

SKRIPSI

2023

**DISTRIBUSI KETAJAMAN PENGLIHATAN MAHASISWA ANGKATAN 2019 FK
UNHAS BERDASARKAN HASIL PEMERIKSAAN MENGGUNAKAN KARTU
SNELLEN DAN APLIKASI *PEEK ACUITY***



Disusun oleh :

Andi Athirah Sulaiman

C011191114

Pembimbing :

dr. Ahmad Ashraf Amalius, MPH., Sp.M(K)., M.Kes

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**DISTRIBUSI KETAJAMAN PENGLIHATAN MAHASISWA ANGKATAN
2019 FK UNHAS BERDASARKAN HASIL PEMERIKSAAN
MENGUNAKAN KARTU SNELLEN DAN APLIKASI *PEEK ACUITY***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin
Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran**



Disusun Oleh:

Andi Athirah Sulaiman

C011191114

Pembimbing:

dr. Ahmad Ashraf Amalius, MPH, M.Kes, Sp.M(K)

UNIVERSITAS HASANUDDIN

FAKULTAS KEDOKTERAN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Telah disetujui untuk dibacakan pada seminar akhir di Departemen Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dengan judul :

**“DISTRIBUSI KETAJAMAN PENGLIHATAN MAHASISWA
ANGKATAN 2019 FK UNHAS BERDASARKAN HASIL PEMERIKSAAN
MENGUNAKAN KARTU SNELLEN DAN APLIKASI *PEEK ACUITY*”**

Hari/Tanggal : Rabu/18 Januari 2023
Waktu : 20.00 WITA - Selesai
Tempat : Via *Zoom Meeting*



Makassar, 18 Januari 2023

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ahmad Ashraf Amalius".

(dr. Ahmad Ashraf Amalius, MPH, M.Kes, Sp.M(K))

NIP. 198101062014041001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

“Distribusi Ketajaman Penglihatan Mahasiswa Angkatan 2019 FK UNHAS Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Menggunakan Kartu Snellen dan Aplikasi PEEK Acuity”

Disusun dan Diajukan Oleh:

Andi Athirah Sulaiman
C011191114

Menyetujui,
Dewan Penguji

No	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1	dr. Ahmad Ashraf Amalius, MPH, M.Kes, Sp.M(K)	Pembimbing	
2	Dr. dr. Batari Todja Umar, Sp.M(K)	Penguji 1	
3	dr. Nursyamsi, Sp.M., M.Kes	Penguji 2	

Mengetahui,

Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin



dr. Agussalim Bukhari, M.Clin.Med., Ph.D., Sp.GK(K)
NIP. 49700821 199903 1 001

Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran Universitas
Hasanuddin



dr. Ririn Nislawati, M.Kes., Sp.M(K)
NIP. 19810118 200912 2 003

**DEPARTEMEN HISTOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS
HASANUDDIN MAKASSAR
2023**

TELAH DISETUJUI UNTUK DICETAK DAN DIPERBANYAK

Skripsi dengan Judul:

**“DISTRIBUSI KETAJAMAN PENGLIHATAN MAHASISWA
ANGKATAN 2019 FK UNHAS BERDASARKAN HASIL PEMERIKSAAN
MENGUNAKAN KARTU SNELLEN DAN APLIKASI *PEEK ACUITY*”**

Makassar, 18 Januari 2023

Mengetahui,



(dr. Ahmad Ashraf Amalius, MPH, M.Kes, Sp.M(K))

NIP. 198101062014041001

HALAMAN PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Andi Athirah Sulaiman

NIM : C011191114

Program Studi : Pendidikan Dokter Umum

Dengan ini menyatakan bahwa seluruh skripsi ini adalah hasil karya saya. Apabila ada kutipan atau pemakaian dari hasil karya orang lain berupa tulisan, data, gambar, atau ilustrasi baik yang telah dipublikasi atau belum dipublikasi, telah direferensi sesuai dengan ketentuan akademis.

Saya menyadari plagiarisme adalah kejahatan akademik, dan melakukannya akan menyebabkan sanksi yang berat berupa pembatalan skripsi dan sanksi akademik yang lain.

Makassar, 18 Januari 2023

Yang menyatakan



Andi Athirah Sulaiman

C011191114

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti mampu menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “Distribusi Ketajaman Penglihatan Mahasiswa Angkatan 2019 FK UNHAS Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Menggunakan Kartu Snellen dan Aplikasi *PEEK Acuity*”. Penulisan skripsi ini dimaksudkan sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S1) Kedokteran Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Penelitian skripsi ini dapat tersusun berkat adanya bimbingan, petunjuk, bantuan, maupun sarana berharga dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar, Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, Sp.PD-KGH, Sp.GK.
2. dr. Ahmad Ashraf Amalius, MPH., Sp.M(K)., M.Kes selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan peneliti.
3. Dr. dr. Batari Todja Umar, Sp.M(K) dan dr. Nursyamsi, Sp.M, M.Kes yang telah bersedia menjadi penguji dalam sidang skripsi ini sekaligus pembimbing selama penyusunan skripsi ini.
4. Orang tua dan keluarga atas dukungan moral dan doa.
5. Semua pihak yang terkait dan sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Peneliti menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun, peneliti perlukan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, peneliti berharap skripsi ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak. Semoga Allah SWT memberikan imbalan kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini

Makassar, 18 Januari 2023

Andi Athirah Sulaiman

**DISTRIBUSI KETAJAMAN PENGLIHATAN MAHASISWA ANGKATAN
2019 FK UNHAS BERDASARKAN HASIL PEMERIKSAAN
MENGUNAKAN KARTU SNELLEN DAN APLIKASI *PEEK ACUITY***

Andi Athirah Sulaiman¹, Ahmad Ashraf Amalius²

¹Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

²Departemen Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Latar Belakang: Gangguan ketajaman penglihatan adalah salah satu kondisi yang memiliki prevalensi cukup tinggi di seluruh dunia. Gangguan ketajaman penglihatan dapat berdampak terhadap kehidupan penderitanya. Umumnya, pemeriksaan ketajaman penglihatan dilakukan dengan kartu Snellen dan alat autorefraktometer. Seiring dengan berkembangnya teknologi, dikembangkan aplikasi pemeriksaan ketajaman penglihatan, yaitu *PEEK Acuity*. **Tujuan Penelitian:** Menganalisis dan membandingkan hasil pemeriksaan ketajaman penglihatan mahasiswa angkatan 2019 FK UNHAS menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity*. **Metode Penelitian:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan menggunakan desain penelitian *cross sectional* dengan jumlah sampel sebanyak 235 orang. Pengambilan data dikumpulkan dengan melakukan pemeriksaan menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity* pada bulan Januari 2023. Data dianalisis dengan menggunakan uji Mann-Whitney. **Hasil Penelitian:** Hasil penelitian menunjukkan distribusi data berdasarkan jenis kelamin dan derajat ketajaman penglihatan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa bahwa hasil pemeriksaan ketajaman penglihatan menggunakan aplikasi *PEEK Acuity* tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan hasil pemeriksaan menggunakan kartu Snellen (p -value mata kanan = 0.264; p -value mata kiri = 0.385). **Kesimpulan:** Hasil pemeriksaan ketajaman penglihatan menggunakan aplikasi *PEEK Acuity* tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan hasil pemeriksaan ketajaman penglihatan menggunakan kartu Snellen.

Kata Kunci: gangguan ketajaman penglihatan, kartu Snellen, aplikasi *PEEK Acuity*

**DISTRIBUTION OF THE VISUAL ACUITY OF CLASS 2019 STUDENTS,
FACULTY OF MEDICINE, HASANUDDIN UNIVERSITY BASED ON THE
RESULTS OF EXAMINATIONS USING THE SNELLEN CHART AND THE
PEEK ACUITY APPLICATION**

Andi Athirah Sulaiman¹, Ahmad Ashraf Amalius²

¹Student of Faculty of Medicine, Hasanuddin University

²Departement of Histology of Medical Faculty, Hasanuddin University

ABSTRACT

Background: Impaired visual acuity is a condition that has a high prevalence worldwide. Impaired visual acuity can have an impact on the patients' lives. Generally, visual acuity checks are carried out with a Snellen cart and an autorefractometer. Along with the development of the technology, a visual acuity check application was developed, namely PEEK Acuity. **Objective:** To analyze and compare the results of visual acuity examinations for class 2019 of Medical Faculty, Hasanuddin University students using the Snellen chart and the PEEK Acuity application. **Method:** This research is an analytical study using a cross-sectional research design with a total sample of 235 people. Data was collected by conducting an examination using the Snellen chart and the PEEK Acuity application in January 2023. Data was analyzed using the Mann-Whitney test. **Results:** The results showed the distribution of the data based on gender and the visual acuity. The results also showed that the results of visual acuity examination using the PEEK Acuity application did not have a significant difference with the results of examination using Snellen chart (p-value of the right eye = 0.264; p-value of the eye = 0.385). **Conclusion:** The results of the visual acuity examination using the PEEK Acuity application do not have a significant difference with the results of the visual acuity examination using the Snellen chart.

Keywords: impaired visual acuity, Snellen chart, PEEK Acuity application

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan Anti Plagiarisme	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mata.....	5
2.2 Ketajaman Penglihatan (Visus).....	10
2.3 Gangguan Ketajaman Penglihatan	14
2.4 Aplikasi <i>PEEK Acuity</i>	31
BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP	34
3.1 Kerangka Teori Penelitian.....	34
3.2 Kerangka Konsep Penelitian	34
3.3 Hipotesis Penelitian.....	35
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	36
4.1 Desain Penelitian.....	36
4.2 Tempat dan Waktu Penelitian	36
4.3 Variabel Penelitian	36
4.4 Populasi dan Sampel	36
4.5 Definisi Operasional.....	37
4.6 Jenis data dan Instrumen Penelitian	38

