

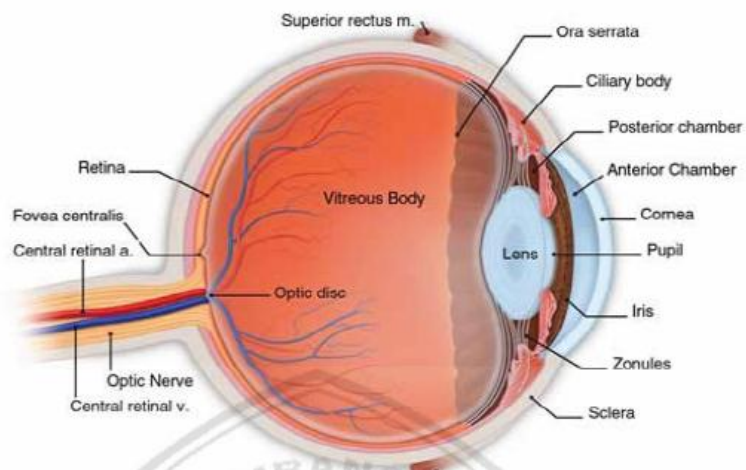
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi Bola Mata

Bola mata berbentuk bulat dengan panjang maksimal 24 mm. Bagian anterior bola mata mempunyai kelengkungan yang lebih cembung sehingga terdapat bentuk dengan dua kelengkungan berbeda.¹⁵

Bola mata dibungkus oleh tiga lapisan jaringan, yaitu lapisan sklera yang bagian terdepannya disebut kornea, lapisan uvea, dan lapisan retina. Di dalam bola mata terdapat cairan *aqueous humor*, lensa dan *vitreous humor*.¹⁵



Gambar 1. Anatomi Bola Mata¹⁸

2.1.1 Konjungtiva

Konjungtiva adalah membran mukosa yang transparan dan tipis yang membungkus permukaan posterior kelopak mata (konjungtiva palpebralis) dan permukaan anterior sklera (konjungtiva bulbaris). Konjungtiva berbatasan dengan kulit pada tepi palpebral dan dengan epitel kornea di limbus.¹⁹

2.1.2 Sklera

Sklera merupakan jaringan ikat yang lentur dan memberikan bentuk pada mata. Jaringan ini merupakan bagian terluar yang melindungi bola mata. Bagian terdepan sklera disebut kornea yang bersifat transparan yang memudahkan sinar masuk ke dalam bola mata.¹⁵

2.1.3 Kornea

Kornea adalah selaput bening mata, bagian selaput mata yang tembus cahaya dan merupakan lapisan jaringan yang menutup bola mata sebelah depan.¹⁵ Kornea ini disisipkan ke dalam sklera pada limbus, lekukan melingkar pada sambungan ini disebut *sulcus scleralis*.¹⁹

Kornea dewasa rata-rata mempunyai tebal 550 μm di pusatnya (terdapat variasi menurut ras); diameter horizontalnya sekitar 11,75 mm dan vertikalnya 10,6 mm.¹⁹

Dari anterior ke posterior kornea mempunyai lima lapisan, yaitu:¹⁵

1) Epitel

Tebal dari epitel ini adalah 50 μm . Epitel kornea mempunyai lima lapis sel epitel tak bertanduk yang terdiri dari sel basal, sel poligonal, dan sel gepeng.

2) Membran Bowman

Membran Bowman terletak di bawah membran basal epitel kornea yang merupakan kolagen yang tersusun tidak teratur seperti stroma dan berasal dari bagian depan stroma.

3) Stroma

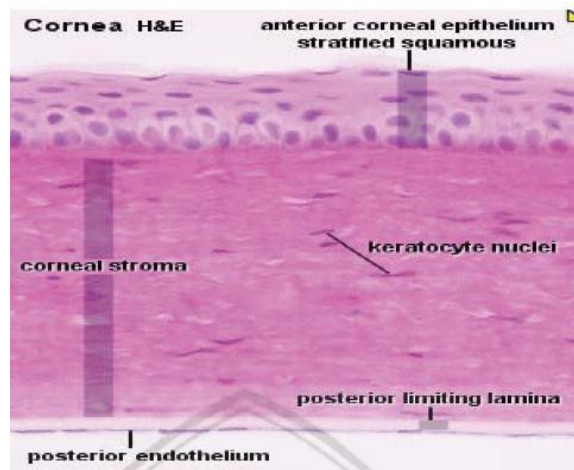
Stroma kornea menyusun sekitar 90% ketebalan kornea. Stroma terdiri atas lamel yang merupakan susunan kolagen yang sejajar satu dengan lainnya. Pada permukaan terlihat anyaman yang teratur sedang di bagian perifer serta kolagen ini bercabang.

