

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Anatomi Mata

Mata merupakan organ yang digunakan manusia untuk melihat serta memiliki struktur yang kompleks. Secara umum mata akan bekerja untuk mengumpulkan, memfokuskan, serta mengubah cahaya dan diteruskan melalui sarap optik hingga sampai ke otak dan berakhir dengan kita dapat melihat (Khurana et al., 2019) Terdapat pembagian mata secara umum, yaitu :

1. Luar mata

Berfungsi untuk proses penglihatan serta melindungi bagian mata dalam. Kornea memiliki peran penting dalam memfokuskan cahaya yang masuk ke mata, kemudian terdapat bagian iris yang berguna untuk mengatur cahaya masuk dengan cara mengatur pembesaran maupun pengecilan dari pupil sehingga cahaya yang masuk dapat optimal ke mata dan diteruskan ke lensa untuk diatur kembali fokus pada objek.

Permukaan mata dan permukaan bagian dalam kelopak mata ditutupi oleh selaput bening yang disebut konjungtiva. Air mata melumasi mata dan terdiri dari tiga lapisan. Ketiga lapisan ini disebut sebagai lapisan film air mata. Lapisan lendir dibuat oleh konjungtiva. Bagian air mata yang encer dibuat oleh kelenjar lakrimal. Kelenjar lakrimal mata terletak di bawah tepi luar alis (jauh dari hidung) pada rongga mata. Kelenjar meibom membuat minyak yang menjadi bagian lain dari lapisan air mata. Air mata mengalir dari mata melalui saluran air mata. Terdapat lapisan paling luar, yaitu kornea dengan lapisan jernih berbentuk cembung (Cougnaud-Gregoire et al., 2023).

Cahaya difokuskan ke mata melalui bagian berbentuk kubah transparan di bagian depan mata yang disebut kornea. Di belakang kornea

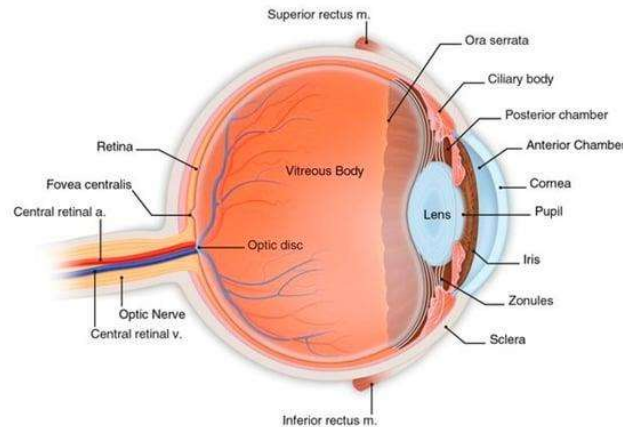
terdapat ruang berisi cairan yang disebut bilik mata depan. Cairan ini disebut *aqueous humor*. Mata secara konstan menghasilkan *aqueous humor*. Untuk menjaga tekanan intraokular tetap konstan, *aqueous humor* juga mengalir keluar mata melalui area yang disebut sudut drainase. Di belakang bilik mata depan terdapat iris (bagian mata yang berwarna) dan lubang tengah yang gelap, yaitu pupil. Otot iris mengontrol jumlah cahaya yang mencapai bagian belakang mata dengan cara melebarkan (memperluas) atau menyempitkan (menyempitkan) pupil. Lensa terletak tepat di belakang pupil. Lensa memfokuskan cahaya ke bagian belakang mata. Mengubah bentuk lensa memudahkan pemfokusan pada objek di sekitar. Kornea dan lensa berperan penting dalam membantu kita melihat dengan jelas dengan membantu memfokuskan cahaya yang masuk ke mata. Faktanya, 70% daya fokus mata berasal dari kornea dan 30% dari lensa (Lam et al., 2024a)

2. Belakang mata

Rongga yang terisi vitreous terletak di antara lensa dan bagian belakang mata. Cahaya difokuskan ke mata melalui kornea dan lensa dan melewati lensa ke retina – jaringan peka cahaya yang terletak di bagian belakang mata.