4.7 Manajemen Data Penelitian.....	38
4.8 Etika Penelitian.....	40
4.9 Alur Penelitian.....	41
4.10 Jadwal Kegiatan	41
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	42
5.1 Hasil Penelitian.....	42
5.2 Perbandingan Hasil Pemeriksaan Ketajaman Penglihatan Menggunakan Kartu Snellen dan Aplikasi <i>PEEK Acuity</i>	46
5.3 Pembahasan	47
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	52
6.1 Kesimpulan.....	52
6.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Anatomi Mata	5
Gambar 2. Gambar visual menjadi terbalik di permukaan retina (kiri), dan bagaimana lapang pandang mata pada manusia (kanan)	9
Gambar 3. Jalur penglihatan	10
Gambar 4. Apertura lubang kecil untuk uji lubang kecil.....	11
Gambar 5. Penggunaan alat autorefraksi untuk mengevaluasi ketajaman penglihatan.....	13
Gambar 6. Miopia pada mata tidak berakomodasi.	21
Gambar 7. Hipermetropia pada mata tidak berakomodasi	22
Gambar 8. Perbedaan mata normal (kiri) dan mata astigmat (kanan)	22
Gambar 9. Jenis astigmatisme	23
Gambar 10. Huruf <i>Snellen</i> dibangun agar dapat membentuk sudut 5 arcmin ketika diletakkan pada jarak tertentu dengan denominator	25
Gambar 11. Bagan mata dengan optotipe alternatif	27
Gambar 12. Aplikasi <i>PEEK Acuity</i> yang dipegang di depan grafik E " <i>tumbling</i> "	32
Gambar 13. Contoh gambar <i>PeekSim</i>	33
Gambar 14. Alur Penelitian	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi dari mata orang dewasa	5
Tabel 2.2 Bagan konversi akuitas visual	25
Tabel 4.1 Jadwal Kegiatan.....	41
Tabel 5.1 Distribusi Sampel Berdasarkan Ada Tidaknya Gangguan Ketajaman Penglihatan.....	42
Tabel 5.2 Distribusi Sampel Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Menggunakan Kartu Snellen	43
Tabel 5.3 Distribusi Sampel Berdasarkan Hasil Pemeriksaan Menggunakan Aplikasi <i>PEEK Acuity</i>	44
Tabel 5.4 Distribusi Sampel Berdasarkan Derajat Ketajaman Penglihatan Kedua Mata	45
Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Corrected Visual Acuity pada Subjek dengan Gangguan Ketajaman Penglihatan Derajat Berat atau Kategori Kebutaan	45
Tabel 5.6 Analisis Perbandingan Hasil Pemeriksaan Ketajaman Penglihatan Menggunakan Kartu Snellen dan Aplikasi <i>PEEK Acuity</i> pada Mata Kiri.....	46
Tabel 5.7 Analisis Perbandingan Hasil Pemeriksaan Ketajaman Penglihatan Menggunakan Kartu Snellen dan Aplikasi <i>PEEK Acuity</i> pada Mata Kiri.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketajaman penglihatan atau yang biasa disebut akuitas visual atau visus merupakan kemampuan mata untuk mendeteksi dan mengidentifikasi bentuk serta detail suatu objek pada jarak tertentu (Bennett et al., 2019; Marsden et al., 2014). Menurut *American Optometric Association*, ketajaman penglihatan yang normal adalah 20/20 yang berarti seseorang dapat melihat pada jarak 20 kaki dibandingkan dengan orang normal yang juga dapat melihat dengan jelas pada jarak 20 kaki (*Visual Acuity | AOA*, 2021).

Menurut data dari *World Health Organization*, setidaknya terdapat 2.2 miliar jiwa mengalami gangguan penglihatan jarak jauh atau dekat di seluruh dunia. Sekitar 1 miliar jiwa mengalami gangguan penglihatan jarak jauh sedang hingga berat atau kebutaan akibat kelainan refraksi yang tidak tertangani, katarak, glaukoma, kekeruhan kornea, retinopati diabetik, trakoma, serta gangguan penglihatan jarak dekat yang disebabkan oleh presbiopia yang tidak tertangani (Bourne et al., 2021).

Prevalensi gangguan akuitas visual di Asia Tenggara dilaporkan mencapai angka 4,6% untuk anak-anak dan 32,9% pada orang dewasa (Hashemi et al., 2018). Indonesia termasuk ke dalam lima negara dengan jumlah penduduk penderita gangguan penglihatan terbanyak di dunia. Di Indonesia, etiologi gangguan penglihatan disebabkan paling banyak adalah gangguan refraksi pada mata (nilai distribusi 48,99%), dan gangguan refraksi ini dilaporkan menjadi penyebab kedua terjadinya kebutaan dengan persentase 20,62% di Indonesia. Penyebab gangguan penglihatan lain yang dapat diidentifikasi, antara lain katarak, *age-related macular degeneration* (AMD), glaukoma, kekeruhan kornea, retinopati diabetik, trakoma, dan lainnya. (Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI (InfoDATIN), 2018).

Gangguan penglihatan akibat gangguan refraksi secara patofisiologi dapat disebabkan oleh perubahan panjang bola mata menjadi terlalu panjang atau terlalu pendek, adanya perubahan bentuk kornea, atau akibat dari proses penuaan yang berdampak pada kejernihan lensa (*Refractive Errors | National Eye Institute*, 2020).

Namun, proses ini dapat dipercepat oleh beberapa faktor risiko, seperti lebih banyak pada perempuan, siswa yang menghabiskan banyak waktu untuk membaca, menonton televisi, penggunaan internet dengan *mobile gadget*, atau diturunkan secara genetik (Kumar et al., 2018).

Profesi pelajar merupakan kelompok dengan paparan faktor risiko yang dapat mempengaruhi proses patofisiologi gangguan penglihatan akibat gangguan refraksi. Kegiatan berupa membaca dan penggunaan internet bahkan dapat memengaruhi prestasi akademik para pelajar. Oleh sebab itu, gangguan ketajaman penglihatan dapat dengan mudah dialami oleh para pelajar (Castellanos et al., 2019).

Kesalahan refraksi yang tidak dikoreksi (*uncorrected refractive errors* [URE]) merupakan penyebab utama gangguan penglihatan sedang hingga berat di seluruh dunia, dan merupakan penyebab kedua tersering kebutaan. Dampak dari URE meliputi isolasi sosial, penurunan kemungkinan edukasi dan tingkat pekerjaan, peningkatan morbiditas dan kesulitan ekonomi (Honawar, 2019). Pemeriksaan ketajaman penglihatan dapat dilakukan sejak dini dan secara berkala untuk menilai visus seorang individu. Pemeriksaan yang paling umum dilakukan adalah pemeriksaan dengan menggunakan kartu Snellen. Jika diperlukan, pemeriksaan visus juga dapat dilakukan menggunakan alat otomatis yang disebut dengan autorefraktometer (Angkawijaya et al., 2020).

Seiring dengan berkembangnya teknologi, teknologi untuk mempermudah pengukuran akuitas visual pasien juga telah dikembangkan. Aplikasi pemeriksaan visus yang praktis dan dapat digunakan sehari-hari, aplikasi *Portable Eye Examination Kit (PEEK) Acuity*, merupakan sebuah aplikasi pada sistem android yang didesain untuk menilai ketajaman penglihatan seorang individu. Aplikasi ini telah dirancang mengikuti standar kartu *ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study)* dengan tampilan dalam beberapa notasi, yaitu *Snellen metric* (6/6) dan imperial (20/20) atau satuan LogMAR (*Logarithm of the Minimum Angle of Resolution*) (Sekar Laras & Aditya Sukma, 2022). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ketajaman penglihatan pada populasi mahasiswa yang dinilai dengan menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana distribusi ketajaman penglihatan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin angkatan 2019 berdasarkan hasil pemeriksaan menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity*?
2. Bagaimana perbandingan hasil pemeriksaan ketajaman penglihatan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin angkatan 2019 menggunakan kartu Snellen dan Aplikasi *PEEK Acuity*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui distribusi ketajaman penglihatan mahasiswa angkatan 2019 Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin berdasarkan hasil pemeriksaan menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity*.
2. Untuk membandingkan hasil pemeriksaan ketajaman penglihatan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin angkatan 2019 menggunakan kartu Snellen dan Aplikasi *PEEK Acuity*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui jumlah mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin angkatan 2019 yang mengalami gangguan ketajaman penglihatan.
2. Untuk mengetahui distribusi mahasiswa Fakultas Fedokteran Universitas Hasanuddin angkatan 2019 yang mengalami gangguan ketajaman penglihatan berdasarkan jenis kelamin.
3. Untuk mengetahui distribusi mahasiswa Fakultas Fedokteran Universitas Hasanuddin angkatan 2019 yang mengalami gangguan ketajaman penglihatan berdasarkan derajat ketajaman penglihatan.

4. Untuk membandingkan hasil pemeriksaan ketajaman penglihatan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin angkatan 2019 menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Sebagai tambahan ilmu dan pengalaman bagi peneliti mengenai analisis ketajaman penglihatan dengan pemeriksaan menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity*.
2. Sebagai landasan teori maupun referensi tambahan untuk penelitian selanjutnya terkait analisis ketajaman penglihatan dengan pemeriksaan menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity* sebagai upaya dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang kesehatan.

1.4.2 Manfaat Praktis

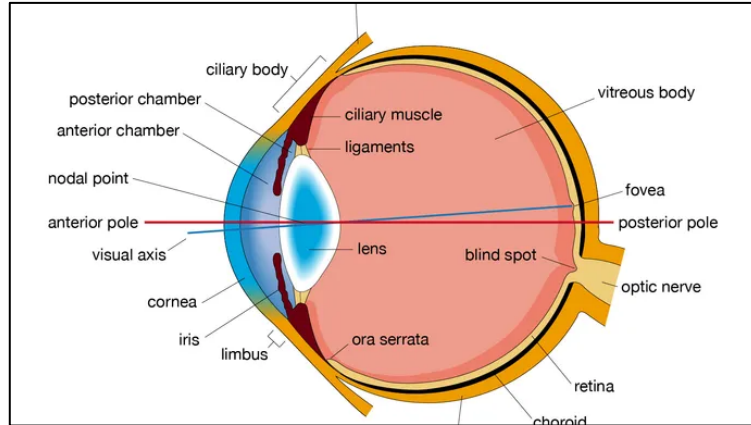
1. Sebagai informasi tambahan bagi para praktisi kesehatan dan masyarakat mengenai analisis ketajaman penglihatan dengan pemeriksaan menggunakan kartu Snellen dan aplikasi *PEEK Acuity*.
2. Sebagai sumber informasi bagi para praktisi kesehatan, pemerintah, dan masyarakat sehingga timbul kesadaran untuk mengurangi sekaligus mencegah penambahan insidensi dan prevalensi gangguan ketajaman penglihatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mata

2.1.1 Anatomi Mata



Gambar 1. Anatomi Mata (Perkins & Davson, 2021)

Mata adalah organ fotosensitif yang membantu seorang manusia dalam menganalisis bentuk, intensitas cahaya, dan warna yang dipantulkan oleh sebuah objek. Mata terletak di dalam ruangan yang bersifat protektif yang disebut sebagai rongga orbita. Mata merupakan organ yang berbentuk sferis dengan diameter anteroposterior 22 – 27 mm dan lingkaran 69 – 85 mm (Kels et al., 2015). Mata terdiri atas 3 kompartemen, yaitu chamber anterior, chamber posterior dan kavitas vitreous. Chamber anterior merupakan ruangan di antara iris dan kornea, chamber posterior merupakan bagian anatomis dari mata yang terletak posterior dari iris dan anterior dari lensa dan badan silier, sedangkan kavitas vitreous merupakan kompartemen mata terbesar yang menempati 2/3 volume mata dan mengandung vitreous humor (Rapuano, Stout & McCannel. 2021b).

Tabel 2.1 Dimensi dari mata orang dewasa (Rapuano, Stout & McCannel. 2021b)

	Chamber anterior	Chamber posterior	Kavitas vitreous	Mata Keseluruhan
Rerata kedalaman	3,11 mm (1.5 - 4 mm)	0,52 mm	16,5 mm	23,5 mm (19,5 - 26,5 mm)

Volume	220 μ L	60 μ L	5 - 6 μ L	6,5 - 7 mL
Isi	Aqueous	Aqueous	Vitreous	

Berdasarkan lapisannya, mata tersusun dari 3 lapisan konsentrik, yaitu lapisan luar protektif, lapisan vaskular tengah, dan lapisan neural dalam. Lapisan yang paling luar terdiri atas kornea jernih di bagian depannya, dan sklera putih opak di bagian posteriornya. Lapisan korneoskleral ini tersusun atas kolagen dan berfungsi untuk melindungi jaringan okular internal. Kornea menempati bagian tengah dari polus anterior bola mata. Limbus yang membatasi kornea dan sklera berwarna biru keabuan transparan. Lapisan tengah bola mata merupakan uvea yang terdiri atas koroid, badan silier dan iris. Lapisan tengah ini banyak dipenuhi oleh pembuluh darah dan berfungsi untuk memberi nutrisi dan penyokong bola mata. Lapisan paling dalam merupakan retina. Lapisan ini bersifat fotosensitif karena memiliki fotoreseptor dan elemen neural yang dapat menginisiasi proses informasi visual (Rapuano, Stout & McCannel. 2021b).

