



Akreditasi PB IDI-2 SKP

# Miopia: Etiologi dan Terapi

**Nur Alfi Dinari**

Departemen Mata Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

## ABSTRAK

Miopia menjadi beban kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Prevalensi miopia makin meningkat. Faktor genetik dan lingkungan berperan penting dalam patogenesis miopia. Pemahaman etiologi penting untuk intervensi yang sesuai. Berbagai pilihan terapi untuk miopia, antara lain penggunaan kacamata, lensa kontak, orthokeratologi, agen farmakologis berupa *atropine*, serta memperbanyak waktu di luar ruangan.

**Kata kunci:** Miopia, progresivitas, terapi

## ABSTRACT

Myopia is a public health burden worldwide, its prevalence is increasing. Genetic and environmental factors play an important role in the pathogenesis of myopia. An understanding of the underlying etiology is important to determine appropriate intervention. Various treatment options include the use of glasses, contact lenses, orthokeratology, pharmacological agents such as *atropine*, and increased time outdoors. **Nur Alfi Dinari. Myopia: Etiology and Therapy**

**Keywords:** Myopia, progressivity, treatment



Mermin Dunia Kedokteran is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## PENDAHULUAN

Miopia merupakan kelainan refraksi mata yang menyebabkan sinar sejajar yang datang dari jarak tak terhingga difokuskan di depan retina dalam keadaan tanpa akomodasi, sehingga pada retina didapatkan lingkaran difus dan bayangan kabur. Cahaya yang datang dari jarak yang lebih dekat, mungkin difokuskan tepat di retina, tanpa akomodasi.

Miopia merupakan salah satu penyakit mata tersering dan menjadi beban kesehatan masyarakat di seluruh dunia.<sup>1,2</sup> Secara global, terdapat 1,9 miliar manusia (28,3% populasi dunia) dengan miopia (-0,5 dioptri (D) s/d -5,00 D) dan 277 juta manusia (4% populasi dunia) dengan miopia tinggi (-5,00 D atau lebih berat). Sebuah studi pada anak usia 12 tahun menunjukkan tingginya prevalensi miopia di kota-kota di Asia, seperti Singapura (62%), Hongkong (53,1%), Guangzhou (49,7%) dibandingkan di Amerika Serikat (20,0%), Australia (11,9%), India (9,7%), dan Nepal (16,5%).<sup>2</sup>

Prevalensi miopia meningkat dalam beberapa dekade terakhir, diikuti dengan risiko penyakit mengancam penglihatan akibat miopia. Diperkirakan pada tahun 2050, setengah populasi dunia (5 miliar orang) akan mengalami miopia, 1 miliar di antaranya berisiko tinggi mengalami penyakit yang mengancam penglihatan, seperti *myopic maculopathy*, ablasi retina, dan glaukoma, terutama di kalangan orang-orang dengan miopia tinggi.<sup>3</sup> Studi lain menemukan bahwa anak dengan *onset* miopia lebih awal (3-6 tahun) atau durasi progresivitas miopia lebih lama (>5 tahun) lebih berisiko mengalami *myopic maculopathy* pada usia 11 tahun.<sup>2</sup>

Menurut penyebabnya, miopia dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu miopia aksialis dan miopia kurvatura. Miopia aksialis disebabkan karena jarak anterior-posterior terlalu panjang. Hal ini dapat terjadi secara kongenital pada makroftalmus. Miopia aksial dapat terjadi jika anak membaca terlalu dekat, sehingga terjadi konvergensi berlebihan. Otot

rektus medial akan berkontraksi berlebihan, sehingga bola mata terjepit oleh otot-otot ekstraokular. Kondisi ini mengakibatkan polus posterior mata, tempat paling lemah dari bola mata menjadi memanjang. Wajah lebar juga menyebabkan konvergensi berlebihan. Kondisi lain yang dapat menimbulkan pemanjangan bola mata antara lain bendungan, peradangan, kelemahan lapisan di sekeliling bola mata, serta tekanan pembuluh darah vena kepala yang tinggi.