Bagian kecil namun sangat terspesialisasi di retina, yang disebut macula yang bertanggung jawab dalam penglihatan sentral yang detail. Bagian lain dari retina, yaitu retina perifer yang berfungsi sebagai penglihatan tepi (samping). Retina memiliki sel khusus yang disebut fotoreseptor. Sel-sel ini mengubah cahaya menjadi energi yang dikirim ke otak. Ada dua jenis fotoreseptor: sel batang dan sel kerucut. Sel batang dapat melihat dalam warna hitam dan putih dan memungkinkan penglihatan pada malam hari. Sedangkan, sel kerucut melihat warna dan memberikan penglihatan terpusat (detail). Retina mengirimkan cahaya dalam bentuk impuls listrik melalui saraf optik ke otak. Saraf optik terdiri dari jutaan serabut saraf yang mengirimkan impuls ini ke korteks visual – bagian otak

yang bertanggung jawab atas penglihatan kita (Lam et al., 2024b) (ZHANG et al., 2022).



Gambar 2. 1 Anatomi Mata

Sumber : American Academy of Ophtamology

2.1.2 Konjungtiva

Konjungtiva adalah jaringan bening yang menutupi bagian putih mata dan bagian dalam kelopak mata. Konjungtiva merupakan pelapis bagian depan bola mata (sklera) yang memiliki fungsi utama dalam melindungi serta menjaga kesehatan mata. Konjungtiva berfungsi dalam memproduksi air mata untuk melumasi mata serta membantu gerakan kelopak mata. Bukan hanya itu konjungtiva juga berperan dalam melindungi bagian mata dari infeksi bakteri, virus, hingga benda asing yang masuk ke mata sehingga mata terlindungi dari infeksi dan iritasi (Lam et al., 2024a) Konjungtiva terdiri dari dua lapisan, yaitu Lapisan epitel dan Lapisan Stroma. Lapisan epitel adalah lapisan yang paling luar dan terdiri dari sel-sel epitel. Lapisan epitel ini berfungsi untuk melindungi mata dari benda asing dan infeksi. Lapisan stroma adalah lapisan yang lebih dalam dan terdiri dari jaringan ikat. Lapisan stroma ini berfungsi untuk memberi nutrisi dan dukungan pada lapisan epitel (Greferath et al., 2024).

2.1.3 Kornea

Kornea merupakan lapisan paling depan pada bola mata dengan struktur yang jernih dan transparan. Kornea memiliki bentuk yang cembung

berupa lensa yang berfungsi dalam proses pembiasan cahaya yang di fokuskan ke mata. Hal penting yang harus diketahui dari struktur lapisan jernih dan transparan dari kornea yaitu fungsinya berperan untuk menerima cahaya yang masuk ke mata sehingga cahaya yang masuk dapat sampai ke lensa hingga retina(Cougnard-Gregoire et al., 2023)

Kornea terdiri dari lima lapisan, yaitu Epitel, Lapisan Bowman, Stroma, Membrana Descemet, dan Endotelium. Epitel adalah lapisan terluar yang terdiri dari sel-sel epitel. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi kornea dari benda asing dan infeksi. Lapisan Bowman adalah lapisan tipis yang terletak di bawah lapisan epitel. Lapisan ini berfungsi untuk memberikan dukungan pada lapisan epitel. Stroma adalah lapisan terluas dari kornea. Lapisan ini terdiri dari jaringan ikat yang transparan. Membrana Descemet adalah lapisan tipis yang terletak di bawah lapisan stroma. Lapisan ini berfungsi untuk memberikan dukungan pada lapisan stroma. Endotelium adalah lapisan terdalam dari kornea. Lapisan ini terdiri dari sel-sel endotel yang berfungsi untuk menjaga kelembaban iklim (ZHANG et al., 2022)