4) Membran Descemet

Membran Descemet merupakan membran aselular dan merupakan batas belakang stroma kornea.

5) Endotel

Endotel berasal dari mesotelium, berlapis satu, berbentuk heksagonal, dan tebalnya 20-40 μm . Lapisan ini berperan dalam mempertahankan deturgesensi stroma kornea.



Gambar 2. Lapisan Kornea²⁰

2.1.4 Uvea

Uvea adalah lapisan vaskular di dalam bola mata dan dilindungi oleh kornea dan sklera yang terdiri dari tiga bagian, yaitu:

1) Iris

Iris merupakan perpanjangan badan siliar ke anterior mempunyai permukaan yang relatif datar dengan celah yang berbentuk bulat di tengahnya, yang disebut pupil. Iris mempunyai kemampuan untuk mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke dalam bola mata secara otomatis dengan mengecilkan (miosis) atau melebarkan (midriasis) pupil.¹⁹

2) Badan siliar

Badan siliar merupakan susunan otot melingkar yang berfungsi mengubah tegangan kapsul lensa sehingga lensa dapat fokus untuk objek dekat maupun jauh dalam lapang pandang.¹⁵ Badan siliar terdiri atas

zona anterior yang berombak-ombak, pars plicata (2 mm) yang merupakan pembentuk *aqueous humor*, dan zona posterior yang datar, pars plana (4 mm).¹⁹

3) Koroid

Koroid merupakan segmen posterior uvea terletak di antara retina dan sklerayang berisi pembuluh-pembuluh darah dalam jumlah besar, berfungsi untuk memberi nutrisi pada retina bagian terluar yang terletak di bawahnya.¹⁹

2.1.5 Lensa

Lensa adalah suatu struktur bikonveks, avaskular, tak berwarna, dan hampir transparan sempurna. Tebalnya sekitar 4 mm dan diameternya 9 mm. Di sebelah anterior lensa terdapat *aqueous humor*, di posteriornya terdapat *vitreous humor*.¹⁹

Kapsul lensa adalah suatu membran semipermeabel yang akan memperbolehkan air dan elektrolit masuk. Di sebelah depan terdapat selapis epitel subkapsular. Nukleus lensa lebih keras daripada korteksnya. Nukleus dan korteks terbentuk dari lamela konsentris yang panjang.¹⁹

Lensa ditahan di tempatnya oleh ligamentum suspensorium yang dikenal sebagai zonula Zinii, yang tersusun dari banyak fibril yang berasal dari permukaan badan siliar dan menyisip ke dalam ekuator lensa.¹⁹

2.1.6 Aqueous Humor

Aqueous humor diproduksi oleh badan siliar. Setelah memasuki bilik mata belakang, *aqueous humor* melalui pupil dan masuk ke bilik mata depan, kemudian ke perifer menuju sudut bilik mata depan.¹⁹

2.1.7 Vitreous Humor

Vitreous humor adalah suatu badan gelatin yang jernih dan avaskular yang membentuk dua pertiga volume dan berat mata. Permukaan luar *vitreous humor* normalnya berkontak dengan struktur-struktur berikut: kapsul lensa posterior, serat-serat zonula, pars plana lapisan epitel, retina, dan *caput nervi optici*. Basis *vitreous* mempertahankan penempelan yang kuat seumur hidup ke lapisan epitel pars plana dan retina tepat di belakang *ora serrata*.¹⁹

Vitreous humor mengandung air sekitar 99%. Sisa 1% meliputi dua komponen, kolagen dan asam hialuronat, yang memberi bentuk dan konsistensi mirip gel karena kemampuannya mengikat banyak air.¹⁹

2.1.8 Retina

Retina atau selaput jala, merupakan bagian mata yang mengandung reseptor yang menerima rangsangan cahaya. Lapisan-lapisan retina mulai dari sisi luar yang berbatas dengan koroid adalah sebagai berikut:¹⁵

- 1) Epitel pigmen retina (Membran Bruch)

2) Fotoreseptor

Lapisan fotoreseptor terdiri dari sel batang dan sel kerucut.

3) Membran limitan eksterna

4) Lapisan nukleus luar

Lapisan nukleus luar merupakan susunan nukleus sel kerucut dan sel batang.