Miopia kurvatura terjadi jika ada kelainan kornea, baik kongenital (keratokonus, keratoglobus) maupun akuisita (keratektasia) dan lensa, misalnya lensa terlepas dari zonula Zinnii (pada luksasi lensa atau subluksasi lensa, sehingga karena kekenyalannya sendiri lensa menjadi lebih cembung) bisa menyebabkan miopia kurvatur. Kondisi lain berupa miopia indeks bisa terjadi pada penderita DM yang tidak diobati. Kondisi ini menyebabkan kadar gula *aqueous humor* meningkat, sehingga daya bias juga meningkat. Miopia posisi dapat

**Alamat Korespondensi** email: [nuralfidinari@gmail.com](mailto:nuralfidinari@gmail.com)



juga terjadi bila posisi lensa terlalu ke depan, sehingga titik fokus menjadi lebih maju.

Beberapa pakar kesehatan mata meyakini bahwa miopia bersifat keturunan, sementara sejumlah pakar lainnya menyebutkan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Studi lebih lanjut menemukan bahwa perkembangan miopia dipengaruhi oleh faktor genetik ataupun lingkungan.<sup>4</sup> Studi populasi menemukan bahwa faktor lingkungan seperti pekerjaan jarak dekat dan membaca, berperan penting dalam perkembangan miopia.<sup>5</sup> Selain itu, studi epidemiologis menemukan miopia lebih sering terjadi di daerah perkotaan, mayoritas dialami oleh pekerja profesional, pasien terpelajar, pengguna komputer, dan mahasiswa.<sup>7,8</sup>

Pekerjaan jarak dekat (menulis, melihat layar, dan membaca) dikaitkan dengan keterlambatan akomodasi, yaitu kondisi akomodasi lensa mata tidak berespons cukup kuat terhadap objek dekat, sehingga titik fokus terbaik terbentuk di belakang retina (*hyperopic defocus*). Hal ini sejalan dengan teori penglihatan buram akibat keterlambatan akomodasi mendorong pertumbuhan mata secara berlebihan dan menyebabkan terjadinya miopia.<sup>9,10</sup>

Progresivitas miopia paling cepat antara usia 8 dan 15 tahun (pada ras Kaukasia kecepatan penambahan miopia 0,6 D/tahun dan ras Asia 0,7 D/tahun) dan kemudian mulai melambat. Sebuah studi kohort menyebutkan pada 1 atau 2 tahun sebelum *onset* miopia, terjadi *hyperopic defocus* di mata bagian perifer, sepanjang meridian horizontal. Kondisi *hyperopic defocus* ini dipercaya merupakan sinyal yang menyebabkan pemanjangan aksis bola mata. Jika kondisi *hyperopic defocus* ini diubah secara optik menjadi *myopic defocus* menggunakan lensa positif (cembung) di bagian perifer, sinyal pemanjangan ini dapat dihentikan. Hal ini menjadi dasar dari kebanyakan pengobatan optik.<sup>6</sup>

Progresivitas miopia dulu diperkirakan berhenti pada usia 18 tahun; namun, seiring dengan makin banyaknya orang berkuliah diikuti penggunaan komputer secara terus-menerus, terjadi pergeseran menjadi rata-rata usia 35 tahun. Penelitian pada para lulusan perguruan tinggi dengan usia rata-

rata 35 tahun menemukan bahwa orang-orang yang banyak menghabiskan waktu di depan komputer mengalami progresivitas miopia lebih cepat dibanding dengan orang yang tidak banyak menghabiskan waktu di depan komputer.<sup>7</sup> Kondisi di atas mencerminkan bahwa faktor lingkungan berperan penting dalam perkembangan dan progresivitas miopia. Berbagai studi populasi juga menemukan kontribusi faktor genetik bahkan hingga 70% terhadap gangguan refraksi; insiden miopia meningkat bila kedua orang tua juga memiliki miopia. Beragam studi menemukan gangguan refraksi pada orang tua menjadi prediktor penting dalam perkembangan miopia.<sup>7,12</sup> Gangguan refraksi dipengaruhi oleh banyak gen yang saling berinteraksi. Hingga saat ini, hanya sejumlah kecil fraksi dari regio kromosom yang telah teridentifikasi sebagai pengatur perkembangan refraksi mata.