Sebagai organ penglihatan, mata memiliki media refraksi yang menentukan hasil pembiasan sinar yang dilakukan oleh mata. Media refraksi terdiri dari kornea, badan vitreous, lensa, humor akuos, dan dipengaruhi oleh panjang bola mata.

1. Kornea

Kornea merupakan struktur mata yang bersifat transparan, avaskular, dan asferis. Kornea melengkung di bagian sentral yang penting dalam proses refraksi dan datar di bagian perifer. Kornea terdiri dari 1/6 lapisan fibrosa mata. Diketahui bahwa terdapat beberapa vaskularisasi pada bagian perifer kornea (Haradhan Chowdhury et al., 2021).

Bagian sentral kornea memiliki ketebalan kurang lebih 0.52 mm dan bagian perifer kornea memiliki ketebalan kurang lebih 0.67 mm. Bagian sentral kornea bertanggungjawab dalam proses refraksi. Radius kelengkungan di bagian anterior kornea adalah 7.8 mm dan di bagian posterior adalah 6.5 mm (Haradhan Chowdhury et al., 2021).

Sebagai media refraksi, kornea bertanggungjawab akan 3/4 bagian dari mata. Maka dari itu, indeks refraktif dari kornea adalah 1.37 (Haradhan Chowdhury et al., 2021).

2. Badan Vitreous

Badan vitreous atau yang biasa juga disebut sebagai badan kaca merupakan sebuah jaringan yang berada diantara lensa dan retina. Badan vitreous bersifat semi cair dan transparan karena tidak terdapat pembuluh darah dan sel di dalamnya. Struktur ini mengandung 90% air yang mengakibatkannya tidak dapat lagi menyerap air. Fungsi badan vitreous adalah untuk mempertahankan bentuk bola mata agar tetap bulat. Sedangkan, peranannya adalah mengisi ruang untuk meneruskan sinar yang ditangkap oleh mata dari lensa ke retina. Badan vitreous melekat pada bagian ora serata, pars plana, dan papil saraf optik (Ilyas & Yulianti, 2019).

3. Lensa

Lensa merupakan struktur bikonveks, avaskular, tidak berwarna dan hampir transparan sempurna yang terletak diantara iris dan badan vitreous. Lensa memiliki ketebalan sekitar 4 mm dan diameter 9 mm. Lensa difiksasi di belakang iris oleh struktur zonula, yaitu zonula Zinn, yang tersusun dari banyak fibril yang berasal dari permukaan korpus siliaris dan menyisip ke dalam ekuator lensa. Maka dari itu, zonula ini juga diketahui menghubungkan lensa dengan korpus siliaris. Lensa terdiri atas 65% air, 35% protein, serta sedikit mineral yang umumnya didapatkan pada jaringan tubuh lain. Lensa memiliki konsentrasi kalium yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebagian besar jaringan. Selain itu, lensa juga mengandung asam askorbat dan glutathion dalam bentuk teroksidasi dan tereduksi (Riordan-Eva & Augsburger, 2019).

4. Humor Akuos

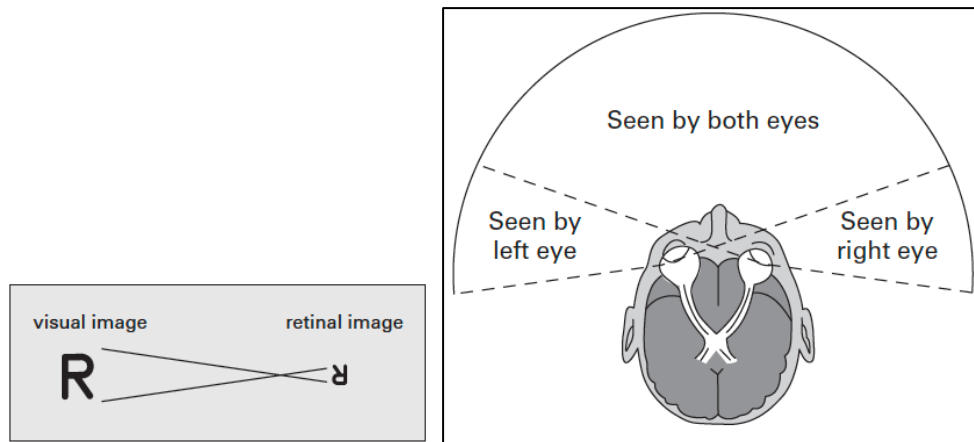
Humor akuos adalah cairan jernih yang diproduksi oleh korpus siliaris yang akan disalurkan untuk mengisi kamera okuli anterior dan posterior. Humor akuos memiliki volume sekitar 250 mikroliter. Cairan ini mengandung komposisi yang mirip dengan plasma. Namun, humor akuos memiliki konsentrasi askorbat, piruvat,

dan laktat yang lebih tinggi, tetapi kandungan protein, urea, dan glukosa yang lebih rendah. Humor akuos berperan dalam fisiologi mata, salah satunya ialah sebagai pengganti sistem vaskular pada bagian mata yang avaskular. Humor akuos juga membantu dalam mempertahankan tekanan intraokular yang berperan penting dalam menjaga struktur mata dan proses penglihatan mata (Dewi Sari, 2018).

2.1.2 Fisiologi Penglihatan

Sistem penglihatan mencakup pengambilan informasi dalam bentuk cahaya yang berasal dari luar tubuh yang selanjutnya akan dianalisis dan diinterpretasikan sebagai informasi visual. Proses penglihatan dan persepsi visual melibatkan sebuah sistem struktur yang kompleks dengan tujuannya masing-masing. Rangkaian proses penglihatan meliputi cahaya masuk pada media refraksi, transduksi, pengiriman impuls melalui jaras penglihatan, dan diakhiri dengan proses interpretasi dan persepsi visual oleh korteks visual di otak (Rahayu, 2019).

Penelitian eksperimental pada penglihatan dan sistem visual menunjukkan bahwa gambar visual menimpa retina. Gambar visual melalui lensa mata lalu diproeksikan ke retina, sehingga gambar yang diperoleh oleh retina berbentuk terbalik. Lokasi fotoreseptor pada retina menghadap jauh dari gambar yang datang, dan terletak tepat di sebelah bagian dinding dalam mata, di samping epitel pigmen. Foton yang masuk harus melewati beberapa sel retina sebelum menimpa fotoreseptor, kecuali pada regio foveal, dimana cahaya dapat langsung menimpa fotoreseptor. Area foveal merupakan bagian retina dengan densitas fotoreseptor dan jenis sel retina lain yang sangat padat, sehingga memungkinkan akuitas visual yang tinggi. Lokasi fotoreseptor yang terletak di dekat dinding dalam mata diduga untuk memungkinkan modifikasi cepat pada komposisi molekulnya, dimana memungkinkan inaktivasi cepat dari neurotransmitter seperti glutamat. Tampilan visual terbentuk dengan membuat 3 - 4 pergerakan mata per detik. Setiap setelah pergerakan mata, pemandangan visual yang menimpa retina harus dihilangkan agar gambar selanjutnya yang dilihat oleh mata dapat terlihat jelas (Schiller & Tehovnik, 2015).

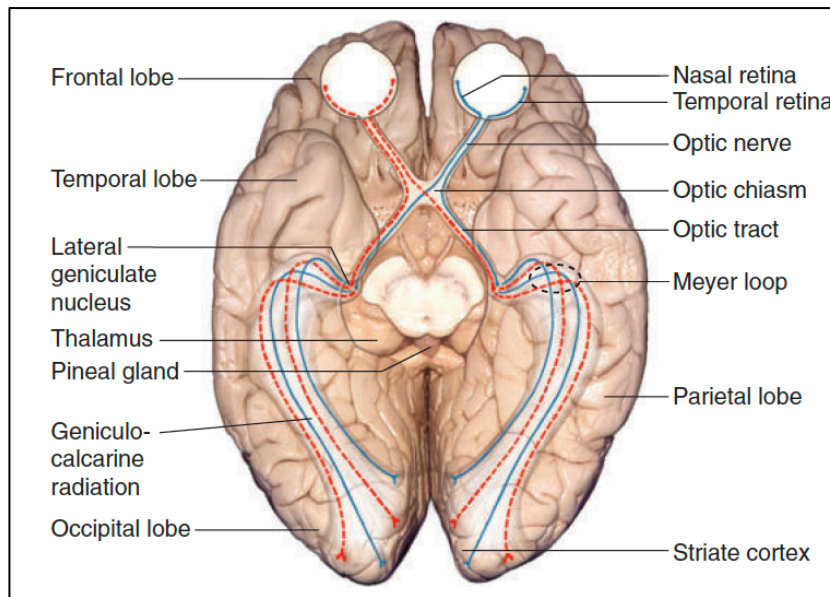


Gambar 2. Gambar visual menjadi terbalik di permukaan retina (kiri), dan bagaimana lapang pandang mata pada manusia (kanan) (Schiller & Tehovnik, 2015)

Struktur mata yang berfungsi sebagai media refraksi adalah kornea, badan vitreous, lensa, dan humor akuos. Cahaya yang ditangkap oleh mata selanjutnya akan mengalami pembiasan melewati media refraksi pada aksis visual yang difokuskan agar tepat jatuh di retina dan diterima oleh sel-sel fotoreseptor retina. Aksis visual adalah garis penghubung antara fovea sentralis dengan bagian anterior dari kornea. Rangsangan cahaya yang jatuh tepat pada retina akan diterima oleh sel-sel fotoreseptor, yaitu sel batang dan sel kerucut, untuk diubah menjadi impuls saraf. Sel kerucut bersifat sensitif terhadap cahaya terang. Sedangkan, sel batang sensitif terhadap cahaya redup. Foton yang diterima menyebabkan perubahan konformasional pada fotopigmen yang memicu terjadinya kaskade reaksi kimia yang mengubah energi elektromagnetik menjadi rangsangan elektrik (Rahayu, 2019).

Nervus optikus merupakan traktus substansia alba diensefalik silindris yang ketika mendekati kiasma optikum, akson yang berasal dari retina bagian nasal dan temporal mulai memisah (Trobe, 2001). Jalur visual dimulai dari retina dimana impuls dari fotoreseptor dikirimkan ke kiasma optikum melalui nervus optikus dari masing-masing mata. Di dalam kiasma, serabut retinal terpisah menjadi traktus optikus kanan dan kiri, masing-masing traktus optikus membawa informasi dari lapang pandang masing-masing. Traktus optikus kanan terdiri atas serabut dari retina temporal ipsilateral dan retina nasal kontralateral yang melambangkan lapang pandang bagian kiri dari masing-masing mata. Traktus optikus kemudian bersinaps di nukleus

genikulata lateral dan kemudian serabutnya dibagi lebih lanjut seiring dengan perjalanan ke korteks visual primer lalu diterminasi. Serabut yang paling inferior bertanggung jawab untuk lapang pandang superior, sedangkan serabut yang paling superior melambangkan lapang pandang inferior. (Rapuano, Stout & McCannel. 2021b)



Gambar 3. Jalur penglihatan (Rapuano, Stout & McCannel. 2021b)

2.2 Ketajaman Penglihatan (Visus)

2.2.1 Definisi Ketajaman Penglihatan

Ketajaman penglihatan atau visus biasanya didefinisikan sebagai kemampuan seorang individu untuk dapat melihat objek tanpa disertai dengan adanya akomodasi. Ketajaman penglihatan dapat menentukan kemampuan mata seorang individu dalam membedakan dua rangsangan visual yang berbeda (Sihiten, 2018). Akuitas visual merupakan kapasitas resolusi spasial sistem visual yang mengekspresikan ukuran angular detail yang dapat diamati oleh pengamat (Benjamin, 2006).

