuler. Tekanan intraokular yang normal penting untuk menjaga fungsi refraksi tetap normal sehingga fungsi penglihatan mata dapat menjadi optimal. Kondisi normal rata-rata nilai TIO yaitu 15,5 mmHg dengan rentang normal 10-21 mmHg.² Tekanan intraokular yang tinggi merupakan faktor risiko utama terjadinya glaukoma, tetapi keadaan tersebut dapat dilakukan deteksi secara dini dengan menggunakan tonometer sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya

glaukoma lebih lanjut dan mengakhiri progresivitas penyakit.⁵

Miopia telah ditemukan memiliki pengaruh pada tekanan intraokular (TIO). Hani et al., (2022) menyatakan bahwa pada miopia terjadi penurunan rigiditas dan peningkatan dorongan pada dinding bola mata sehingga menyebabkan dinding bola mata menjadi lebih tipis. Mata dengan volume besar dengan dinding yang tipis akan menghasilkan penekanan yang lebih tinggi pada dindingnya dibandingkan dengan mata yang normal pada TIO yang sama dan dapat dikatakan bahwa TIO cenderung meningkat sesuai dengan tingkat keparahan miopia.³

Pengaruh aspek fisiologis, terutama hormon, terhadap tekanan intraokular masih menjadi topik perdebatan. Dua hormon seks utama, yaitu testosteron dan estrogen, tidak hanya berbeda tingkat sirkulasinya antara pria dan wanita misalnya, kadar testosteron pada pria sekitar 15 kali lipat lebih tinggi dibandingkan wanita tetapi juga memiliki efek biologis yang spesifik sesuai jenis kelamin.⁶ Penelitian oleh Wickham et al. mengungkapkan adanya ekspresi reseptor hormon seks seperti androgen, estrogen, dan progesteron dalam berbagai struktur mata, yang mengindikasikan bahwa hormon-

hormon ini mungkin berperan penting dalam menjaga kesehatan mata.⁷

Faktor hormonal antara laki-laki dan perempuan dapat menjadi variabel penting yang memengaruhi tekanan intraokular, namun belum banyak diteliti secara komparatif pada populasi dengan miopia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tekanan intraokular antara laki-laki dan perempuan yang mengalami miopia. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran jenis kelamin dalam regulasi TIO pada penderita miopia serta menjadi acuan bagi pendekatan klinis yang lebih personal dalam pemeriksaan dan penatalaksanaan kelainan refraksi ini.⁸

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif analitik komparatif observasional dengan rancangan potong lintang (cross-sectional) yang bertujuan untuk membandingkan tekanan intraokular pada penderita miopia berdasarkan jenis kelamin. Penelitian dilaksanakan di praktik spesialis mata Dr. Zaldi, Sp.M, pada bulan Agustus hingga Oktober 2025.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh subjek miopia yang memenuhi kriteria penelitian di lokasi tersebut. Sampel penelitian diambil menggunakan teknik total sampling, sehingga seluruh subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk kriteria eksklusi diikutsertakan dalam penelitian. Kriteria inklusi meliputi subjek laki-laki dan perempuan yang mengalami miopia dengan nilai koreksi lensa $\leq -0,50$ dioptri, dan bersedia menjadi responden dan menandatangani informed consent. Adapun kriteria eksklusi mencakup subjek dengan Riwayat glaucoma, menggunakan obat yang memengaruhi tekanan intraokular (kortikosteroid dan anti histamin), serta riwayat bedah refraksi.

Data penelitian merupakan data primer yang diperoleh melalui pemeriksaan langsung terhadap responden. Variabel yang diteliti meliputi jenis kelamin sebagai variabel independen dan tekanan intraokular sebagai variabel dependen. Status miopia ditentukan melalui pemeriksaan kekuatan lensa menggunakan lensometer, sedangkan tekanan intraokular diukur menggunakan non-contact tonometer dan dinyatakan dalam satuan mmHg pada kedua mata. Instrumen penelitian berupa lembar pengumpulan data dan alat pemeriksaan yang telah terstandarisasi.