Tkatchenko, *et al*,<sup>8</sup> mempelajari interaksi antara usia, lama waktu membaca, dan variasi genetik pada lokus gen APLP2. Ditemukan bahwa anak-anak yang menghabiskan banyak waktu untuk membaca dan memiliki gen APLP2 tipe *myopic*, 5 kali lebih besar berisiko miopia dibanding anak yang menghabiskan sedikit waktu untuk membaca. Sebaliknya, anak yang memiliki gen APLP2 tipe normal, tidak berkembang menjadi miopia meskipun menghabiskan banyak waktu untuk membaca. Studi ini juga menemukan kejadian serupa pada hewan coba tikus. Faktor lingkungan dan genetik turut berkontribusi dalam perkembangan miopia, namun belum diketahui apakah faktor-faktor ini berdiri sendiri atau saling berinteraksi.

### TERAPI

Sejumlah studi hewan coba dan manusia menghasilkan dasar penting dalam terapi miopia.<sup>8,9</sup> Mengurangi keterlambatan akomodasi, mengurangi *defocus* sentral dan perifer, serta memblokir sinyal miopiagenik dipercaya mampu memperlambat progresivitas miopia.

Cara terapi dapat dikelompokkan menjadi terapi optik dan terapi farmakologis. Terapi optik berupa penggunaan kacamata lensa *bifocal*, kacamata *progressive added lens* (PAL lens), orthokeratologi, lensa kontak multifokal, dan meningkatkan aktivitas luar ruangan.

Terapi farmakologis meliputi penggunaan *atropine*, *tropicamide*, dan *7-methylxanthine*.<sup>9</sup>

### Kacamata

Kacamata lensa bifokal merupakan yang pertama kali digunakan secara luas untuk mengontrol progresivitas miopia. Lensa ini digunakan karena miopia dipercaya sebagai respons dari akomodasi berkepanjangan yang menimbulkan pandangan kabur. Sejumlah studi retrospektif menunjukkan lensa *bifocal* dan *progressive added lens* (PALs) memperlambat progresivitas miopia dengan rerata 40%. Namun, desain studi yang bersifat retrospektif dan tidak '*double-blind*' membuat akurasi dipertanyakan. Lensa PAL lebih unggul bila kedua orang tua juga menderita miopia, adanya keterlambatan akomodasi yang besar dan/atau anak mengalami esoforia bila melihat dekat.<sup>7</sup>

Penelitian terbaru yang mengidentifikasi efek kacamata terhadap progresivitas miopia pada anak-anak usia 6-16 tahun di Cina menemukan kacamata tidak memiliki efek yang signifikan dalam memperlambat progresivitas miopia. Hal ini dipercaya akibat perubahan konstan posisi mata ketika melihat melalui lensa.<sup>10</sup>

Secara historis, banyak ahli menyarankan *under-correction*, sehingga tercipta pengurangan akomodasi yang juga memperlambat progresivitas miopia. Namun, dengan pengetahuan terkini bahwa penglihatan buram memengaruhi kemampuan mata menjadi emmetrop, kacamata *under-correction* menjadi tidak tepat. Studi terbaru menunjukkan bahwa *under-correction* menghasilkan sedikit percepatan progresivitas miopia.<sup>7</sup>

### Lensa Kontak

Lensa kontak *rigid gas-permeable* (RGP) awalnya diperkirakan mampu memperlambat progresivitas miopia; namun, lensa kontak umumnya diresepkan saat progresivitas miopia mulai melambat (usia 12 tahun dan seterusnya) dan lensa kontak ini bersifat meratakan kornea, sehingga titik fokus yang semula berada di depan retina, dapat berpindah tepat ke retina. Sejumlah uji klinis<sup>10,11</sup> menunjukkan baik lensa kontak konvensional lunak maupun RGP tidak mengubah progresivitas miopia. Lensa kontak *dual-focus* lebih mampu mengontrol



progresivitas miopia (59%) dan panjang aksial (52%) daripada lensa kontak tunggal, namun kualitas penglihatan berkurang akibat besarnya *myopic defocus* yang dihasilkan, sehingga menurunkan tingkat kepatuhan pemakaiannya.<sup>11</sup>