Hal ini dapat dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor optikal dan faktor fisiologis. Faktor optikal adalah faktor yang mempengaruhi kualitas cahaya yang nantinya akan diterima oleh sel-sel fotoreseptor pada retina. Sedangkan, faktor fisiologis merupakan penentu sensitivitas fotoreseptor dan proses yang terjadi di jaras penglihatan (Sihiten, 2018).

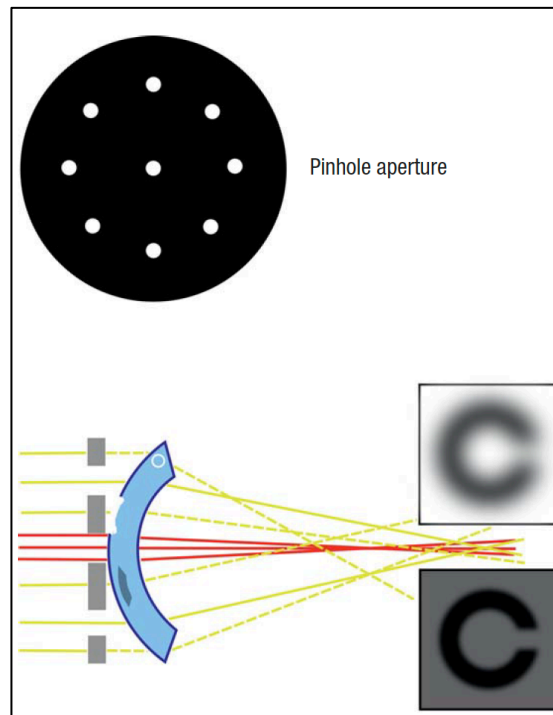
2.2.2 Pemeriksaan Ketajaman Penglihatan

Ketajaman penglihatan dapat diperiksa dengan berbagai cara menggunakan kartu Snellen, yaitu sebagai berikut (Ilyas & Yulianti, 2019):

1. Uji Lubang Kecil

Uji lubang kecil merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk menentukan penurunan tajam penglihatan terjadi akibat kelainan refraksi atau kelainan organik media penglihatan. Uji ini menggunakan kartu Snellen yang akan diletakkan 6-meter dari penderita yang sedang diperiksa. Kemudian, pada mata penderita yang mengalami kelainan dipasang *pinhole*.

Hasil pemeriksaan ini ialah ada atau tidaknya perbaikan ketajaman penglihatan. Jika terjadi perbaikan, hal tersebut diartikan bahwa penurunan tajam penglihatan yang terjadi disebabkan oleh kelainan refraksi. Apabila tidak terjadi perbaikan, penurunan tajam penglihatan mata penderita diduga disebabkan oleh gangguan pada media penglihatan.



Gambar 4. Apertura lubang kecil untuk uji lubang kecil. Opasitas atau iregularitas pada media refraktif (garis hijau) mengganggu dengan proses pembentukan gambar yang ideal (garis hijau padat) (Shiefer et al., 2016)

2. Uji Pengkabutan (*Fogging Test*)

Uji pengkabutan merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk melihat ada tidaknya kelainan berupa astigmat pada mata pasien dengan mata dalam keadaan istirahat (tanpa akomodasi). Pemeriksaan ini dilakukan dengan astigmat dial (juring astigmat). Pasien dikatakan membutuhkan koreksi lensa silinder jika sebuah garis pada astigmat dial pada derajat tertentu terlihat lebih jelas daripada yang garis yang lain.

3. Uji Celah Stenopik

Uji celah stenopik adalah pemeriksaan yang dilakukan menggunakan celah sebesar 1 mm lurus yang terdapat pada lempeng. Pemeriksaan ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya astigmat dan juga mengetahui besar astigmat yang diderita pasien. Selain itu, uji celah stenopik membantu untuk menentukan sumbu koreksi astigmat. Bagi tindakan yang lebih lanjut, pemeriksaan ini dapat digunakan untuk menentukan rencana pembedahan iridektomi optik.

4. Uji Silinder Silang

Uji silinder silang merupakan pemeriksaan yang dilakukan dengan dua lensa silinder dengan kekuatan yang berlawanan dan sumbu yang saling tegak lurus terhadap satu sama lain. Pemeriksaan ini digunakan untuk melihat apakah koreksi silinder yang telah dilakukan sudah cukup atau telah penuh. Selain itu, juga dipergunakan untuk melihat apakah sumbu lensa silinder pada koreksi yang diberikan telah sesuai atau belum.

5. Uji Duokrom

Uji duokrom merupakan pemeriksaan dengan menggunakan penglihatan terhadap warna merah dan hijau. Hasil interpretasi pemeriksaan ini adalah huruf di atas warna hijau akan terlihat lebih jelas oleh penderita hipermetropia dan huruf di atas warna merah akan terlihat lebih jelas oleh penderita miopia. Oleh karena itu, koreksi dilakukan hingga huruf di atas warna hijau sama jelasnya dengan huruf di atas warna merah.

6. Uji Dominan Mata

Uji dominan mata adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui mata yang dominan pada anak. Hal ini dapat diketahui dengan menutup salah satu mata, kemudian mata lainnya. Interpretasinya ialah ketika anak menggerakkan kepalanya saat salah satu mata ditutup, maka mata yang ditutup adalah mata dominan.

7. Uji *Crowding Phenomena*

Uji *Crowding Phenomena* merupakan pemeriksaan menggunakan kartu Snellen yang akan dibaca dari huruf terbesar hingga huruf terkecil. Huruf pada kartu Snellen dibuka satu per satu atau huruf diisolasi. Kemudian, huruf yang diisolasi dibuka dan pasien diminta untuk membaca sebaris huruf yang sama. Jika terjadi penurunan ketajaman penglihatan dari huruf isolasi ke huruf dalam baris, dinyatakan bahwa adanya *crowding phenomena* pada mata pasien yang mengindikasikan pasien menderita ambliopia.

Selain pemeriksaan menggunakan kartu Snellen, ketajaman penglihatan juga dapat diperiksa secara objektif menggunakan autorefraktometer yang umum dilakukan pada klinik mata. Alat autorefraktometer berfungsi untuk mengidentifikasi tanda vital dan ukuran objektif dari kekuatan refraksi mata seorang individu. Alat ini secara rutin digunakan untuk menentukan derajat kacamata pasien. Alat autorefraktometer juga dapat menjadi titik awal yang cepat untuk pemeriksaan mata karena memberikan informasi rinci terkait anatomi dan geometrik mata seorang individu (Samanta et al., 2020).



Gambar 5. Penggunaan alat autorefraksi untuk mengevaluasi ketajaman penglihatan (Helveston et al., 2010)

2.2.3 Nilai Normal

Nilai normal dari ketajaman penglihatan adalah 20/20 atau 6/6. Ketajaman penglihatan 20/20 berarti seorang individu dinyatakan dapat melihat dengan jelas pada jarak 20 kaki dibandingkan dengan orang normal yang juga melihat dengan jelas pada jarak 20 kaki. Sedangkan, 6/6 berarti seorang individu dapat melihat dengan jelas pada jarak 6-meter sama dengan orang normal. Akan tetapi, menurut *American Optometric Association*, nilai ketajaman penglihatan tersebut tidak menjamin bahwa seorang individu memiliki visus yang sempurna. Nilai tersebut hanya menunjukkan ketajaman atau kejernihan penglihatan dari suatu kejauhan (*American Optometric Association*, 2021; Caltrider & Gupta, 2022).

2.3 Gangguan Ketajaman Penglihatan

Menurut *World Health Organization*, *The International Classification of Diseases* 11 pada tahun 2018 mengklasifikasikan gangguan penglihatan menjadi 2 kelompok, yaitu (*World Health Organization*, 2021):

1. Gangguan penglihatan jarak jauh yang terbagi menjadi:
 - Ringan: ketajaman penglihatan < 6/12 hingga 6/18
 - Sedang: ketajaman penglihatan < 6/18 hingga 6/60
 - Berat: ketajaman penglihatan < 6/60 hingga 3/60
 - Kebutaan: ketajaman penglihatan < 3/60
2. Gangguan penglihatan jarak dekat berarti ketajaman penglihatan dalam jarak dekat lebih buruk atau kurang dari N6 atau M.08 pada 40 cm.

2.3.1 Etiologi

Menurut *World Health Organization*, etiologi dari gangguan ketajaman penglihatan adalah sebagai berikut (*Ilyas & Yulianti*, 2019; *World Health Organization*, 2021):

1. Kelainan refraksi yang tidak dikoreksi

Kelainan refraksi yang tidak dikoreksi didefinisikan sebagai akuitas visual kurang dari 6/12 pada mata yang lebih baik, dengan peningkatan setidaknya 0.2 logMAR setelah refraksi (*Honawar*, 2019). Kelainan refraksi adalah kelainan pada media refraksi mata. Media refraksi mata terdiri atas kornea, aqueous humor, lensa,

badan kaca, dan tajamnya penglihatan juga dipengaruhi oleh panjang bola mata. Jika kelainan refraksi tidak dikoreksi, dapat menyebabkan gangguan penglihatan ringan dan sedang (Ilyas & Yulianti, 2019; World Health Organization, 2021). Kelainan refraksi yang tidak dikoreksi merupakan penyebab tersering gangguan penglihatan sedang hingga berat dan penyebab kedua paling sering untuk kebutaan. Prevalensi kelainan refraksi yang tidak dikoreksi dipengaruhi oleh faktor sosioekonomik, seperti usia, jenis kelamin, kelas atau tingkat sosioekonomik dan tingkat pendidikan (Anakjewu & Kizor-Akaraiwe, 2022).

2. Katarak

Katarak merupakan hasil dari proses degeneratif yang menyebabkan terjadinya kekeruhan pada lensa mata. Secara bahasa, katarak disebut sebagai penyakit yang mengakibatkan penglihatan seorang individu menjadi seperti tertutup air terjun akibat lensa yang keruh. Jika katarak tidak ditangani dengan baik, katarak dapat menyebabkan turunya ketajaman penglihatan hingga kebutaan yang biasanya terjadi pada usia lanjut. (Ilyas & Yulianti, 2019; World Health Organization, 2021). Katarak merupakan penyebab utama kehilangan penglihatan di seluruh dunia, dan dilaporkan sebanyak 20 juta orang mengalami kebutaan yang disebabkan oleh katarak. Faktor risiko perkembangan katarak antara lain peningkatan usia, riwayat merokok, hipertensi, penggunaan kortikosteroid jangka panjang, trauma okular, predisposisi genetik, miopia tinggi, penggunaan estrogen eksogen, peningkatan indeks massa tubuh, dan konsumsi alkohol (Rapuano, Stout & McCannel, 2021d).