Keempat lapisan di atas avaskuler dan mendapat nutrisi dari kapiler koroid.

5) Lapisan pleksiform luar

Lapisan ini merupakan lapisan aselular tempat sinapsis sel fotoreseptor dengan sel bipolar dan sel horizontal.

6) Lapisan nukleus dalam

Lapisan ini terdiri dari tubuh sel bipolar, sel horizontal, dan sel Muller serta didarahi oleh arteri retina sentral.

7) Lapisan pleksiform dalam

Lapisan ini merupakan lapisan aselular tempat sinaps sel bipolar dan sel amakrin dengan sel ganglion.

8) Lapisan sel ganglion

Lapisan ini merupakan lapisan badan sel dari neuron kedua.

9) Serabut saraf

Lapisan serabut saraf berupa akson sel ganglion yang menuju ke arah saraf optik. Di dalam lapisan-lapisan ini terletak sebagian besar pembuluh darah retina.

10) Membran limitan interna

Membran limitan interna berupa membran hialin antara retina dan *vitreous humor*.



Gambar 3. Lapisan Retina²⁰

2.2 Fisiologi Proses Penglihatan

Cahaya yang melewati kornea akan diteruskan melalui pupil, kemudian difokuskan oleh lensa ke bagian belakang mata, yaitu retina. Fotoreseptor pada retina mengumpulkan informasi yang ditangkap mata, kemudian mengirimkan sinyal informasi tersebut ke otak melalui saraf optik. Semua bagian tersebut harus bekerja simultan untuk dapat melihat suatu objek.^{15, 19}

Berkas cahaya akan berbelok/ berbias (mengalami refraksi) apabila berjalan dari satu medium ke medium lain yang memiliki kepadatan berbeda kecuali apabila berkas cahaya tersebut jatuh tegak lurus di permukaan.²¹

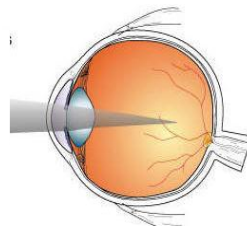
Bola mata memiliki empat media refrakta, yaitu media yang dapat membiaskan cahaya yang masuk ke mata. Media refrakta mata terdiri dari kornea, *aqueous humor*, lensa, dan *vitreous humor*. Agar bayangan dapat jatuh tepat di retina, cahaya yang masuk harus mengalami refraksi melalui media-media tersebut. Jika terdapat kelainan pada media refrakta, cahaya mungkin tidak jatuh tepat pada retina.^{15, 19}

Selain faktor media refrakta, faktor panjangnya sumbu optik bola mata juga berpengaruh terhadap jatuh tepat atau tidaknya cahaya pada retina. Misalnya, pada miopia aksial fokus akan terletak di depan retina karena bola mata lebih panjang.^{15, 19}

Lensa memiliki kemampuan untuk meningkatkan daya biasnya untuk memfokuskan bayangan dari objek yang dekat. Kemampuan ini disebut dengan daya akomodasi. Akomodasi dipengaruhi oleh persarafan simpatis, di mana persarafan ini akan menyebabkan otot polos pada badan siliar yang merupakan perlekatan ligamen penggantung lensa (*zonula Zinii*) berkontraksi. Kontraksi dari badan siliar yang berbentuk melingkar seperti sfingter menyebabkan jarak antara pangkal kedua ligamen tersebut mendekat. Hal ini akan menyebabkan ketegangan dari ligamen tersebut berkurang sehingga regangan ligamen terhadap lensa pun juga berkurang. Bentuk lensa kemudian akan menjadi lebih cembung/ konveks.²²

Keadaan mata dengan kemampuan refraksi normal disebut emetropia, sedangkan mata dengan kelainan refraksi disebut ametropia. Ametropia dapat dibagi menjadi:¹⁵

- 1) Miopia (penglihatan dekat), terjadi bila kekuatan optik mata terlalu tinggi, biasanya karena bola mata yang panjang, dan sinar cahaya paralel jatuh pada fokus di depan retina;
- 2) Hipermetropia (penglihatan jauh), terjadi apabila kekuatan optik mata terlalu rendah, biasanya karena mata terlalu pendek, dan sinar cahaya paralel mengalami konvergensi pada titik di belakang retina;
- 3) Astigmatisme, di mana kekuatan optik kornea di bidang yang berbeda tidak sama. Sinar cahaya paralel yang melewati bidang yang berbeda ini jatuh ke titik fokus yang berbeda.