Pengumpulan data dilakukan setelah memperoleh izin dan persetujuan etik penelitian. Responden diberikan penjelasan mengenai tujuan dan prosedur penelitian, kemudian diminta mengisi informed consent. Data identitas dasar responden dicatat, meliputi usia dan jenis kelamin. Status miopia ditentukan melalui pemeriksaan kekuatan lensa kacamata menggunakan lensometer dengan kriteria nilai koreksi $\leq -0,50$ dioptri. Selanjutnya dilakukan pengukuran tekanan intraokular menggunakan non-contact tonometer pada kedua mata, dan hasil pengukuran dicatat dalam satuan mmHg. Seluruh data dicatat secara sistematis dengan tetap menjaga kerahasiaan responden

Data yang terkumpul diolah melalui tahap editing, coding, entry data ke dalam program SPSS, dan cleaning untuk memastikan ketepatan data. Analisis data dilakukan secara univariat dan bivariat. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden dan variabel penelitian dalam bentuk distribusi frekuensi, persentase, nilai rata-rata, standar deviasi, serta nilai minimum dan maksimum. Analisis bivariat dilakukan untuk menilai perbandingan tekanan intraokular antara kelompok laki-laki dan perempuan. Sebelum

uji komparatif, dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk dan uji homogenitas menggunakan Levene’s Test. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, digunakan uji T independen, sedangkan jika data tidak berdistribusi normal digunakan uji Mann–Whitney.

Hasil

HASIL

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Responden Menurut Jenis Kelamin

Jenis kelamin	Frekuensi (n)	Presentase (%)
Laki-laki	24	50%
Perempuan	24	50%
Total	48	100%

Hasil pada data karakteristik mahasiswa berdasarkan jenis kelamin, penelitian ini melibatkan 48 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dari total sampel yang dianalisis, terdapat 24 mahasiswa laki-laki (50%) dan 24

Analisis dilakukan dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$.

mahasiswa perempuan (50%). Distribusi yang seimbang antara kedua jenis kelamin ini menunjukkan bahwa penelitian dilakukan secara proporsional, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat mencerminkan kondisi tekanan intraokular tanpa adanya dominasi salah satu kelompok gender.

Tabel 2. Deskripsi tekanan intraokular

Jenis kelamin	Mata	Mean $\pm$ SD	Minimum	Maksimum
Laki-laki	OD	17.43 $\pm$ 2.76	12.00	23.00
	OS	17.21 $\pm$ 2.51	11.00	22.00
Perempuan	OD	17.69 $\pm$ 3.29	13.00	24.30
	OS	18.12 $\pm$ 2.99	13.00	23.70

Berdasarkan Tabel 2. diperoleh gambaran deskriptif tekanan intraokular (TIO) responden yang dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin dan mata yang

diperiksa. Pada responden laki-laki, rerata tekanan intraokular pada mata kanan (OD) adalah 17,43 $\pm$ 2,76 mmHg, dengan nilai minimum 12,00 mmHg dan maksimum

23,00 mmHg. Sementara itu, pada mata kiri (OS) responden laki-laki, rerata tekanan intraokular tercatat sebesar $17,21 \pm 2,51$ mmHg, dengan nilai minimum 11,00 mmHg dan maksimum 22,00 mmHg.

Pada responden perempuan, rerata tekanan intraokular mata kanan (OD) adalah $17,69 \pm 3,29$ mmHg, dengan nilai minimum 13,00 mmHg dan maksimum 24,30 mmHg.

Adapun pada mata kiri (OS), rerata tekanan intraokular sebesar $18,12 \pm 2,99$ mmHg, dengan nilai minimum 13,00 mmHg dan maksimum 23,70 mmHg. Secara umum, rerata tekanan intraokular pada responden perempuan cenderung sedikit lebih tinggi dibandingkan responden laki-laki, baik pada mata kanan maupun mata kiri.