2.1.4 Iris

Iris merupakan membran sirkular dengan pupil yang berada pada bagian tengah. Untuk letaknya sendiri iris berada diantara kornea dan lensa dan berfungsi untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata dengan cara mengubah ukuran pupil. Pupil sendiri akan merubah perbesarannya sesuai dengan cahaya yang masuk ke dalam pupil, contohnya ketika cahaya terang terfokuskan ke mata maka pupil akan mengecil begitu sebaliknya ketika dalam kondisi gelap maka pupil akan membesar hal ini berguna untuk memfokuskan cahaya yang masuk ke mata. Pembesaran maupun pengecilan dari pupil ini dibantu oleh iris(ZHANG et al., 2022)

Warna mata yang berbeda-beda tiap, seperti hitam, cokelta, biru , hingga hijau merupakan kejadian dimana jumlah melanin yang terkandung pada iris. Dengan jumlah melanin yang berbeda-beda setiap orang akan

menyebabkan perbedaan warna pada mata seseorang (Greferath et al., 2024).

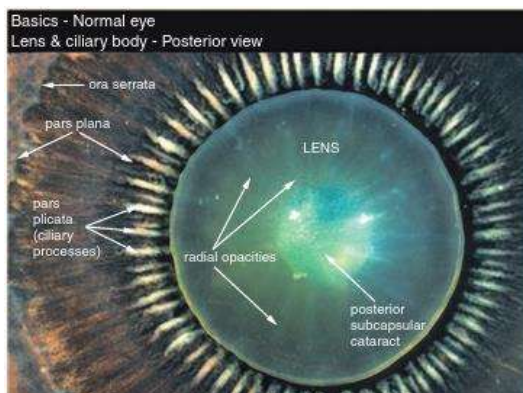
Iris terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan stroma dan lapisan otot. Lapisan stroma adalah lapisan yang lebih dalam dan terdiri dari jaringan ikat. Lapisan ini mengandung pigment yang memberikan warna pada mata. Lapisan otot adalah lapisan yang lebih luar dan terdiri dari otot-otot polos. Otot-otot ini berfungsi untuk mengatur ukuran pupil (Palkovits et al., 2018).

2.1.5 Lensa

Lensa dengan fungsi utama untuk mengubah fokus serta bentuk cahaya yang masuk ke retina dengan cara akomodasi dimana lensa akan menyesuaikan objek yang dilihat baik jarak dekat maupun jauh. Dalam keadaan objek yang jauh maka lensa akan berubah bentuk ukuran menjadi lebih datar dan tipis begitu sebaliknya ketika objek dalam keadaan dekat maka lensa akan berubah ukuran menjadi lebih tebal, proses ini dibantu oleh otot *zonula ciliaris*. Pada proses tersebut maka cahaya yang masuk ke retina akan lebih optimal dengan hasil akhir kita dapat melihat objek dengan jelas (Wang et al., 2022)

Lensa mata dapat membantu membuat bayangan yang tajam pada retina. Bayangan yang tajam ini penting untuk penglihatan yang jelas. Lensa mata juga membantu mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata. Ketika cahaya terang, lensa mata akan menjadi lebih pipih untuk mengurangi jumlah cahaya yang masuk ke mata. Sebaliknya, ketika cahaya redup, lensa mata akan menjadi lebih cembung untuk memungkinkan lebih banyak cahaya masuk ke mata (Wang et al., 2022).

Walaupun demikian lensa dapat mengalami perubahan sehingga menyebabkan penglihatan kabur. Hal ini disebabkan proses penuaan yang terjadi pada manusia yang menyebabkan terjadinya kekeruhan lensa seiring berjalannya waktu dan apabila tidak dilakukan pengobatan maka seseorang tidak dapat melihat dengan jelas. Fenomena ini disebut sebagai katarak (Elam et al., 2022).