Gambar 4. Pembiasan cahaya pada miopia²³

2.3 Miopia

2.3.1 Definisi Miopia

Bila bayangan benda yang terletak jauh difokuskan di depan retina oleh mata yang tak berakomodasi, mata tersebut mengalami miopia, atau *nearsighted*. Bila mata berukuran lebih panjang daripada normal, kelainan

yang terjadi disebut miopia aksial (untuk setiap millimeter tambahan panjang sumbu, mata kira-kira lebih miopik 3 dioptri). Apabila unsur-unsur pembias lebih refraktif dibandingkan dengan rata-rata, kelainan yang terjadi disebut miopia kurvatura atau miopia refraktif.¹⁹

2.3.2 Patogenesis Miopia

Pada saat baru lahir, kebanyakan bayi memiliki mata hyperopia, namun saat pertumbuhan, mata menjadi kurang hyperopia dan pada usia 5-8 tahun menjadi emetropia. Proses untuk mencapai ukuran emetrop ini disebut emetropisasi. Pada anak dengan predisposisi yang berlanjut, akan menderita miopia derajat rendah pada awal kehidupan. Saat mereka terpajan faktor miopigenik seperti kerja jarak dekat secara berlebihan yang menyebabkan bayangan buram dan tidak terfokus pada retina miopisasi berlanjut untuk mencapai titik fokus yang menyebabkan elongasi aksial dan menimbulkan miopia derajat sedang pada masa akhir remaja.²⁴

Berikut ini adalah beberapa teori mengenai terjadinya miopia:²⁵

1) Menurut Duke Elder S

a. Teori Mekanik

Timbul pada abad ke-19, yang menyatakan bahwa terjadinya miopia tinggi disebabkan oleh peregangan sklera. Peregangan ini dapat terjadi pada sklera yang normal ataupun yang sudah lemah.

Adanya konvergensi yang berlebihan, akomodasi yang terus menerus dan kontraksi *musculus orbicularis oculi* akan mengakibatkan tekanan intra okuler meningkat yang selanjutnya akan menyebabkan peregangan sklera. Selain itu, pada akomodasi di mana terjadi kontraksi muskulus siliaris akan menarik koroid, sehingga menyebabkan atropi. Konvergensi dan posisi bola mata ke arah inferior pada waktu membaca menyebabkan polus posterior tertarik oleh nervus optikus.

Perlemahan sklera diduga juga menjadi penyebab membesarnya bola mata. Perlemahan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

- Kongesti sklera
- Inflamasi sklera
- Malnutrisi
- Endokrin
- Keadaan umum
- Skleromalasia

b. Teori Biologi

Teori ini timbul setelah pengamatan bahwa miopia aksial adalah herediter. Vogt mengatakan bahwa faktor timbulnya miopia terdapat pada jaringan ektodermal yaitu retina, sedangkan jaringan

mesodermal di sekitarnya tetap normal. Retina tumbuh lebih menonjol dibanding dengan koroid dan sklera. Pertumbuhan retina yang abnormal ini diikuti dengan penipisan sklera dan peregangan koroid. Koroid yang peka terhadap regangan akan menjadi atrofi. Seperti diketahui pertumbuhan sklera berhenti pada janin berumur 5 bulan sedangkan bagian posterior retina masih tumbuh terus sehingga bagian posterior sklera menjadi paling tipis.

2) Menurut David A. Goss

Faktor utama miopia tinggi adalah peningkatan aksial bola mata, yang disebabkan oleh penurunan kuantitas dan perubahan karakteristik anatomi dari jaringan kolagen sklera.

2.3.3 Klasifikasi Miopia

Pada miopia panjang bola mata anteroposterior dapat terlalu besar atau kekuatan pembiasan media refraksi terlalu kuat. Dikenal beberapa bentuk miopia seperti:

1) Miopia refraktif

Miopia refraktif merupakan miopia yang terjadi karena bertambahnya indeks bias media penglihatan. Sama dengan miopia bias atau miopia indeks, miopia yang terjadi akibat pembiasan media penglihatan kornea dan lensa yang terlalu kuat.¹⁵

Pada miopia refraktif, menurut Albert E. Sloane dapat terjadi karena beberapa macam sebab, antara lain: ²⁶

- Kornea terlalu melengkung ($<7,7$ mm)
- Terjadi hidrasi/ penyerapan cairan pada lensa sehingga bentuk lensa menjadi lebih cembung dan daya biasnya meningkat. Hal ini biasa terjadi pada penderita katarak stadium awal (imatur)
- Terjadi peningkatan indeks bias pada cairan bola mata (biasanya terjadi pada penderita diabetes mellitus)