Tabel 3. Distribusi tekanan intraokular

Mata	Kategori	Frekuensi (n)	Presentase (%)
TIO OD	Normal	44	91,7
	Tinggi	4	8,3
TIO OS	Normal	41	85,4
	Tinggi	7	14,6

Berdasarkan Tabel 4.3, distribusi tekanan intraokular responden dikategorikan menjadi tekanan intraokular normal (10-21) dan tinggi (>21). Pada pemeriksaan mata kanan (TIO OD), sebagian besar responden berada dalam kategori normal, yaitu sebanyak 44 responden (91,7%), sedangkan responden dengan tekanan intraokular tinggi berjumlah 4 responden (8,3%).

Pada pemeriksaan mata kiri (TIO OS), mayoritas responden juga berada dalam kategori tekanan intraokular normal, yaitu sebanyak 41 responden (85,4%), sementara responden dengan tekanan intraokular tinggi

tercatat sebanyak 7 responden (14,6%). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki tekanan intraokular dalam batas normal, baik pada mata kanan maupun mata kiri, meskipun terdapat proporsi kecil responden dengan tekanan intraokular tinggi.

Table 4. Distribusi frekuensi derajat miopia

Derajat miopia	Laki-laki n (%)	Perempuan n (%)	Total n (%)
Ringan (< -3.00 D)	19 (79,2%)	14 (58,3%)	33 (68,8%)
Sedang (-3.00 s/d -6.00 D)	5 (20,8%)	10 (41,7%)	15 (31,2%)
Berat (> -6.00 D)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	24 (100%)	24 (100%)	48 (100%)

Berdasarkan Tabel 4, distribusi frekuensi derajat miopia pada responden penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden termasuk dalam kategori miopia ringan. Pada kelompok perempuan, sebanyak 19 responden (79,2%) termasuk dalam kategori miopia ringan, sedangkan 5 responden (20,8%) termasuk dalam kategori miopia sedang. Tidak ditemukan responden perempuan dengan miopia berat.

Pada kelompok laki-laki, sebanyak 14 responden (58,3%) termasuk dalam kategori miopia ringan, sedangkan 10 responden (41,7%) termasuk dalam kategori miopia sedang. Sama halnya dengan

kelompok perempuan, tidak ditemukan responden laki-laki dengan miopia berat.

Secara keseluruhan, dari total 48 responden, sebanyak 33 responden (68,8%) termasuk dalam kategori miopia ringan dan 15 responden (31,2%) termasuk dalam kategori miopia sedang. Tidak terdapat responden dengan miopia berat pada penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa derajat miopia pada seluruh responden penelitian berada pada rentang miopia ringan hingga sedang berdasarkan klasifikasi derajat miopia yang digunakan.

Tabel 5. Deskripsi derajat miopia

Jenis kelamin	Mata	Minimum	Maksimum
Laki-laki	OD	- 0,50 D	-5.00 D
	OS	- 0,50 D	- 5.00 D
Perempuan	OD	- 0,50 D	- 4.50 D
	OS	- 0,50 D	- 5.00 D

Berdasarkan Tabel 5, nilai minimum derajat miopia pada responden penelitian

adalah -0,50 dioptri baik pada mata kanan (OD) maupun mata kiri (OS). Nilai ini

menunjukkan derajat miopia teringan yang ditemukan pada subjek penelitian.

Nilai maksimum derajat miopia pada responden perempuan mencapai $-4,50$ dioptri pada mata kanan dan $-5,00$ dioptri pada mata kiri. Sementara itu, pada responden laki-laki nilai maksimum derajat miopia mencapai $-5,00$ dioptri baik pada mata kanan maupun mata kiri.