Gambar 2. 2 Lensa Mata

Sumber : Ophtalmic Pathology, K.W. Sehu

2.1.6 Retina

Retina merupakan alat penglihatan bagian belakang mata yang terdiri dari jaringan saraf kompleks berisi sel-sel fotoreseptor. Retina memiliki sekitar 120 juta sel fotoreseptor. Sel fotoreseptor terdiri dari 2 yaitu sel batang yang berfungsi pada kondisi gelap sedangkan sel kerucut berfungsi pada keadaan terang. Sel fotoreseptor ini akan menangkap cahaya yang akhirnya akan diubah menjadi impuls listrik yang akan disampaikan melalui saraf optikus menuju otak. Selain sel fotoreseptor di retina juga memiliki sel-sel lainnya yang memiliki fungsi yang berbeda, yaitu sel bipolar dan sel ganglion yang akan bekerja untuk mengolah informasi yang ditangkap oleh mata sebelum dikirim ke otak melalui saraf optik. Retina tidak memiliki pembuluh darah. Retina mendapatkan nutrisi dan oksigen dari cairan mata (air mata) dan saraf optik (Elam et al., 2022).

2.1.7 Proses Melihat

Pada proses awal terjadinya seseorang dapat melihat objek dimulai dari masuknya cahaya yang kemudian masuk ke kornea. Cahaya yang masuk pada kornea akan difokuskan agar bayangan yang terbentuk nantinya di retina akan terlihat jelas. Setelah cahaya masuk ke kornea kemudian cahaya tadi difokuskan oleh pupil dengan bantuan iris yang dapat mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata sesuai dengan kondisi lingkungan yang gelap maupun terang (Palkovits et al., 2018). Cahaya yang

sudah difokuskan tadi kemudian menuju kebagian lensa, disini cahaya akan kembali difokuskan sebelum jatuh di retina. Ketika cahaya difokuskan pada lensa akan terjadi perubahan bentuk pada lensa sesuai dengan jarak objek yang kita lihat. Perubahan bentuk lensa ini berperan penting untuk memungkinkan mata dapat melihat objek dengan jelas meski dengan jarak yang berbeda (Khurana et al., 2019),

Ketika lensa sudah memfokuskan cahaya yang masuk, lalu cahaya menuju ke retina yang terletak pada bagian belakang bola mata. Pada retina cahaya yang masuk akan di atur oleh sel-sel fotoreseptor sesuai dengan keadaan gelap atau terang objek yang kita lihat. Cahaya yang sudah di atur oleh sel-sel fotoreseptor ini kemudian akan diubah menjadi impuls listrik yang nantinya akan di salurkan pertama kali dari saraf retina menuju saraf optikus. Impuls listrik yang ada pada saraf optikus ini akan di salurkan menuju otak khususnya pada daerah bagian visual korteks yang akhirnya akan membentuk gambar yang bisa kita lihat (Van Gelder et al., 2022).

2.1.8 Tajam Penglihatan

Tajam penglihatan merupakan kondisi mata mampu melihat objek dengan jelas tanpa adanya gangguan baik dengan jarak yang berbeda. Tajam penglihatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk cahaya yang difokuskan oleh kornea,iris, lensa hingga sampai ke retina dan diteruskan sampai ke otak yang kemudian akan di tangkap sebagai informasi visual yang kita lihat (Wang et al., 2022)

Seseorang dikatakan memiliki tajam penglihatan yang normal apabila seseorang dapat melihat dengan jelas pada jarak 6 meter. Jika seseorang tidak mampu melihat <6 meter maka seseorang tersebut memiliki penurunan ketajaman penglihatan yang disebabkan oleh berbagai masalah, seperti rabun jauh, rabun dekat, hingga katarak. Penyebab ini lah yang dapat mempengaruhi tajam penglihatan seseorang (Patadungan et al., 2021a)

Pemeriksaan tajam penglihatan dilakukan oleh dokter mata dengan menggunakan LogMAR chart. LogMAR chart adalah papan dengan huruf-huruf yang disusun dalam berbagai ukuran. Pasien akan diminta untuk membaca huruf-huruf pada LogMAR chart dari jarak tertentu. Jika pasien dapat membaca huruf-huruf pada baris teratas, maka tajam penglihatannya normal. Jika pasien hanya dapat membaca huruf-huruf pada baris terbawah, maka pasien mengalami kelainan refraksi, seperti rabun jauh atau rabun dekat(1960-10815-1-PB, n.d.)