2) Miopia aksial

Miopia aksial adalah miopia akibat panjangnya sumbu bola mata, dengan kelengkungan kornea dan lensa yang normal¹⁵

- Menurut Plempius (1632), memanjangnya sumbu bola mata tersebut disebabkan oleh adanya kelainan anatomis.²⁶
- Menurut Donders (1864), memanjangnya sumbu bola mata tersebut karena bola mata sering mendapatkan tekanan otot pada saat konvergensi.²⁶
- Menurut Levinsohn (1925), memanjangnya sumbu bola mata diakibatkan oleh seringnya melihat ke bawah pada saat bekerja di ruang tertutup, sehingga terjadi regangan pada bola mata.²⁶

Menurut derajat beratnya miopia dibagi dalam: ¹⁵

- 1) Miopia ringan, di mana miopia antara <1-3 dioptri
- 2) Miopia sedang, di mana miopia antara >3-6 dioptri
- 3) Miopia berat atau tinggi, di mana miopia >6 dioptri

Menurut perjalanan miopia dikenal bentuk: ¹⁵

- 1) Miopia stasioner, miopia yang menetap setelah dewasa
- 2) Miopia progresif, miopia yang bertambah terus pada usia dewasa akibat bertambah panjangnya bola mata
- 3) Miopia maligna, miopia yang berjalan progresif, yang dapat mengakibatkan ablasi retina dan kebutaan atau sama dengan miopia pernisiiosa atau miopia degeneratif

2.3.4 Faktor-Faktor Terjadinya Miopia

Berdasarkan pustaka dan penelitian-penelitian sebelumnya, faktor-faktor risiko terjadinya miopia yaitu:

- 1) Miopia orang tua

Faktor risiko yang penting dari miopia adalah faktor keturunan. Orang tua yang miopia cenderung memiliki anak miopia. Jika kedua orang tua miopia, maka risiko anak mengalami miopia akan semakin besar.²⁷ Prevalensi miopia 33-60% pada anak dengan kedua orang tua miopia. Pada anak yang memiliki salah satu orang tua miopia

prevalensinya 23-40%, dan hanya 6-15% anak mengalami miopia yang tidak memiliki orang tua miopia.²⁸

2) Ras/ Etnis

Orang Asia memiliki kecenderungan miopia yang lebih besar (70%-90%) daripada orang Eropa dan Amerika (30%-40%), sedangkan yang paling jarang mengalami miopia adalah orang Afrika (10%-20%).²⁴

3) Aktivitas dengan jarak pandang dekat

Kebiasaan membaca atau kerja dekat dalam waktu lebih dari 30 menit secara terus menerus dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya miopia. Terdapat korelasi kuat antara tingkat pencapaian pendidikan dan prevalensi serta progresivitas gangguan refraksi miopia. Individu dengan profesi yang banyak membaca seperti pengacara, dokter, pekerja dengan mikroskop, dan editor mengalami miopia derajat lebih tinggi. Miopia dapat berkembang tidak hanya pada usia remaja, namun melewati usia 20-30 tahun.²⁸

Aktivitas melihat dekat menjadi faktor penyebab terjadinya miopia melalui efek fisik langsung akibat akomodasi terus menerus sehingga tonus otot siliaris menjadi tinggi dan lensa menjadi cembung. Namun berdasarkan teori terbaru, aktivitas melihat dekat yang lama

menyebabkan miopia melalui terbentuknya bayangan buram di retina (*retinal blur*) yang terjadi selama fokus dekat. Bayangan buram di retina ini memulai proses biokimia pada retina untuk menstimulasi perubahan biokimia dan struktural pada sklera dan koroid yang menyebabkan elongasi aksial.²⁴

Aktivitas jarak dekat yang dimaksud adalah:

a. Membaca buku

Anak-anak dengan miopia yang tinggi membaca lebih sering dibanding dengan anak-anak dengan miopia rendah ataupun yang tidak miopia yaitu lebih dari dua buku dalam seminggu.²⁹ Pekerjaan jarak dekat seperti jarak membaca yang terlalu dekat (<30 cm) dan lama membaca (>30 menit) juga dapat meningkatkan terjadinya miopia pada anak.³⁰