Secara keseluruhan, rentang derajat miopia pada penelitian ini berada antara $-0,50$ hingga $-5,00$ dioptri, yang termasuk dalam kategori miopia ringan hingga sedang berdasarkan klasifikasi derajat miopia yang digunakan. Tidak ditemukan responden dengan derajat miopia berat, yaitu di atas $-6,00$ dioptri, pada seluruh subjek penelitian.

Tabel 6. Uji T test Independen

Variable	Mata	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Ket
Laki-laki	OD	-1,140	46	0,260	-0.908	Tidak signifikan
	OS	-0,300	46	0,766	-0.262	Tidak signifikan
Perempuan	OD	-1,140	46	0,260	-0.908	Tidak signifikan
	OS	-0,300	46	0,766	-0.262	Tidak signifikan

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai signifikansi sebesar $p > 0,005$ yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna secara statistik antara rerata tekanan intraokular (TIO) pada kelompok laki-laki dan Perempuan dengan miopia.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan independent samples t-test, diperoleh nilai signifikansi (p-value) $> 0,05$ baik pada pengukuran tekanan intraokular mata kanan (OD) maupun mata kiri (OS). Hasil ini menunjukkan bahwa secara statistik tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara rerata tekanan intraokular pada kelompok laki-laki dan perempuan dengan miopia.

Nilai mean difference yang diperoleh pada mata kiri (OS) sebesar $-0,908$ mmHg dan pada mata kanan (OD) sebesar $-0,262$ mmHg menunjukkan adanya perbedaan rerata tekanan intraokular antara kedua kelompok, namun perbedaan tersebut tidak mencapai signifikansi statistik.

Dengan demikian, perbedaan rerata tekanan intraokular yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dianggap sebagai variasi normal dan bukan merupakan perbedaan yang bermakna secara statistik. Hasil ini menandakan bahwa jenis kelamin pada subjek dengan miopia tidak berpengaruh signifikan terhadap tekanan intraokular, sehingga faktor jenis kelamin tidak dapat dijadikan sebagai determinan utama dalam perbedaan tekanan intraokular pada populasi miopia dalam penelitian ini.

Hasil penelitian yang dikemukakan oleh Sharma (2020) menunjukkan kesesuaian dengan penelitian yang penulis lakukan, yaitu bahwa meskipun miopia dikaitkan dengan risiko glaukoma, tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara derajat miopia dengan peningkatan tekanan intraokular, serta tidak terdapat perbedaan bermakna berdasarkan usia maupun jenis kelamin. Sebagian besar subjek memiliki tekanan intraokular dalam batas normal. Temuan ini sejalan

dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa tekanan intraokular pada miopia tidak berbeda secara signifikan antara laki-laki dan perempuan.⁹

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Alqazaar dan Alsadeg (2024) yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan tekanan intraokular yang signifikan antara laki-laki dan perempuan pada individu dengan miopia, baik miopia ringan, sedang, maupun tinggi. Meskipun tekanan intraokular cenderung meningkat seiring bertambahnya usia dan derajat miopia, jenis kelamin tidak terbukti memberikan pengaruh bermakna terhadap tekanan intraokular. Temuan ini sejalan dengan penelitian ini yang membandingkan tekanan intraokular pada miopia laki-laki dan perempuan, sehingga menunjukkan bahwa perbedaan jenis kelamin bukan merupakan faktor penentu utama dalam variasi tekanan intraokular pada penderita miopia.¹⁰

Hasil penelitian yang dikemukakan oleh Alpogan *et al.* menunjukkan kesesuaian dengan penelitian yang penulis lakukan, yaitu bahwa tekanan intraokular pada individu transgender perempuan ke laki-laki (FMT) yang mendapatkan terapi testosteron lebih tinggi secara bermakna dibandingkan laki-laki sehat ($p = 0,025$). Namun, tidak ditemukan perbedaan tekanan intraokular yang signifikan antara kelompok perempuan sehat dan laki-laki sehat, sehingga perbedaan jenis kelamin biologis tidak secara langsung memengaruhi tekanan intraokular.¹¹