3. *Age-related macular degeneration* (AMD)

Age-related macular degeneration atau makula degenerasi adalah kelainan pada mata yang mengakibatkan gangguan penglihatan. Kelainan ini terjadi secara progresif pada makula lutea yang terletak di bagian sentral retina yang menurunkan ketajaman penglihatan seseorang, terutama penglihatan sentral. (Ilyas & Yulianti, 2019; World Health Organization, 2021). AMD merupakan penyebab utama hilangnya penglihatan pada individu lansia pada negara berkembang, dan dilaporkan terjadi pada 10 - 13% dewasa berusia > 65 tahun di Amerika Utara, Eropa, Australia dan juga Asia. AMD merupakan tantangan medis dan juga

sosioekonomik karena memiliki dampak pada kualitas hidup pasien. Penelitian menunjukkan hubungan kuat antara usia dan kejadian AMD, yang merupakan hasil dari interaksi kompleks antara faktor metabolik, fungsional, genetik dan lingkungan. Proses multifaktorial ini menyebabkan perubahan pada struktur makular (koriokapiler, membran Bruch, epitel pigmentasi retinal dan fotoreseptor) yang menjelaskan manifestasi gejala AMD (Kniggendorf et al., 2020).

4. Glaukoma

Glaukoma didefinisikan sebagai kelompok neuropati optik progresif yang ditandai oleh tampakan melebarnya diskus optikus yang seringkali dideskripsikan sebagai *cupped*, bersama dengan hilangnya sel ganglion retina dan aksornya, yang kemudian dapat berakhir pada kehilangan penglihatan. Lokasi utama kerusakan pada glaukoma diperkirakan merupakan lamina kribosa pada mata. Faktor risiko kontinu perkembangan glaukoma adalah tekanan intraoptik (TIO), dimana pada pasien dengan glaukoma, TIO terlalu tinggi untuk fungsi dan pertahanan hidup sel ganglion retina. Glaukoma merupakan penyebab utama kebutaan yang ireversibel di seluruh dunia, pada tahun 2020 diperkirakan sebanyak 80 juta orang di seluruh dunia memiliki glaukoma, dan sebanyak 11.2 juta orang mengalami kebutaan bilateral (Rapunao, Stout & McCannel, 2021e).

5. Retinopati diabetik

Retinopati diabetik merupakan komplikasi mikrovaskular yang umum ditemukan pada pasien diabetes (Lin et al., 2021). Bila diabetes berlanjut akan terbentuk retinopati diabetik proliferasif. Pada retinopati diabetik ini, asupan oksigen dalam retina berkurang dan mengakibatkan terbentuknya pembuluh darah baru yang masuk ke dalam retina dan badan kaca dalam mata (Ilyas & Yulianti, 2019; World Health Organization, 2021). Kerusakan endotel vaskular, perkembangan mikroaneurisma dan titik-titik perdarahan intraretinal merupakan tanda patognomonik awal dari retinopati diabetik nonproliferasif. Seiring dengan perkembangan penyakit, terjadi vasokonstriksi dan oklusi kapiler yang menyebabkan kerusakan kapiler dan iskemi retinal. Pada tahap akhir retinopati

diabetik, terjadi hipoksia berat yang menyebabkan neurovaskularisasi, perdarahan vitreous dan *retinal detachment* (Lin et al., 2021).

6. Kekeruhan kornea

Kekeruhan kornea merupakan kelainan yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme pada kornea. Perlu diketahui bahwa kekeruhan kornea biasanya ditimbulkan oleh ulkus kornea yang telah sembuh. Jika kondisi ini tidak ditangani dengan baik, maka akan mengakibatkan kerusakan pada stroma kornea dan meninggalkan jaringan parut yang luas. Jaringan parut yang terbentuk akan mengganggu proses penglihatan seseorang yang selanjutnya menjadi faktor risiko terjadinya penurunan tajam penglihatan dan kebutaan. (Ilyas & Yulianti, 2019; World Health Organization, 2021).

7. Trakoma

Trakoma merupakan suatu bentuk konjungtivitis folikular kronik yang disebabkan oleh *Chlamydia trachomatis*. Penyakit ini banyak ditemukan di daerah dengan tingkat kebersihan yang kurang. Keluhan yang biasanya dirasakan pasien adalah fotofobia, gatal, berair, eksudasi, edema palpebra, kemosis konjungtiva bulbaris, dan hipertrofi papil. Selain itu, ada beberapa faktor penyulit trakoma, yaitu dapat ditemukan adanya enteropion, trikiasis, simblefaron, kekeruhan kornea, dan xerosis atau keratitis sika (Ilyas & Yulianti, 2019; World Health Organization, 2021). Trakoma dilaporkan menyebabkan kebutaan bilateral, dimana trakoma merupakan masalah kesehatan utama untuk populasi perempuan di pedesaan di India Utara, dengan insidensi trikiasis trakomatus stadium lanjut ditemukan pada 86 dari 1000 wanita, dan sebanyak 59.2% wanita tidak menerima pengobatan (Porth et al., 2019).

2.3.2 Faktor Risiko

1. Genetik

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor genetik bertanggung jawab atas kurang lebih 70% variasi gangguan refraksi yang menjadi penyebab utama terbanyak terjadinya gangguan tajam penglihatan. Beberapa lokus telah diidentifikasi sebagai penyebab terjadinya gangguan refraksi. Namun, penelitian menunjukkan

varian genetik terkait beberapa kelainan refraksi dapat berbeda antar-keluarga dan kelompok etnis yang berbeda (Cooper, 2018).

Penelitian longitudinal berbasis populasi menunjukkan risiko miopia meningkat pada anak-anak dengan miopia pada kedua orang tua dibandingkan dengan miopia pada salah satu atau tidak keduanya. Penelitian kembar klasik, penelitian asosiasi *genome-wide* (GWAS), dan penelitian epigenetik mulai dikembangkan untuk menganalisis peran gen dalam perkembangan miopia (atau gangguan refraksi). Penelitian GWAS telah mengidentifikasi setidaknya 30 loci rentan yang berbeda yang dikaitkan dengan myopia dan/atau gangguan refraksi. Kesimpulan dari penelitian-penelitian GWAS diperoleh bahwa variasi genetik keseluruhan bertanggung jawab pada kurang dari 12% variasi pada gangguan refraksi (Harb & Wildsoet, 2019).

2. Jenis Kelamin

Beberapa penelitian menyatakan bahwa perempuan lebih mudah untuk mengalami gangguan tajam penglihatan hingga kebutaan daripada laki-laki. Hal ini utamanya disebabkan oleh adanya perubahan hormon yang signifikan pada setiap fase kehidupan seorang perempuan seperti hamil, penggunaan pil KB, dan juga menopause (Aninye et al., 2021). Penelitian retrospektif lain oleh Wajuihian dan Mashige pada tahun 2021 melaporkan bahwa hubungan antara jenis kelamin dengan gangguan refraktif bergantung pada jenis gangguan refraktif yang dialami oleh pasien. Pada populasi laki-laki, prevalensi miopia didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan perempuan, sedangkan pada hiperopia didapatkan dominasi jenis kelamin perempuan. Penemuan dominasi perempuan dengan hiperopia dapat disebabkan oleh perubahan aktual pada refraksi mata yang menua, yang kemudian dikaitkan dengan penurunan kurvatura lensa dan kornea atau penurunan panjang aksial bola mata (Wajuihian & Mashige, 2021).

3. Penggunaan Internet

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan internet dengan *mobile gadget* meningkatkan risiko anak-anak hingga dewasa muda untuk mengalami gangguan tajam penglihatan (Wang et al., 2020). Hal tersebut dikarenakan adanya paparan *blue light* dalam cahaya yang dikeluarkan oleh *mobile gadget* yang digunakan. Penglihatan

seorang individu dapat terganggu akibat paparan *blue light*. *Blue light* menembus mata lebih dalam daripada sinar warna lainnya sehingga dapat menyebabkan kerusakan hingga struktur mata yang lebih dalam, seperti perubahan pada jaringan retina, termasuk daerah makula (Ford, 2016).

Namun, penggunaan internet ini tidak dapat dihindari, terutama setelah terjadinya pandemi COVID-19. Sejak awal pandemi COVID-19, sebagian besar masyarakat terpaksa harus melakukan hampir seluruh kegiatan sehari-harinya dari rumah. Hal ini menuntut masyarakat untuk menggunakan *gadget* dengan layar yang memancarkan *blue light* secara terus-menerus sehingga meningkatkan risiko terjadinya gangguan tajam penglihatan dalam masyarakat luas (Kresna & Ahyar, 2020; Sultana et al., 2020; Wai WONG et al., 2020).

4. Edukasi dan Tingkat Kecerdasan

Edukasi dikaitkan sebagai faktor risiko perkembangan miopia dilaporkan oleh penelitian yang mendapatkan korelasi yang kuat untuk gangguan refraksi pada saudara dibandingkan dengan orang tua, yang kemudian mendorong kemungkinan faktor lingkungan pada perkembangan miopia. Penelitian oleh Mirshahi et al. pada tahun 2014 menunjukkan adanya hubungan antara tingkat edukasi dan perkembangan miopia. Dampak tingkat pendidikan diperoleh paling tinggi pada populasi Asia Timur, khususnya etnis China Singapore (koefisien $\beta = 1,09$) dibandingkan dengan populasi Eropa (koefisien $\beta = 0,49$). Tingkat kecerdasan atau *Intelligent Quotient* (IQ) juga dihubungkan dengan perkembangan miopia, namun hasil penelitian antara IQ dan miopia memiliki hasil yang berbeda-beda (Harb & Wildsoet, 2019).

5. Pekerjaan jarak dekat

Faktor miopiagenik yang berkontribusi pada perkembangan miopia seringkali dihubungkan dengan membaca dan juga aktivitas jarak dekat lainnya. Jumlah pekerjaan jarak dekat, akurasi akomodasi (sumber dari kesalahan fokus), kebiasaan jarak bekerja, dan kebiasaan pandangan semua dapat berkontribusi pada risiko perkembangan miopia. Penelitian oleh Huang et al. pada tahun 2015, didapatkan tidak ada perbedaan yang bermakna antara miopia dan non-miopia dalam jumlah waktu (rerata jam) yang diluangkan pada aktivitas jarak dekat (membaca, menonton televisi,

belajar, bermain game) ketika dibandingkan (rerata perbedaan diperkirakan < 30 menit) (Harb & Wildsoet, 2019).

Peningkatan keterlambatan akomodatif atau kurangnya akomodasi (untuk target jarak dekat) diduga menjelaskan risiko pekerjaan jarak dekat pada perkembangan miopia, dimana pada keterlambatan akomodatif, retina akan mengalami defokus hiperopia yang kemudian memicu peningkatan elongasi bola mata (miopia) pada mata beberapa spesies binatang ketika dikenakan pada mata normal dengan lensa defokus. Beberapa bukti yang mengindikasikan hubungan antara keterlambatan akomodasi dan perkembangan miopia dapat diamati pada: 1) penambahan lensa progresif yang digunakan sebagai terapi kontrol miopia didapatkan lebih efektif pada pasien dengan keterlambatan akomodasi yang besar dan esoforia jarak dekat, dan 2) tambahan lensa jarak dekat dengan prisma di dalamnya untuk mengurangi kebutuhan akomodasi dan konvergensi didapatkan lebih efektif untuk mengontrol progresif miopia pada anak-anak dengan keterlambatan akomodasi rendah (< 1,01 D) dibandingkan dengan penggunaan lensa adisi saja (Harb & Wildsoet, 2019).