Kebiasaan membaca lebih dari 30 menit secara terus menerus dapat menyebabkan tonus otot siliaris menjadi tinggi sehingga lensa menjadi cembung yang mengakibatkan bayangan objek jatuh di depan retina dan menimbulkan miopia.³¹

b. Menggunakan komputer atau tablet

Semakin lama orang melihat dekat, akan semakin besar kemungkinannya menderita miopia. Miopia akan mulai timbul bila mengoperasikan komputer minimal 4 jam sehari, dan paling banyak

diderita oleh orang-orang yang bekerja dengan total waktu melihat dekat selama 8-10 jam sehari.³² Dengan posisi duduk di depan komputer untuk jangka waktu beberapa jam, dapat memperberat kerja otot mata untuk mengatur fokus dan menimbulkan ketegangan mata. Di samping itu, penggunaan komputer berlebihan dapat mempercepat angka kejadian miopia.³¹

c. Menonton televisi

Menonton televisi dengan intensitas tertentu juga berpengaruh terhadap derajat miopia. Sinar biru yang dipancarkan televisi dapat menyebabkan degenerasi retina dengan merusak sitokrok oksidase dan menghambat pernapasan sel.³³ Pada jarak yang terlalu dekat saat menonton televisi dapat pula menimbulkan keluhan seperti kelelahan akibat kekakuan leher dan bahu, pusing, penglihatan buram, mata merah dan perih, serta nyeri pada mata dan wajah. Penelitian menunjukkan bahwa kejadian miopia meningkat pada anak-anak khususnya yang tinggal di apartemen di mana mereka cenderung menghabiskan banyak waktu untuk menonton televisi dan bermain *game*.³⁴

4) Kurangnya aktivitas luar ruangan

Hasil penelitian *Sydney Myopia Study* pada tahun 2003-2005 menunjukkan bahwa semakin lama waktu aktivitas di luar ruangan, baik itu berupa olah raga maupun aktivitas di waktu luang, bersosiasi dengan semakin rendahnya prevalensi miopia pada anak usia 12 tahun.¹¹ Penelitian lainnya menyebutkan bahwa anak-anak yang memiliki waktu bermain yang lebih lama di luar ruangan memiliki risiko mengalami miopia yang lebih rendah. Penelitian tersebut membuktikan bahwa anak-anak emetropia dari kedua orang tua miopia yang menghabiskan waktu di luar ruangan 5 jam atau kurang tiap minggu memiliki kemungkinan menjadi miopia sebesar 60%. Sedangkan anak-anak emetropia dari kedua orang tua miopia yang menghabiskan waktu di luar ruangan 14 jam tiap minggu memiliki kemungkinan menjadi miopia sebesar 20%.³⁵

Sebuah hipotesis yang diterima secara luas adalah cahaya terang di luar ruangan menstimulasi pelepasan dopamin dari retina yang dapat menghambat pertumbuhan bola mata.³⁵

Teori lainnya mengenai bagaimana kegiatan luar ruangan dapat mencegah miopia adalah teori mengenai vitamin D. Vitamin D memiliki peran dalam pembentukan kolagen, di mana kolagen adalah komponen utama dari sklera.¹⁹ Penelitian *The Collaborative Longitudinal Evaluation of Ethnicity and Refractive Error (CLEERE)*

menjelaskan bahwa pada mata emetropia pemanjangan aksis bola mata dikompensasi dengan peregangan dari otot siliaris, zonula, dan lensa yang membuat kekuatan refraksi lensa berkurang atau lebih pipih. Namun, jika kompensasi tersebut berhenti terjadi, maka mata tersebut mulai mengalami miopia. Hilangnya kompensasi tersebut diduga karena ada perubahan pada otot siliaris. Ketika teregang, otot-otot polos pada tubuh seperti pembuluh darah dan kantung kemih memiliki kecenderungan menjadi hipertrofi, begitu pula dengan otot siliaris. Otot siliaris yang tebal tersebut menghambat pemipihan lensa untuk menyesuaikan dengan pemanjangan aksis bola mata. Di sinilah peran dari vitamin D, di mana vitamin D diduga memiliki peran anti hipertrofi pada otot siliaris, seperti perannya untuk mencegah hipertrofi otot polos lainnya seperti kantung kemih. Sinar matahari dapat membantu sintesis vitamin D dari pro vitamin D yang ada di dalam tubuh.³⁵

Intensitas cahaya juga mempengaruhi kejadian miopia. Semakin tinggi intensitas cahaya, tingkat perlindungan terhadap miopia juga semakin meningkat.³⁶