2.1.9 Cahaya Gadget

Cahaya *gadget* merupakan cahaya yang dihasilkan dan dipancarkan melalui layer *gadget*, seperti gawai, tablet, laptop, dan lainnya. Paparan cahaya *gadget* yang terus menerus dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada mata ditambah dengan kemampuan mata dalam melihat cahaya dengan panjang gelombang sebesar 400 nm – 760 nm (*visible light*) yang secara terus mengakomodasi mata sehingga dapat menimbulkan risiko penurunan tajam penglihatan(Patadungan et al., 2021b)

2.1.10 Sinar High Energy Visible (heV)

Sinar high energy visibel (HEV) adalah jenis cahaya yang memiliki panjang gelombang pendek dan energi tinggi. Sinar HEV juga dikenal sebagai cahaya biru atau cahaya dekat ultraviolet (*near-ultraviolet light*).Sinar HEV dapat ditemukan di berbagai sumber, termasuk matahari, lampu LED, dan layar elektronik. Paparan sinar HEV dapat menyebabkan berbagai efek kesehatan, termasuk kekeringan mata, iritasi mata, mata lelah, gangguan tidur, penurunan ketajaman penglihatan, dan degenerasi macula (Devi Rahma et al., n.d.)

2.1.11 Reactive Oxygen Species (ROS)

Reactive oxygen species (ROS) adalah senyawa yang memiliki atom oksigen yang bermuatan elektron lebih. ROS terbentuk secara alami dalam tubuh sebagai hasil metabolisme sel. ROS juga dapat berasal dari lingkungan, seperti polusi udara dan sinar ultraviolet.

ROS memiliki peran penting dalam berbagai proses biologis, seperti komunikasi antar sel, regulasi gen, dan pertahanan tubuh terhadap infeksi. Namun, ROS juga dapat menyebabkan kerusakan pada sel dan jaringan, yang dapat berkontribusi pada berbagai penyakit, seperti kanker, penyakit jantung, dan penuaan.

Tubuh memiliki sistem pertahanan untuk menetralkan ROS. Sistem pertahanan ini terdiri dari enzim antioksidan, seperti superoksida dismutase, katalase, dan glutathion peroksidase. Enzim-enzim ini dapat mendegradasi ROS menjadi senyawa yang kurang reaktif.

Namun, jika produksi ROS terlalu tinggi atau sistem pertahanan tubuh tidak berfungsi dengan baik, maka dapat terjadi kerusakan pada sel dan jaringan. Kerusakan ini dapat berkontribusi pada berbagai penyakit, seperti kanker, penyakit jantung, dan penuaan (Dewa & Susilawati, n.d.)

2.1.12 Lipofuscin

Lipofuscin adalah pigmen kuning-coklat yang ditemukan di berbagai jaringan tubuh, termasuk hati, ginjal, jantung, otak, dan retina. Pigmen ini terdiri dari lipid, protein, dan logam, dan dianggap sebagai produk limbah dari metabolisme sel.

Lipofuscin terbentuk ketika sel-sel di tubuh memecah lipid dan protein. Residu dari proses ini kemudian dikemas ke dalam vesikel yang disebut lisosom. Lisosom adalah organel sel yang bertanggung jawab untuk memecah zat-zat berbahaya. Jika lisosom tidak dapat memecah residu lipid dan protein dengan benar, maka residu ini akan menumpuk dan membentuk lipofuscin. *Lipofuscin* dapat menyebabkan kerusakan pada sel, dan dapat berkontribusi pada berbagai penyakit.

Lipofuscin dapat dideteksi dengan berbagai metode, termasuk mikroskop cahaya, mikroskop elektron, dan biokimia. Penyebab lipofuscin bervariasi tergantung pada jenis jaringannya. Lipofuscin yang ditemukan di hati dan ginjal biasanya dikaitkan dengan penuaan. *Lipofuscin* yang ditemukan di jantung biasanya dikaitkan dengan penyakit jantung, dan *lipofuscin* yang ditemukan di otak biasanya dikaitkan dengan penyakit neurodegeneratif (Ilie et al., 2020).