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Liu *et al.* (2022), penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tekanan intraokular berdasarkan jenis kelamin. Tekanan intraokular cenderung lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan, yang dipengaruhi oleh faktor hormonal dan biologis, terutama peran estrogen dalam meningkatkan aliran keluar aqueous humor. Perbedaan ini dapat bervariasi sesuai dengan usia dan status hormonal,

sehingga jenis kelamin perlu dipertimbangkan sebagai salah satu faktor dalam evaluasi tekanan intraokular.⁵

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara tekanan intraokular pasien miopia laki-laki dan perempuan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hashemi *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan peningkatan tekanan intraokular yang lebih besar pada perempuan, perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor perancu dan karakteristik populasi penelitian. Perbedaan desain penelitian, usia subjek, serta fokus populasi pada penelitian ini yang terbatas pada pasien miopia diduga menjadi faktor yang menyebabkan tidak ditemukannya perbedaan bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh jenis kelamin terhadap tekanan intraokular pada miopia bersifat kompleks dan tidak berdiri sendiri.¹²

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Desain potong lintang (*cross-sectional*) yang digunakan hanya menggambarkan tekanan intraokular pada satu waktu tertentu sehingga tidak dapat menjelaskan hubungan sebab akibat antara miopia, jenis kelamin, dan tekanan intraokular. Selain itu, subjek penelitian terbatas pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan rentang usia yang relatif sempit, sehingga hasil penelitian memiliki keterbatasan dalam generalisasi pada populasi yang lebih luas. Penelitian ini juga belum mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi tekanan intraokular, seperti ketebalan kornea sentral, tekanan darah, riwayat keluarga glaukoma, serta durasi dan derajat miopia, yang berpotensi menjadi variabel perancu. Pengukuran tekanan intraokular yang dilakukan hanya pada satu waktu pemeriksaan juga belum memperhitungkan variasi diurnal. Oleh karena itu, hasil

penelitian ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati, dan penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel dan rentang usia yang lebih luas serta mempertimbangkan faktor-faktor terkait lainnya.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini tidak meniadakan pentingnya pemantauan tekanan intraokular pada pasien miopia, mengingat miopia tetap merupakan salah satu faktor risiko yang sering dikaitkan dengan gangguan okular tertentu, termasuk glaukoma. Oleh karena itu, pemeriksaan tekanan intraokular tetap perlu dilakukan secara rutin sebagai bagian dari evaluasi oftalmologis pada pasien miopia.

Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar untuk meningkatkan kekuatan statistik dan generalisasi hasil, serta melakukan pengelompokan berdasarkan derajat miopia guna menilai pengaruh tingkat keparahan miopia terhadap tekanan intraokular. Selain itu, keterlibatan kelompok usia

yang lebih luas diperlukan agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara miopia, tekanan intraokular, dan faktor usia, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam serta implikasi yang lebih baik bagi praktik klinis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

4. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa tekanan intraokular pada responden dengan miopia sebagian besar berada dalam kategori normal. Rerata tekanan intraokular keseluruhan berada pada kisaran 17–18 mmHg, baik pada mata kanan (oculus dexter/OD) maupun mata kiri (oculus sinister/OS), yang masih termasuk dalam rentang nilai normal tekanan

intraokular, yaitu 10–21 mmHg.