5) Pola makan dan nutrisi

Pola makan diduga memiliki peran terhadap kejadian miopia. Angka kejadian miopia yang tinggi di Asia dihubungkan dengan

perubahan pola makan dari yang awalnya bersifat “*hunter gatherer*” di mana makanan mereka mengandung protein tinggi, lemak sedang, dan rendah karbohidrat menjadi pola makan bergaya barat di mana kandungan utamanya adalah karbohidrat tinggi dan rendah zat-zat lainnya. Pola makan tersebut kurang cocok dengan kondisi genetik manusia Asia. Gangguan adaptasi terhadap keadaan tersebut akan menyebabkan hiperglikemia, resistensi insulin, hiperinsulinemia, dan diabetes tipe II.¹⁴

Protein struktural utama pada mata adalah kolagen. Nutrien yang berperan terhadap kesehatan kolagen antara lain kalsium, magnesium, boron, silica, selenium, chromium, fluoride, vitamin D, vitamin C, dan bioflavonoid. Selain itu, nutrien lainnya yang berfungsi untuk menjaga kesehatan mata antara lain vitamin A dan vitamin E.³⁷

Sebuah penelitian di Amerika Serikat memberikan hasil bahwa orang-orang dengan miopia maligna mengonsumsi kalsium, fluoride, dan selenium dengan jumlah yang kurang.³⁸ Penelitian lainnya menunjukkan bahwa vitamin E dapat mengurangi progresivitas dari miopia.³⁹ Saat ini yang banyak dibahas dan diteliti adalah efek vitamin D terhadap miopia. Dikatakan bahwa orang-orang dewasa yang mengalami miopia memiliki kadar vitamin D yang lebih rendah dalam tubuhnya dibanding dengan orang emetropia.⁴⁰

Berikut ini adalah zat-zat beserta sumbernya yang penting untuk menjaga kesehatan mata, khususnya terhadap miopia.⁴¹

- Kalsium, diperoleh antara lain dari susu, keju, yogurt, ikan seperti sardine, ikan kering (dimakan dengan tulang), udang kering, bayam
- Magnesium, diperoleh antara lain dari sayuran hijau, sereal tumbuk, biji-bijian dan kacang-kacangan, daging, susu, cokelat
- Selenium, diperoleh antara lain dari makanan laut, hati, dan ginjal
- Chromium, diperoleh antara lain dari sayuran, biji-bijian dan sereal, buah, hasil laut, dan daging
- Fluoride, diperoleh antara lain dari air yang mengandung fluoride
- Vitamin A, diperoleh antara lain dari hati, kuning telur, susu, mentega, minyak hati ikan, sayuran hijau, buah-buahan kuning-jingga, minyak kelapa sawit
- Vitamin C, diperoleh antara lain dari buah-buahan (jeruk, berry, tomat, dll), sayur-sayuran (kentang, brokoli, kubis, bayam, dll)
- Vitamin D, diperoleh antara lain dari susu, keju, kuning telur, mentega, margarin, minyak hati ikan, dan dari sinar matahari
- Vitamin E, diperoleh antara lain dari kacang-kacangan, biji-bijian, sayuran, buah-buahan

6) Trauma tumpul mata

Miopia mungkin terjadi akibat adanya trauma tumpul pada bola mata. Miopia berat yang terjadi sementara setelah trauma tumpul terjadi karena adanya perubahan pada *corpus ciliaris* dan lensa kristalina.⁴²

Pada sebagian besar kasus miopia akibat trauma tumpul, terdapat peningkatan ketebalan antero-posterior dari lensa. Karena ukuran *vitreous humor* tidak berubah, pergerakan maju dari permukaan anterior lensa menyebabkan pendangkalan *camera oculi anterior*. Miopia dapat terjadi akibat dari (1) spasme bandan siliaris, (2) lepasnya *corpus ciliaris*, dan (3) edema *corpus ciliaris*, di mana hal-hal tersebut dapat menyebabkan penambahan ukuran lensa akibat pengenduran dari zonula.^{43,44}

2.3.5 Diagnosis Miopia

Diagnosis miopia didapatkan dari gejala klinis dan pemeriksaan penunjang untuk menilai refraksi. Gejala klinis utama pasien miopia adalah pandangan kabur untuk melihat jarak jauh. Titik terjauh bervariasi, berbanding terbalik dengan derajat miopia. Bila miopia meningkat, titik jauh penglihatan jelas menjadi lebih dekat. Jadi, pasien miopia cenderung untuk melihat dekat objek dan bahan bacaan, dan mungkin kurang tertarik

dengan aktivitas jauh. Mengerut dan menjuling biasa dilakukan karena tajam penglihatan membaik bila celah mata dipersempit.¹⁵