2.1.13 Kelainan Refraksi

Kelainan refraksi merupakan kondisi ketidakmampuan lensa mata dalam memfokuskan cahaya yang masuk menuju retina hal ini menyebabkan penglihatan menjadi kabur atau buram. Kelainan refraksi sebagai berikut :

1. Rabun dekat (*myopia*)

Pada kondisi ini lensa mata terlalu cembung sehingga menyebabkan cahaya yang masuk pada retina jatuh didepan retina, sehingga ketika seseorang melihat pada jarak yang jauh terlihat kabur (Chen et al., 2019; Wang et al., 2022).

2. Rabun jauh (*hyperopia*)

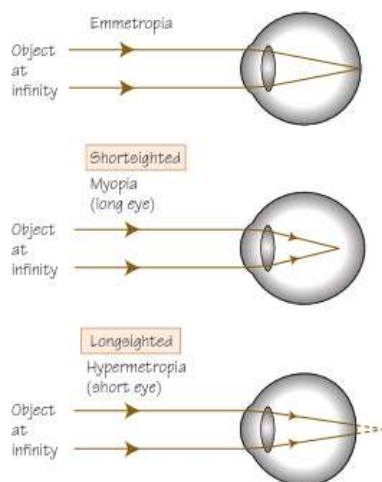
Pada kondisi ini lensa mata berbentuk datar sehingga cahaya masuk dan difokuskan dibagian belakang retina, sehingga ketika seseorang melihat pada jarak yang dekat terlihat kabur (Hall et al., 2022).

3. Astigmatisme

Pada kondisi ini lensa mata berbentuk tidak beraturan sehingga cahaya sulit difokuskan pada satu titik dan hal ini yang menyebabkan seseorang pandangannya kabur (Hani Rizki et al., 2021).

4. Presbiopia

Pada kondisi ini ensa mata kehilangan kemampuannya untuk fokus pada objek yang dekat. Hal ini terjadi secara alami seiring bertambahnya usia (Hani Rizki et al., 2021)



Gambar 2.3 Emmetropia, myopia, and hypermetropia

Sumber : Ophtalmology at a Glance

2.1.14 Pemeriksaan Visus

Pemeriksaan visus merupakan tes yang dilakukan untuk menilai tajam penglihatan seseorang dengan cara mengukur sejauh mana mata dapat melihat suatu objek dengan jelas dengan bantuan alat berupa *LogMAR chart* dengan jarak baca sejauh 6 meter. Pada *LogMAR chart* tersedia ukuran huruf atau angka dengan ukuran yang berbeda dan hasil pembacaan tersebut akan dihitung. Apabila seseorang mampu membaca normal maka orang tersebut memiliki nilai 0 (Hani Rizki et al., 2021)

Hasil pemeriksaan visus sangat membantu pemeriksa dalam mendiagnosis kelainan refraksi serta kelainan-kelainan lain yang terdapat pada mata. Hasil pemeriksaan visus juga dapat menegaskan diagnosis

serta Tindakan yang tepat untuk memperbaiki masalah mata (Taberner et al., 2020)