5. Berdasarkan distribusi rerata tekanan intraokular menurut jenis kelamin, responden perempuan menunjukkan nilai rerata yang sedikit lebih tinggi dibandingkan responden laki-laki pada mata kanan maupun mata kiri. Meskipun demikian, perbedaan rerata tersebut masih berada dalam batas variasi fisiologis normal tekanan intraokular.
6. Hasil analisis inferensial menggunakan independent samples t-test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara tekanan intraokular responden laki-laki dan perempuan dengan miopia, baik pada mata kanan ($p = 0,260$) maupun mata kiri ($p = 0,766$). Dengan demikian, jenis kelamin tidak terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tekanan intraokular pada mahasiswa

dengan miopia dalam penelitian ini.aa

DAFTAR PUSTAKA

1. Baird PN, Saw SM, Lanca C, et al. Myopia. *Nat Rev Dis Prim.* 2020;6(1). doi:10.1038/s41572-020-00231-4
2. Prof P, Periode IGNGN, Agustus J, et al. Gambaran Tekanan Intraokular Pada Pasien Miopia Di Rumah Sakit Umum. 2024;13(10):102-109.
3. Al-Fajri MW, Fatmawati NK, Zubaidah M. Hubungan Status Refraksi dengan Tekanan Intraokular Pada Pasien Glaukoma. *J Med Karya Ilm Kesehat.* 2022;7(2):49. doi:10.35728/jmkik.v7i2.1030
4. Yusni Y, Meutia F. Myopia Prevalence and its Correlation with Demographic Characteristics Before the COVID-19 Pandemic among Acehese School Children (6-19 years) in Indonesia. *Med Mod.* 2023;30(2):125-131. doi:10.31689/rmm.2023.30.2.1

25

5. Liu X, Pan X, Ma Y, Jin C, Wang B, Ning Y. Variation in intraocular pressure by sex, age, and geographic location in China: A nationwide study of 284,937 adults. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13(August):1-10. doi:10.3389/fendo.2022.949827
6. Vergroesen JE, Kaynak A, Aribas E, et al. Higher testosterone is associated with open-angle glaucoma in women: a genetic predisposition? *Biol Sex Differ*. 2023;14(1):1-13. doi:10.1186/s13293-023-00512-z
7. Alkhaldi AA, Jamjoom HG, Alessa S, Alsulami RA. Effects of multiples hormones on intraocular pressure: A narrative review. *J Clin Ophthalmol Res*. 2025;13(1):92-100. doi:10.4103/jcor.jcor_118_24
8. Alqazaar KK, Alsadeg FA. Influence of Age, Sex, and Refractive Error on Intraocular Pressure Measurement Using Applanation Tonometer Among Healthy Individuals in Shahat. *Al-Mukhtar J Sci*. 2024;39(2):19-25. doi:10.54172/mgd5yt65
9. Sharma B. Comparison of intraocular pressure variance in moderate and high myopia. 2020;7(2):2611-2621.
10. Alqazaar KK, Alsadeg FA. Influence of Age, Sex, and Refractive Error on Intraocular Pressure Measurement Using Applanation Tonometer Among Healthy Individuals in Shahat. *Al-Mukhtar J Sci*. 2024;39(2):19-25. doi:10.54172/mgd5yt65
11. Alpogan O, Donmez EE, Balık AÖ, Vural F, Kaplan G. Effects of testosterone on intraocular pressure, thicknesses of retinal nerve fiber layer, ganglion cell complex, macula and on ocular blood flow in female-to-male transgender persons. *Int*

- Ophthalmol.*
2021;41(11):3651-3661.
doi:10.1007/s10792-021-01921-y
12. Hashemi H, Khabazkhoob M, Emamian MH, Jamali A. Longitudinal changes in the intraocular pressure and their related factors among adults aged 40 to 64 years. Published online 2025:1-9.
13. Sayanjali S, Safarpour Lima B, Shoham-Hazon N. Effect of estrogen and progesterone therapy on intraocular pressure: a systematic review and meta-analysis study. *Eur J Transl Myol.* 2025;35(2). doi:10.4081/ejtm.2025.13497
14. Barton BE, Herrera GG, Anamthathmakula P, et al. Roles of steroid hormones in oviductal function. *Reproduction.* 2020;159(3):R125-R137. doi:10.1530/REP-19-0189