Selain dari keluhan pasien dan gejala klinis, dokter juga membutuhkan pemeriksaan refraksi untuk mendiagnosis seseorang menderita miopia. Pemeriksaan penunjang untuk menilai refraksi tersebut meliputi:

1) Tajam Penglihatan

Jika miopia tidak dikoreksi, tajam penglihatan akan menurun secara bermakna, bahkan ketika penderita tersebut dikoreksi secara penuh, sering terdapat penurunan tajam penglihatan koreksi. Hal ini dikarenakan perubahan-perubahan patologis pada segmen anterior maupun segmen posterior.^{15, 19}

Tajam penglihatan yang dinilai adalah tajam penglihatan binokuler dan tajam penglihatan satu mata. Tajam penglihatan binokuler menilai kemampuan melihat dengan kedua mata serentak untuk memfokuskan sebuah benda dan terjadinya fusi dari kedua bayangan menjadi bentuknya di dalam ruang. Sedangkan tajam penglihatan satu mata dilakukan pada mata tanpa atau dengan kaca mata di mana setiap mata diperiksa secara terpisah. Mata yang tidak sedang diperiksa harus ditutup.^{15, 19}

Tes tajam penglihatan satu mata menggunakan optotipe Straub atau optotipe Snellen. Pemeriksaan ini sebaiknya dilakukan pada jarak

5 atau 6 meter, karena pada jarak ini mata akan melihat benda dalam keadaan tanpa akomodasi (istirahat).¹⁵

Dengan kartu Snellen standar dapat ditentukan tajam penglihatan, seperti :¹⁵

- Tajam penglihatan 6/6 : pasien dapat membaca huruf pada jarak 6 meter, yang oleh orang normal huruf tersebut dapat dibaca pada jarak 6 meter
- Tajam penglihatan 6/30 : bila pasien hanya dapat membaca pada huruf baris yang menunjukkan angka 30, artinya ia dapat membaca pada jarak 3 meter sedangkan orang normal membaca pada jarak 30 meter
- Seterusnya demikian hingga huruf terbesar, jika pasien tidak dapat membaca huruf terbesar pada optotipe Snellen, maka dilakukan hitung jari. Jari dapat dilihat terpisah oleh orang normal pada jarak 60 meter
- Bila pasien hanya dapat menentukan jumlah jari yang diperlihatkan pada jarak 3 meter, maka tajam penglihatannya 3/60. Dengan pengujian ini tajam penglihatan hanya dapat dinilai sampai 1/60, yang berarti hanya dapat menghitung jari pada jarak 1 meter
- Dengan uji lambaian tangan, maka dapat dinyatakan tajam penglihatan pasien lebih buruk dari 1/60. Orang normal dapat

melihat lambaian tangan pada jarak 300 meter. Jika pasien hanya dapat melihat pada jarak 1 meter, berarti tajam penglihatannya 1/300

- Jika pasien hanya dapat mengenal adanya sinar saja dan tidak melihat lambaian tangan, maka tajam penglihatannya $1/\infty$. Orang normal dapat melihat adanya sinar pada jarak tak terhingga
- Bila penglihatan sama sekali tidak mengenal adanya sinar maka dikatakan penglihatannya adalah 0 (nol) atau buta total

2) Retinoskopi

Retinoskopi atau yang dikenal juga dengan skiaskopi atau *shadow test*, merupakan suatu cara untuk menemukan kesalahan refraksi dengan metode netralisasi. Retinoskopi memungkinkan pemeriksa secara objektif menentukan kesalahan refraktif sferosilindris. Prinsip retinoskopi adalah berdasarkan fakta bahwa pada saat cahaya dipantulkan dari cermin ke mata, maka arah bayangan tersebut akan berjalan melintasi pupil bergantung pada keadaan refraktif mata.⁴⁵

3) Ultrasonografi

Ultrasonografi (USG) untuk mengukur panjang aksis bola mata sehingga dapat dipastikan bahwa miopia yang terjadi bersifat aksial, namun pemeriksaan USG memerlukan biaya yang relatif mahal.⁴⁶

2.3.6 Penatalaksanaan Miopia

Miopia dapat dikoreksi dengan:⁴⁷

- a. Lensa negatif, dapat berupa:
 - Kaca mata
 - Lensa kontak
- b. Tindakan operatif
 - Keratotomi radial
 - Keratotekmi fotorefraktif
 - *Laser assisted in situ interlamelar keratomilieusis (LASIK)*
 - *Clear Lens Extraction (CLE)*