### Orthokeratologi

Orthokeratologi (OK) adalah teknik meratakan kornea di bagian sentral, sambil menajamkan kornea bagian perifer dengan cara menggunakan lensa kontak sepanjang malam.<sup>2</sup> Sejumlah uji klinis prospektif menemukan bahwa orthokeratologi cenderung memperlambat progresi miopia hingga 40% yang didasarkan pada pengukuran panjang aksial bola mata. Beberapa meta-analisis, dengan total 435 partisipan dari 7 studi mendukung kemampuan orthokeratologi dalam memperlambat progresivitas miopia.<sup>17-19</sup> Orthokeratologi mampu mengeliminasi penggunaan harian kacamata atau lensa kontak. Hal ini lebih menguntungkan bagi anak-anak dengan hobi atletik. Tajam penglihatan cukup bagus dengan mayoritas mencapai 20/20 dan lebih dari 90% mencapai visus 20/30.<sup>7</sup>

Keluhan umum dengan OK adalah risiko keratitis mikrobial, namun tidak berbeda jauh dengan pengguna lensa kontak berkepanjangan; terjadi pada 7,7 per 10.000 pengguna OK, dibandingkan dengan 1,4 per 10.000 pada pasien yang tidak menggunakan OK, 11,9 per 10.000 pada pengguna harian hidrogel silikon, dan 20 per 10.000 pada pengguna lensa kontak lunak berkepanjangan.<sup>7</sup> Keluhan lain berupa *corneal staining* dan *lens binding*. Faktor yang berperan dalam risiko ini antara lain kurangnya pelatihan dan edukasi mengenai cara penggunaan OK, prosedur pemakaian yang tidak tepat, perawatan lensa yang buruk, dan tidak rutin kontrol.<sup>12</sup> Risiko keratitis umumnya dapat diatasi dengan terapi antibiotik agresif.

Cho dan Cheung<sup>13</sup> mengevaluasi '*rebound effect*' jika lensa OK dihentikan. Grup pertama menggunakan lensa OK selama 24 bulan, kemudian dihentikan selama 7 bulan lalu menggunakan kacamata lensa tunggal (fase I) kemudian melanjutkan penggunaan lensa OK selama 7 bulan berikutnya. Grup kedua kelompok kontrol yang menggunakan kacamata. Penghentian penggunaan lensa

OK berdampak pada peningkatan panjang aksial lebih cepat dibandingkan pengguna kacamata dalam periode 2 tahun pengamatan. Pemanjangan aksial kembali melambat jika OK digunakan kembali. Hal ini membuktikan adanya '*rebound effect*' pada lensa OK.

### Agen Farmakologis

*Atropine* pertama kali digunakan oleh Wells tahun 1900 untuk menghentikan progresivitas miopia dengan melumpuhkan daya akomodasi. Studi menunjukkan *atropine* 1% memperlambat progresivitas miopia hingga 80%.<sup>9</sup> Meskipun mekanisme kerja *atropine* menghambat progresivitas miopia belum diketahui pasti, studi lainnya mengindikasikan *atropine* mempunyai efek mengubah sklera.<sup>7</sup> Seperti diketahui, sinar ultraviolet (UV) dapat meningkatkan ikatan kolagen di dalam sklera, yang pada akhirnya memperlambat pertumbuhan sklera, sehingga menghambat pemanjangan bola mata.<sup>22,23</sup>