2.3.3 Jenis-jenis Gangguan Ketajaman Penglihatan Berdasarkan Kelainan Refraksi

1. Miopia (Rabun Jauh)

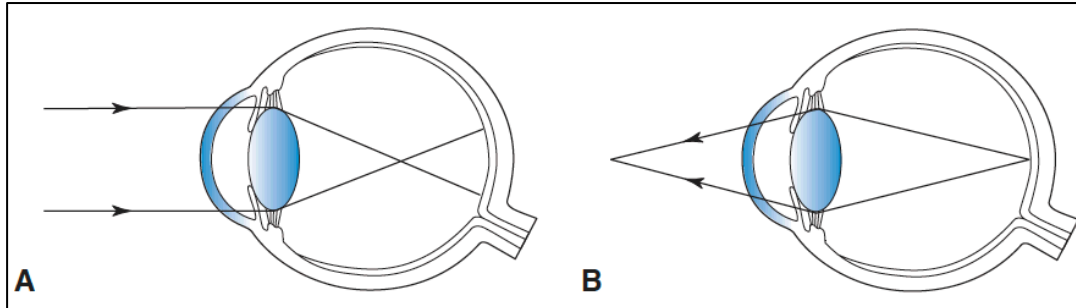
Miopia adalah kelainan refraksi yang umum ditemukan dengan karakteristik penglihatan yang kabur dalam melihat benda dari kejauhan. Umumnya, miopia disebabkan oleh perubahan panjang bola mata yang tidak normal yang mengakibatkan bayangan bias yang masuk ke dalam mata jatuh di depan fotoreseptor retina. Penyebab yang mendasari terjadinya belum diketahui secara pasti (Carr & Stell, 2017).

Miopia juga diartikan sebagai kelainan refraksi yang disebabkan oleh kekuatan refraksi mata yang terlalu kuat terhadap panjang bola mata. Kejadian miopia yang paling sering ditemukan adalah miopia akibat pemanjangan bola mata, terutama pada rongga vitreous. Hal tersebut terjadi karena adanya proses remodeling dari kolagen sklera (Juanarta et al., 2021).

Miopia dapat didefinisikan berdasarkan kualitatif ataupun secara kuantitatif. Secara kualitatif, miopia didefinisikan sebagai gangguan refraksi dimana sinar paralel

terhadap aksis optik yang masuk ke dalam mata bertemu pada titik fokus di depan retina tanpa akomodasi. Jenis miopia lainnya yang dikenal antara lain miopia aksial, refraktif dan sekunder. Miopia aksial merupakan kondisi refraktif miopia yang utamanya disebabkan oleh peningkatan panjang aksial yang melebihi normal, miopia refraktif merupakan kondisi refraktif miopik yang dapat disebabkan oleh perubahan dalam struktur atau lokasi struktur yang membentuk gambar di mata (kornea dan lensa), sedangkan miopia sekunder merupakan kondisi refraktif miopik dimana penyebab spesifik tunggal dapat diidentifikasi untuk perkembangan miopia, seperti obat-obatan, penyakit kornea ataupun sindrom klinis sistemik (Flitcroft et al., 2019).

Secara kuantitatif, miopia didefinisikan sebagai kondisi dimana kesalahan refraktif mata sferis ekuivalen $\leq - 0,50$ D tanpa akomodasi mata. Miopia rendah merupakan kondisi dimana kesalahan refraktif mata berkisar antara $\leq - 0,50$ D hingga $> - 6,00$ D, miopia tinggi merupakan kondisi dimana kesalahan refraktif mata $\leq - 6,00$ D, dan pre-miopia merupakan kondisi refraktif mata dengan $\leq + 0,75$ D dan $> - 0,50$ D pada anak-anak (Flitcroft et al., 2019).

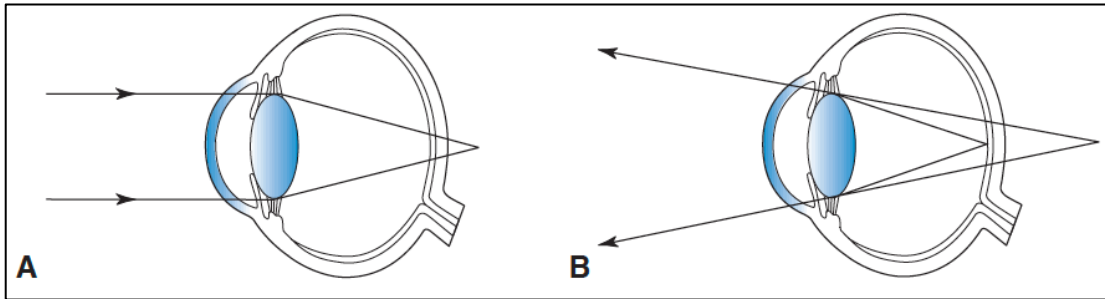


Gambar 6. Miopia pada mata tidak berakomodasi. A: fokus sinar paralel jatuh di depan retina, B: sinar cahaya yang dipancarkan dari titik di retina berfokus pada titik jauh di depan mata, di natara infinity optikal dan kornea (Rapuano, Stout & McCannel. 2021b).

2. Hipermetropia (Rabun Dekat)

Hipermetropia atau hiperopia merupakan kelainan refraksi dimana mata memfokuskan cahaya yang datang dari jarak tak terhingga di belakang retina tanpa adanya akomodasi. Oleh karena itu, pasien dengan hipermetropia akan mengalami penglihatan kabur dalam melihat benda dari jarak dekat. Hipermetropia dapat disebabkan oleh perubahan panjang axis bola mata yang menjadi lebih pendek, kornea

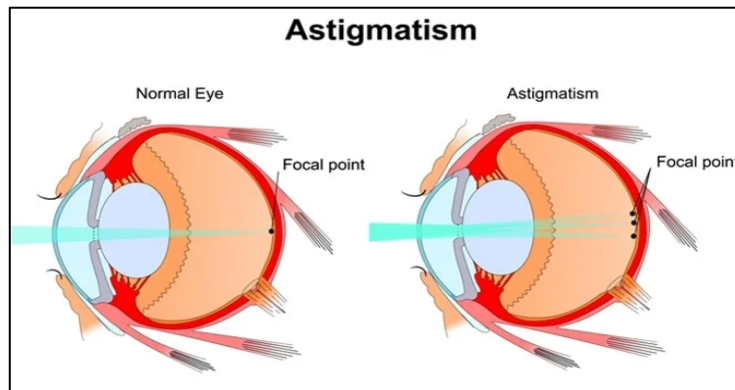
atau lensa yang menjadi lebih datar, peningkatan indeks refraktif dari lensa secara bertahap, dan lain-lain (Majumdar & Tripathy, 2022).



Gambar 7. Hipermetropia pada mata tidak berakomodasi. A: fokus sinar paralel jatuh pada belakang retina, B: sinar cahaya yang dipancarkan dari titik di retina bersifat divergen ketika keluar dari mata (Rapuano, Stout & McCannel. 2021b).

3. Astigmat

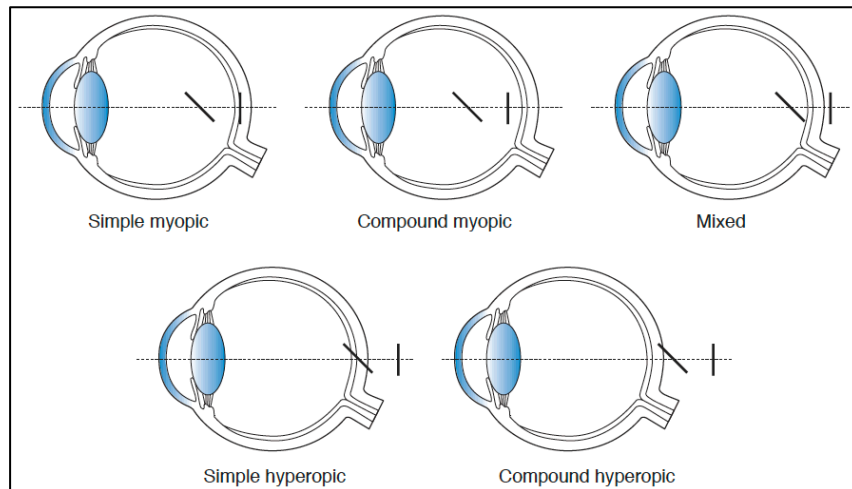
Astigmat adalah keadaan dimana kornea atau lensa memiliki bentuk yang tidak beraturan yang menyebabkan cahaya untuk sulit fokus dengan baik pada retina. Selain itu, mata juga kesulitan dalam memfokuskan cahaya ke satu titik. Maka dari itu, pasien dengan astigmat akan merasakan penglihatan kabur dari jarak berapapun. Astigmat biasanya diturunkan secara genetik dan terjadi sejak lahir, atau akibat operasi mata yang dapat meningkat atau menurun seiring bertambahnya usia (*Astigmatism* | AOA, n.d.).



Gambar 8. Perbedaan mata normal (kiri) dan mata astigmat (kanan) (*Astigmatism* | *Eye Specialists of Illinois* | Park Ridge, IL, n.d.)

Normalnya, cahaya dari satu titik objek tunggal direfraksikan untuk membentuk 2 garis fokal yang saling tegak lurus satu dan yang lain. Masing-masing

mata astigmatik dapat diklasifikasikan dengan orientasi dan posisi relatif garis-garis fokal ini. Jika 1 garis fokal terletak di depan retina, dan 1 nya pada retina, kondisi ini diklasifikasikan sebagai astigmatisme miopia sederhana. Jika kedua garis fokal terletak di depan retina, maka kondisi ini dinamakan astigmatisme miopia kompositus. Jika pada mata yang tidak berakomodasi, 1 garis fokal terletak di belakang retina dan 1 nya terletak di retina, maka astigmatisme tersebut diklasifikasikan sebagai astigmatisme hiperopia sederhana. Jika kedua garis fokal terletak di belakang retina, maka diklasifikasikan sebagai astigmatisme miopia kompositus. Jika pada kondisi tidak terakomodasi, satu garis fokal terletak di depan retina, dan 1 nya di belakang retina, kondisi ini dinamakan sebagai astigmatisme campuran (Rapuano, Stout & McCannel. 2021c).



Gambar 9. Jenis astigmatisme (Rapuano, Stout & McCannel. 2021c).