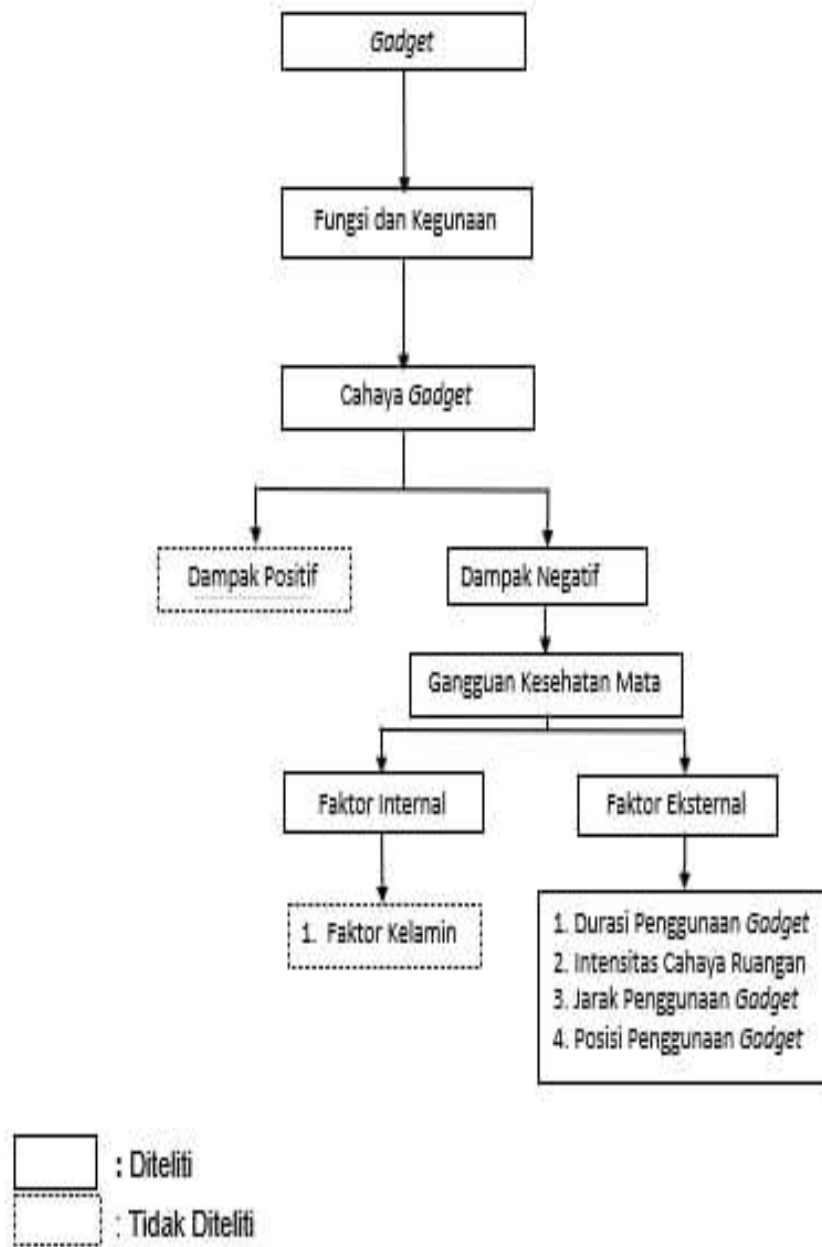
Gambar 2.4 LogMAR chart

Sumber : Ophtalmology at a Glance

2.1.15 Pemeriksaan Refraksi

Pemeriksaan refraksi berfungsi untuk penilaian kelainan yang terjadi pada mata dengan menggunakan bantuan berupa alat *phoropter* atau *autorefractor* yang berisi lensa dengan kekuatan lensa berbeda-beda. Prosedur pemeriksaan refraksi ini dilakukan dengan mengganti-ganti kekuatan lensa pada orang yang diperiksa sampai orang yang diperiksa dapat melihat objek dengan jelas. Pemeriksaan refraksi biasanya dilakukan pada seseorang melihat dengan pandangan kabur serta biasanya dilakukan untuk persepan kacamata yang akan digunakan pada orang rabun (Fauzi et al., 2016)

2.2 Kerangka Berpikir



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

2.3 Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah yaitu :

1. Hipotesis Nol (H_0): tidak terdapat pengaruh antara faktor risiko penggunaan *gadget* terhadap kesehatan mata pada Kadet Mahasiswa Program Studi Kedokteran Cohort 1,2, dan 3.
2. Hipotesis Alternatif (H_1): terdapat pengaruh antara penggunaan *gadget* terhadap kesehatan mata pada Kadet Mahasiswa Program Studi Kedokteran Cohort 1,2, dan 3.