Keluhan umum pengguna *atropine* adalah dilatasi pupil, fotofobia, dan paralisis akomodasi sementara.<sup>2</sup> Hal ini dapat dimitigasi dengan penggunaan kacamata fotokromik dan lensa *progressive added lens* (PAL lens). Studi penggunaan *atropine* selama 2 tahun tidak mendapatkan efek samping serius. Rata-rata progresivitas miopia pada kelompok kontrol setelah 2 tahun adalah 0,6 D/tahun dan pada kelompok yang menerima *atropine* adalah 0,14 D/tahun; menunjukkan pengurangan 77% progresivitas miopia. Selain itu, panjang aksial mata yang mendapat *atropine* tidak berubah selama 2 tahun.<sup>14</sup>

Studi ATOM1 dan ATOM2 yang mengukur perbedaan dosis *atropine* 0,5%, 0,25%, 0,1%, dan 0,01%, menemukan dosis 0,01% lebih efektif daripada dosis lebih tinggi dalam memperlambat progresivitas miopia.<sup>7</sup> Meta-analisis juga menunjukkan tidak terdapat perbedaan klinis antara efektivitas dosis rendah dan tinggi *atropine* dalam memperlambat progresivitas miopia.<sup>15</sup>

### Waktu di Luar Ruangan

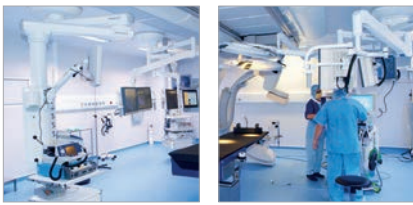
Beberapa studi<sup>16,17</sup> menyarankan kegiatan luar ruangan mampu memperlambat *onset* dan progresivitas miopia pada anak. Ditemukan juga bahwa aktivitas luar ruangan yang dimaksud tidak berkaitan dengan aktivitas fisik, melainkan paparan terhadap

lingkungan luar.<sup>16</sup> Tori, *et al*,<sup>17</sup> menemukan sinar violet (panjang gelombang 360-400 nm) menghambat progresivitas miopia pada ayam dan manusia. Mereka menemukan bahwa lensa kontak yang mentransmisikan sinar violet lebih menghambat miopia dibanding lensa yang memblokir sinar violet. Kegiatan luar ruangan diperkirakan mampu mengeliminasi area *defocus* di seluruh lapang pandang yang berperan sebagai sinyal stop terhadap pertumbuhan mata (sehingga dapat menghambat perkembangan miopia).

Sebuah studi menemukan prevalensi miopia pada anak keturunan Cina usia 6 tahun yang tinggal di Sydney (3,3%) jauh lebih rendah daripada yang tinggal di Singapura (29,1%). Penelitian lebih lanjut menemukan hal ini berkaitan dengan waktu di luar ruangan di Sydney (13,8 jam per minggu) lebih banyak daripada di Singapura (3 jam per minggu).<sup>18</sup> Uji acak dari 952 anak usia sekolah di Cina menunjukkan kegiatan luar ruangan selama 40 menit per hari mampu menurunkan *onset* miopia sebanyak 9% dalam 3 tahun. Anak-anak perlu didorong agar melakukan kegiatan luar ruangan minimal 2 jam per hari dan 14 jam per minggu.<sup>19</sup>

Saat ini tiap negara memiliki preferensi penanganan progresivitas miopia masing-masing, dan cenderung berbeda antar negara. Sejumlah ahli mata di Cina menganjurkan penggunaan OK, sementara di Taiwan dan Singapura lebih menganjurkan penggunaan *atropine*, sedangkan di Amerika Serikat ada yang menganjurkan lensa kontak multifokal dan ada yang menganjurkan *atropine*. Di Taiwan, lebih dari 60% anak dengan miopia menggunakan *atropine*.<sup>20</sup>

Kombinasi terapi optik dan terapi farmakologi juga bisa menjadi pilihan. Kombinasi terapi OK dan *atropine* dosis rendah lebih superior dibandingkan terapi OK saja. Terjadi peningkatan panjang aksial bola mata 0,09 mm pada pengguna terapi kombinasi berbanding peningkatan 0,19 mm pada pengguna OK. Dengan demikian, pemanjangan aksial bola mata dapat lebih diperlambat jika menggunakan terapi kombinasi, yang kemudian juga memperlambat progresivitas miopia.<sup>7</sup>