Orientasi dari garis fokal merefleksikan meridian paling kuat dan paling lemah dari net kekuatan refraksi permukaan refraksi segmen anterior (kornea dan lensa). Oleh sebab itu, aksis ini dikenal sebagai aksis utama (*principle axes*). Jika aksis utama astigmatisme memiliki orientasi yang konstan pada setiap titik di seluruh pupil, maka jumlah astigmatisme serupa pada setiap titik, dan kondisi ini dikenal sebagai astigmatisme regular. Astigmatisme regular dapat diklasifikasikan lebih lanjut sebagai astigmatisme sesuai aturan (*with-the-rule*) atau melawan aturan (*against-the-rule*). Pada astigmatisme sesuai aturan (lebih sering ditemukan pada anak-anak), meridian vertikal korneal paling curam (menyerupai bola rugby yang diposisikan pada bagian

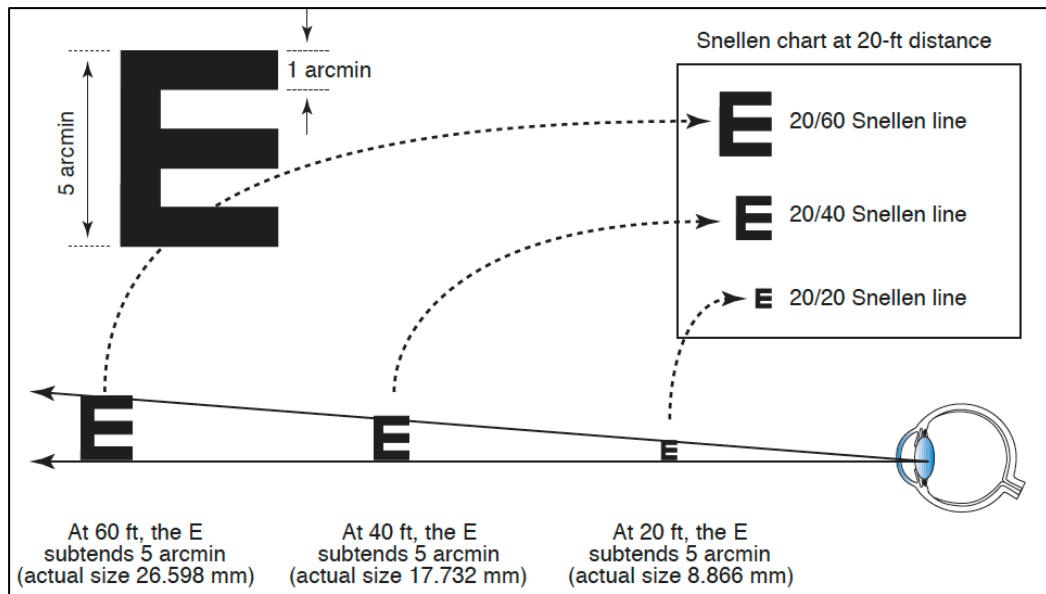
sampingnya), dan silinder koreksi plus diletakkan pada aksis silinder mendekati 90°. Pada astigmatisme melawan aturan (lebih sering ditemui pada orang dewasa), meridian horizontal paling curam (menyerupai bola rugby yang berdiri pada ujungnya), dan silinder koreksi plus sebaiknya diletakkan di aksis mendekati 180° (Rapuano, Stout & McCannel. 2021c).

Astigmatisme oblique merupakan astigmatisme reguler dimana meridian utama tidak terletak pada atau dekat sudut 90° ataupun 180°, namun lebih dekat pada sudut 45° dan 135°. Pada astigmatisme irreguler, orientasi dari meridian utama atau jumlah astigmatisme berubah dari satu titik ke titik lainnya di pupil. Meskipun meridian utama terletak pada 90° di setiap titik, meridian kornea secara keseluruhan tidak saling tegak lurus satu dan yang lainnya (Rapuano, Stout & McCannel. 2021c).

2.3.4 Diagnosis Gangguan Ketajaman Penglihatan

Diagnosis gangguan ketajaman penglihatan dapat ditegakkan dengan melakukan pemeriksaan mata yang komprehensif, seperti *Snellen chart* (Hennely, 2019). Akuitas visual *Snellen* diukur dengan menggunakan uji huruf atau target serupa (optotipe) yang disusun sedemikian rupa sehingga setiap optotipe secara keseluruhan berukuran 5 kali lebih besar dari setiap garis individual atau celah yang membentuk optotipe. Huruf dengan ukuran yang berbeda ditunjukkan oleh jarak dimana huruf tersebut membentuk sudut 5 arcmin (Rapuano, Stout & McCannel. 2021c).

Pemeriksaan akuitas visual dengan *Snellen chart* dilakukan dengan meminta pasien untuk melihat dan membaca huruf-huruf yang ada pada *Snellen chart*. Namun, jika pasien kesulitan dalam menyebutkannya, pasien dapat menunjuk ujung terbuka dari huruf tersebut. *Snellen chart* diletakkan kurang lebih 6 meter dari tempat pasien biasanya berada. Dalam pemeriksaan ini, kedua mata diperiksa secara bergantian dan sistematis membaca huruf dari yang paling atas (berukuran paling besar) hingga bagian paling bawah (berukuran paling kecil) dari diagram tersebut. Selama pemeriksaan berlangsung, pemeriksa dapat mengubah jarak antara pasien dengan diagram untuk melihat tingkat ketajaman mata pasien (Hennelly, 2019).



Gambar 10. Huruf *Snellen* dibangun agar dapat membentuk sudut 5 arcmin ketika diletakkan pada jarak tertentu dengan denominator (Rapuano, Stout & McCannel. 2021c)

Hasil pemeriksaan menggunakan *Snellen chart* berupa angka pecahan. Jika mata seorang individu diinterpretasikan dengan 6/6 atau 20/20 berarti mata individu tersebut dapat melihat huruf yang dilihat oleh individu dengan mata normal pada jarak yang sama. Hasil pemeriksaan dapat dipastikan kembali dengan melakukan *pinhole test*. Jika pasien mengalami gangguan penglihatan akibat gangguan refraksi, *pinhole* yang digunakan akan mengoreksi dan meningkatkan ketajaman visual pasien tersebut (Hennelly, 2019).

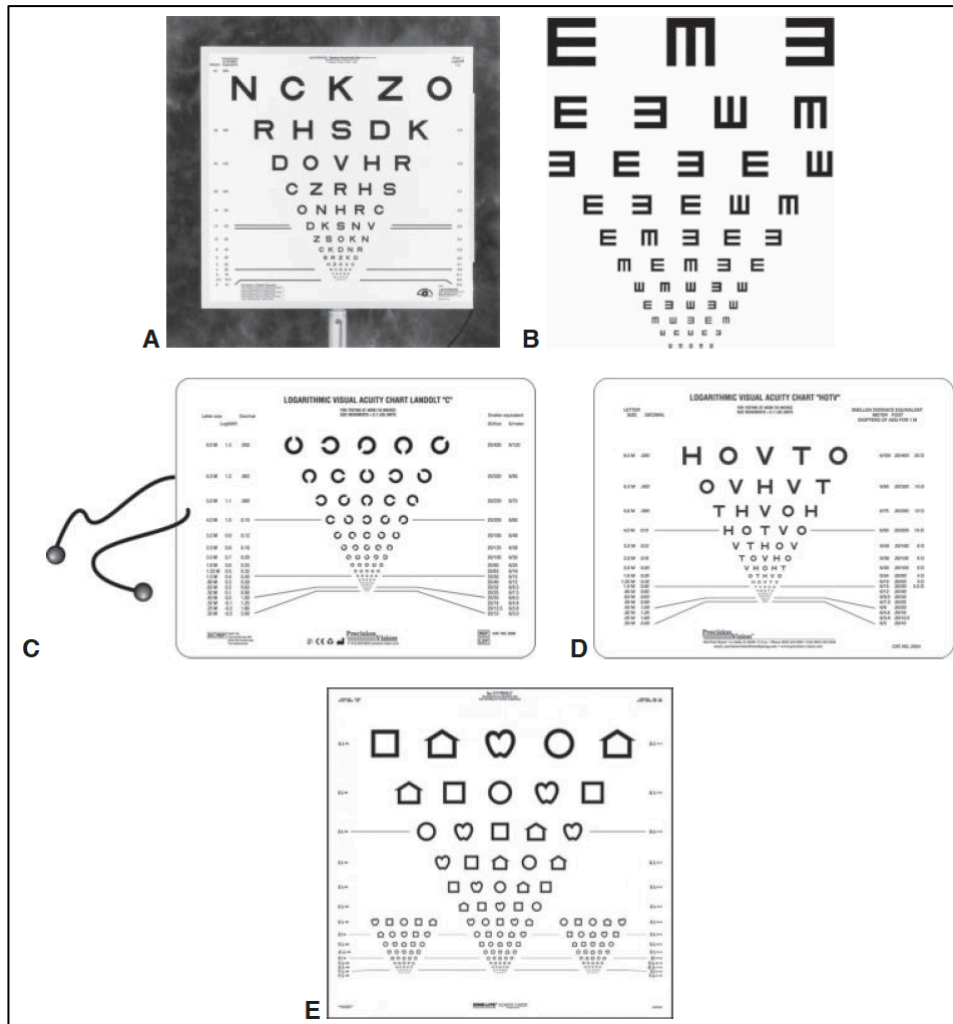
Tabel 2.2 Bagan konversi akuitas visual (Rapuano, Stout & McCannel. 2021c)

Fraksi Snellen			Notasi desimal (visus)	Sudut visual arcmin	LogMAR
Feet	Meter	Standar 4-meter			
20/10	6/3	4/2	2,00	0,50	- 0,30
20/15	6/4,5	4/3	1,33	0,75	- 0,12
20/20	6/6	4/4	1,00	1,00	0,00
20/25	6/7,5	4/5	0,80	1,25	0,10
20/30	6/9	4/6	0,67	1,50	0,18

20/40	6/12	4/8	0,50	2,00	0,30
20/50	6/15	4/10	0,40	2,50	0,40
20/60	6/18	4/12	0,33	3,00	0,48
20/80	6/24	4/16	0,25	4,00	0,60
20/100	6/30	4/20	0,20	5,00	0,70
20/120	6/36	4/24	0,17	6,00	0,78
20/150	6/45	4/30	0,13	7,50	0,88
20/200	6/60	4/40	0,10	10,00	1,00
20/400	6/120	4/80	0,05	20,00	1,30

Kurva lain dikembangkan dari *Snellen chart* dengan menggunakan optotipe yang berasal dari font yang lebih sederhana (*Sloan Letters*). *Sloan letters* terdiri atas huruf C, D, H, K, N, O, R, D, V dan Z. Alternatif dari optotipe bagi pasien dengan kebutuhan khusus adalah optotipe *tumbling E* dan Landolt C. Grafik gambar juga seringkali berguna untuk menilai akuitas visual pada pasien anak-anak (Rapuano, Stout & McCannel, 2021c).

Setelah diagnosis ditegakkan, derajat gangguan refraksi pasien dapat diukur menggunakan alat autorefraktometer. Autorefraktometer merupakan metode yang paling objektif (tanpa penilaian atau kerjasama pasien) untuk menilai kekuatan lensa mata dalam melakukan akomodasi hingga dihasilkan gambaran visual yang jelas. Kekuatan tersebut akan diukur dalam satuan dioptri (D) (Wati, 2018; Zelika et al., 2018).



Gambar 11. Bagan mata dengan optotipe alternatif. A: bagan akuitas visual yang dibuat oleh Lighthouse dengan optotipe dari *Sloan letters*, B: optotipe *tumbling E*, C: optotipe Landolt C, D: optotipe HOTV, E: simbol Lea (Rapuano, Stout & McCannel, 2021c).

2.3.5 Tatalaksana dan Tindakan Preventif

Dalam penanganan gangguan ketajaman penglihatan, terdapat beberapa jenis tatalaksana, yaitu:

1. Kacamata dan Lensa Kontak

Kacamata dan lensa kontak merupakan tatalaksana yang paling umum dilakukan pada pasien dengan gangguan penglihatan. Namun, jenis kacamata dan lensa kontak yang diberikan harus disesuaikan dengan jenis gangguan yang dialami oleh pasien. Pada pasien dengan miopia, diberikan kacamata sferis negatif terkecil

yang membantu memaksimalkan ketajaman penglihatan pasien. Pada pasien dengan hipermetropia, diberikan kacamata sferis positif terkuat atau lensa positif terbesar yang dapat memaksimalkan ketajaman penglihatan pasien. Sedangkan, pasien dengan astigmat dapat diobati dengan pemberian kacamata atau lensa silindris (Ilyas & Yulianti, 2019).

2. Medikamentosa

Terapi medikamentosa yang dapat digunakan untuk pasien dengan gangguan ketajaman penglihatan adalah tetes air mata buatan dan atropine. Tetes air mata buatan biasanya diberikan pada pasien dengan keluhan mata lelah. Sedangkan, atropine terbukti bermanfaat dalam mencegah progresivitas miopia (Ilyas & Yulianti, 2019). Penggunaan atropin untuk mengontrol miopia telah banyak diteliti, dimana atropin diduga bekerja melalui reseptor nikotinik pada otot silier. Atropin juga ditemukan memiliki dampak pada neurotransmitter retinal, koroid, epitel pigmen retina dan sklera. Penggunaan atropin 0,01% ditemukan memiliki efek yang signifikan pada ukuran pupil dan akomodasi mata dengan efek samping yang lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan atropin dosis 1%. Obat lain yang diteliti untuk mengontrol miopia adalah 7-metilxantine. 7-metilxantine merupakan antagonis reseptor adenosin nonselektif yang dapat meningkatkan diameter dan kandungan fibril kolagen pada sklera posterior serta meningkatkan ketebalan sklera posterior (Sankaridurg et al., 2018).

3. Pembedahan

Pembedahan yang paling umum dilakukan dalam penanganan gangguan ketajaman penglihatan adalah *Laser-Assisted In-situ Keratomileusis* (LASIK). LASIK biasanya diindikasikan pada pasien miopia, hipermetropia, dan astigmat dengan derajat yang cukup berat (Chuck et al., 2018).

Tindakan preventif yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya gangguan ketajaman penglihatan adalah menghindari faktor risiko yang dapat diubah, seperti penggunaan internet yang berlebihan. Selain itu, terapkan gaya hidup yang sehat, gunakan pelindung mata saat melakukan aktivitas di luar rumah, dan istirahatkan mata setiap 20 menit, dengan melihat jauh selama 20 detik, saat melakukan pekerjaan

menggunakan komputer atau melakukan aktivitas lainnya yang memerlukan fokus dalam jarak dekat (Centers for Disease Control and Prevention, 2021).

2.3.6 Komplikasi Gangguan Ketajaman Penglihatan

Gangguan ketajaman penglihatan yang tidak dikoreksi memiliki dampak yang cukup signifikan bagi individu yang mengalaminya serta orang dan lingkungan di sekitarnya. Hal tersebut dikarenakan gangguan yang terjadi dapat mengakibatkan komplikasi yang lebih lanjut. Beberapa komplikasi yang dapat ditimbulkan adalah sebagai berikut c:

1. Penurunan Kualitas Hidup

Gangguan ketajaman penglihatan dikaitkan dengan penurunan kualitas hidup. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ketidakpuasan dalam menjalani hidup yang kurang optimal, kondisi kesehatan yang tidak baik secara mental maupun fisik, dan aktivitas yang semakin hari semakin terbatas akibat peningkatan keparahan gangguan yang terjadi (Teutsch et al., 2016). Masalah-masalah kualitas hidup yang dilaporkan oleh pasien dengan miopia antara lain kualitas penglihatan secara keseluruhan yang menurun, dimana pasien tidak dapat mengamati dengan jelas atau dengan sempurna, penurunan dalam tingkat kenyamanan sehari-hari (perlunya mencari kacamata atau lensa kontak, perlu menggunakan obat tetes mata, risiko kehilangan atau kerusakan kacamata), gejala visual (pandangan buram, sensitivitas terhadap cahaya, pandangan ganda, sulit membedakan warna), gejala kenyamanan okular (kekeringan, berair, terasa seperti berpasir, rasa gatal, rasa terbakar, nyeri, rasa lelah pada mata), keterbatasan aktivitas sehari-hari (menonton, membedakan wajah pada jarak jauh, menjadi objek tertentu, memasak, melakukan pekerjaan manual yang detail), dan masalah pada sosial serta emosional pasien (Sankaridurg et al., 2021).

2. Mobilisasi dan Jatuh

Kemampuan melihat sangatlah penting dalam proses mobilisasi. Gangguan pada penglihatan, termasuk penurunan ketajaman penglihatan, dapat membuat seorang individu kesulitan dalam menavigasi sebuah ruangan, apalagi melakukan aktivitas, seperti berjalan atau naik maupun turun tangga. Oleh karena itu, individu

dengan gangguan penglihatan juga rentan untuk mengalami jatuh yang selanjutnya dapat mengakibatkan fraktur pada individu tersebut (Teutsch et al., 2016). Penelitian oleh Lee et al. pada tahun 2020 ditunjukkan bahwa populasi dengan gangguan refraksi mata yang tidak dikoreksi akan cenderung lebih lemah (*frail*) dibandingkan dengan populasi normal. Gangguan penglihatan dikaitkan dengan luaran kesehatan yang lebih buruk, seperti peningkatan insidensi jatuh dan fraktur, serta mortalitas. Lemah yang dimaksud pada penelitian ini antara lain tingkat ketahanan (*endurance*) ataupun energi yang rendah, kelemahan dalam beraktivitas, aktivitas fisik yang rendah, penurunan berat badan yang tidak diinginkan ≥ 10 lb atau $\geq 5\%$ (Lee et al., 2020).

3. Fraktur

Gangguan penglihatan terbukti berkaitan dengan peningkatan risiko terjadinya patah tulang. Individu dengan ketajaman penglihatan yang buruk memiliki potensi dua kali lebih besar untuk mengalami fraktur dibandingkan dengan individu yang memiliki ketajaman penglihatan yang lebih baik (Teutsch et al., 2016).

4. Gangguan pada Kesehatan Mental

Individu dengan gangguan penglihatan memiliki kecenderungan yang lebih tinggi untuk mengalami depresi, kecemasan, dan masalah psikologis lainnya. Hal ini dikaitkan dengan adanya keterbatasan secara fungsional dan afektif. Namun, hubungan antara kedua variabel ini belum diketahui dengan jelas (Teutsch et al., 2016). Penelitian oleh Owsley et al pada tahun 2007 melaporkan peningkatan kualitas hidup terkait kesehatan, khususnya bidang penglihatan, dan juga penurunan gejala-gejala depresi pada populasi lansia ketika diberikan kacamata untuk menangani gangguan penglihatan yang dialaminya. Terdapat beberapa manfaat psikologis yang dicapai dengan intervensi penglihatan pada penelitian ini, termasuk kesulitan psikologis (rasa khawatir, frustrasi, dan tidak senang), peningkatan interaksi sosial, dan penurunan gejala depresi (Owsley et al., 2007).

5. Gangguan Kognitif

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gangguan kognitif berkembang lebih cepat pada individu dengan gangguan penglihatan daripada individu dengan

penglihatan yang normal. Akan tetapi, mekanisme yang mendasari hubungan antara keduanya belum diketahui dengan jelas. Salah satu kemungkinannya adalah gangguan penglihatan yang terjadi memberikan efek negatif dalam proses kognitif, seperti hambatan pada aktivitas-aktivitas yang dapat merangsang kemampuan kognitif (Teutsch et al., 2016). Penelitian sebelumnya menunjukkan hubungan antara peningkatan pekerjaan jarak dekat dengan miopia, dimana tekanan pendidikan dikaitkan dengan peningkatan prevalensi miopia. Penelitian mengenai dampak antara miopia pada tingkat performa siswa di sekolah masih dalam tahap penelitian, namun penelitian di China yang membandingkan performa akademik pada siswa dengan miopia sebelum dan setelah diberikan koreksi akuitas visual, mendapatkan bahwa terdapat peningkatan performa akademik setelah koreksi akuitas visual. Defisit penglihatan pada anak memiliki dampak negatif dalam tingkat atensi, ketekunan, performa akademik anak, dan dapat menyebabkan stres psikososial (Sankaridurg et al., 2021).

2.4 Aplikasi *PEEK Acuity*

Aplikasi *Portable Eye Examination Kit (PEEK) Acuity* merupakan aplikasi *smartphone* yang diluncurkan pada sistem android. Aplikasi ini digunakan untuk pengukuran ketajaman penglihatan. Aplikasi *PEEK Acuity* didesain mengikuti standar kartu ETDRS dengan tampilan notasi *Snellen metric* (6/6) dan imperial (20/20) atau satuan LogMAR. Aplikasi *PEEK Acuity* menampilkan huruf E ukuran 5X5 dengan empat orientasi arah, yaitu dalam derajat 0°, 90°, 180°, 270° (Evani et al., 2019).

Awalnya *PEEK Acuity* ini digunakan sebagai alat skrining akuitas visual dengan modalitas *smartphone* yang dapat diakses pada area pendapatan rendah dan memiliki angka positif palsu untuk rujukan yang rendah. Aplikasi yang dapat diunduh secara gratis ini memiliki sensitivitas serta spesifisitas yang tinggi, yaitu sebesar 85% dan 98%, ketika digunakan untuk menguji akuitas visual. Namun, ketika diaplikasikan pada populasi anak-anak, aplikasi ini dilaporkan hanya memiliki 48% sensitivitas dan 83% spesifisitas, dan dianggap cenderung menaksir lebih tinggi kemampuan akuitas visual pasien (Venecia et al., 2018).

PEEK Acuity hanya dapat mengukur akuitas visual jarak jauh dan tidak mengukur akuitas visual jarak dekat. Aplikasi berbasis bahasa Inggris ini dilaporkan dapat digunakan pada pasien dewasa dan juga anak-anak berusia diatas 6 tahun. Untuk hasil yang akurat, aplikasi *PEEK Acuity* harus dilakukan oleh 2 orang, 1 orang yang bertindak sebagai pemeriksa dan 1 orang sebagai pasien. Sebelum menggunakan aplikasi ini, pengguna harus mengkalibrasikan alatnya secara manual sebelum pemeriksaan. Pemeriksa harus menggunakan penggaris dengan skala milimeter untuk dapat mengkalibrasikan alatnya (*PEEK Acuity*, 2021).



Gambar 12. Aplikasi *PEEK Acuity* yang dipegang di depan grafik E "tumbling"
(*PEEK Acuity*, 2021)

Pemeriksaan menggunakan aplikasi *PEEK Acuity* dapat dilakukan dalam jarak 2 – 3 meter. Selama proses pemeriksaan, pasien diminta untuk menunjuk arah sesuai dengan arah terbukanya huruf E tersebut. Lalu, pemeriksa akan menggeser layar sesuai dengan arah yang ditunjuk oleh pasien. Selain itu, aplikasi *PEEK Acuity* juga menyediakan alternatif standar lainnya, yaitu “*count fingers*”, “*hand movement*”, dan “*light perception*” (Bastawrous et al., 2015a).

Pada penelitian uji klinis terandomisasi yang dilakukan di India, aplikasi *PEEK Acuity* dikombinasikan dengan aplikasi simulator penglihatan yang meniru keburaman visual dari kesalahan refraktif yang tidak diperbaiki (*uncorrected refractive error* [uRE]), yaitu *PeekSim*, dan kombinasi ini disebut sebagai *Peek Solutions*. Gambar yang diperoleh dari aplikasi *PeekSim* dapat dicetak untuk membandingkan antara hasil akuitas visual yang diperoleh dari *PEEK Acuity* dengan penglihatan pada akuitas visual normal (20/20) (Morjaria et al., 2020).



Gambar 13. Contoh gambar *PeekSim*. Kiri: tiruan keburaman penglihatan akibat kesalahan refraktif yang tidak diperbaiki, Kanan: penglihatan dengan akuitas visual normal. (Morjaria et al., 2020)