### SIMPULAN

Miopia merupakan hasil kombinasi faktor

genetik dan lingkungan yang dapat diperlambat dengan berbagai cara.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016;123(5):1036–42.
2. Saw SM, Matsumura S, Hoang QV. Prevention and management of myopia and myopic pathology. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2019;60(2):488–99.
3. Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Progr Retinal Eye Res*. 2012;31:622–60.
4. Wojciechowski R. Nature and nurture: The complex genetics of myopia and refractive error. *Clin Genetics* 2011;79:301–20.
5. Li SM, Li SY, Kang MT, Zhou Y, Liu LR, Li H, et al. Near work related parameters and myopia in Chinese children: The anyang childhood eye study. *PLoS One* 2015;10(8):e0134514. doi: 10.1371/journal.pone.0134514.
6. Donovan L, Sankaridurg P, Ho A, Naduvilath T, Smith EL, Holden BA. Myopia progression rates in urban children wearing single-vision spectacles. *Optom Vis Sci*. 2012 Jan;89(1):27–32. doi: 10.1097/OPX.0b013e3182357f79.
7. Cooper J, Tkatchenko AV. A review of current concepts of the etiology and treatment of myopia. *Eye Contact Lens* 2018;44(4):231–47.
8. Tkatchenko AV, Tkatchenko TV, Guggenheim JA, Verhoeven VJM, Hysi PG, Wojciechowski R, et al. APLP2 regulates refractive error and myopia development in mice and humans. *PLoS Genet*. 2015;11(8):e1005432.
9. Sankaridurg P, Conrad F, Tran H, Zhu J. Controlling progression of myopia: Optical and pharmaceutical strategies. *Asia-Pacific J Ophthalmol*. 2018;7:405–14.
10. Sankaridurg P, Donovan L, Varnas S, Ho A, Chen X, Martinez A, et al. Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results [Internet]. 2010. Available from: <http://www.randomization.com>.
11. Chamberlain P, Peixoto-De-Matos SC, Logan NS, Ngo C, Jones D, Young G. A 3-year randomized clinical trial of MiSight lenses for myopia control. *Optom Vis Sci*. 2019;96(8):556–67.
12. Liu YM, Xie P. The safety of orthokeratology - A systematic review. *Eye and Contact Lens* 2016;42:35–42.
13. Cho P, Cheung SW. Discontinuation of orthokeratology on eyeball elongation (DOEE). *Contact Lens Anterior Eye* 2017;40(2):82–7.
14. Chia A, Chua WH, Cheung YB, Wong WL, Lingham A, Fong A, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: Safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (atropine for the treatment of myopia 2). *Ophthalmology* 2012;119(2):347–54.
15. Gong Q, Janowski M, Luo M, Wei H, Chen B, Yang G, et al. Efficacy and adverse effects of atropine in childhood myopia a meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2017;135(6):624–30.
16. Guggenheim JA, Northstone K, McMahon G, Ness AR, Deere K, Mattocks C, et al. Time outdoors and physical activity as predictors of incident myopia in childhood: A prospective cohort study. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(6):2856–65.
17. Torii H, Kurihara T, Seko Y, Negishi K, Ohnuma K, Inaba T, et al. Violet light exposure can be a preventive strategy against myopia progression. *EBioMedicine* [Internet]. 2017;15:210–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.12.007>
18. Guo Y, Liu LJ, Xu L, Lv YY, Tang P, Feng Y, et al. Outdoor activity and myopia among primary students in rural and urban regions of Beijing. *Ophthalmology* 2013;120(2):277–83.
19. He M, Xiang F, Zeng Y, Mai J, Chen Q, Zhang J, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China a randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2015;314(11):1142–8.
20. Fang YT, Chou YJ, Pu C, Lin PJ, Liu TL, Huang N, et al. Prescription of atropine eye drops among children diagnosed with myopia in Taiwan from 2000 to 2007: A nationwide study. *Eye* 2013;27(3):418–24.