

Bab II

Tinjauan Pustaka

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Dermatoglifi

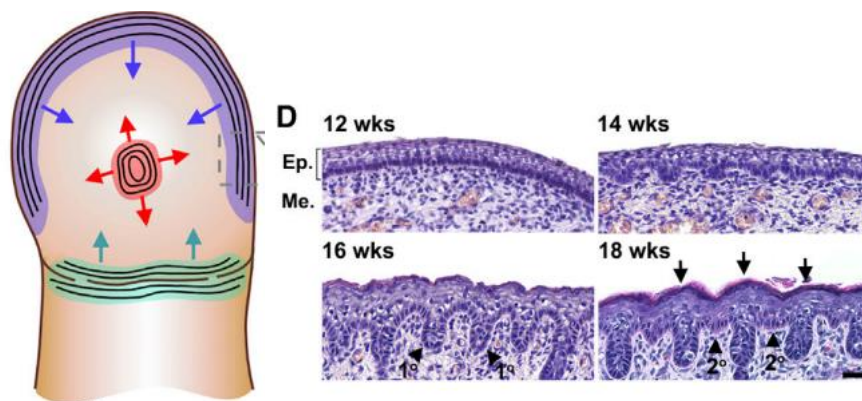
Definisi Dermatoglifi merupakan peninggkatan kulit yang letaknya pada telapak tangan ataupun telapak kaki yang memiliki alur-alur halus sejajar yang membentuk pola pola tertentu. Alur-alur ini menonjol pada manusia dan primata. Pada bagian proksimal dari jari-jari tangan ataupun kaki, dermatoglifi membentuk alur-alur yang melintang, sedangkan pada ujung distal, pola sidik jari cenderung lebih kompleks. Dermatoglifi sudah terbentuk sebelum lahir dan ada sepanjang hidup dan cenderung tidak berubah. Dermatoglifi telah digunakan untuk identifikasi individu sejak abad ke-19 sebagai bantuan diagnostik dalam beberapa kondisi bawaan. (Glover et al., 2023)

Profesor Harold Cummins merujuk dermatoglifi pada analisis pola garis-garis epidermal pada kulit di aspek volar jari, telapak tangan, jari kaki, serta telapak kaki (M. Wati, 2015). Pola-pola sidik jari ini adalah tampilan atau manifestasi genetik yang mana poligen atau gen yang lebih dari satu ini mengatur tampilan pola tersebut, seperti halnya ciri lain dari manusia, ada kemungkinan dipengaruhi oleh vaskularisasi dan inervasi (Zulhamidah et al., 2021), serta mengalami perubahan pada individu akibat trauma dermal (Arini et al., 2023)

2.1.2 Embriologi

Sebelum dan selama pola sidik jari terbentuk, tangan janin membawa beberapa bantalan jari-jari yang awalnya terangkat. Alur-alur sidik jari primer pertama kali muncul mulai minggu ke-13 dan diatur oleh ekspresi gen EDAR, BMP, FGF20, TGFA dan WNT, dimana interaksi antara WNT dan EDAR, BMP, FGF20, TGFA yang mempengaruhi interval di setiap tonjolan alur Inisiasi pembentukan

pola sidik jari juga terjadi di ujung digit di batas dorsal-ventral, dan terkadang pada jari proksimal, di mana alur primer yang lebih kecil terbentuk. Pembentukan alur menyebar dari daerah yang menginisiasi secara gelombang yang akhirnya menutupi telapak tangan pada minggu ke-17 dengan bagian medial menjadi area terakhir yang memperoleh alur. (Glover et al., 2023).



Gambar 2. 1 Perkembangan Terbentuknya Dermatoglifi

Sumber: Embriologi Dermatoglifi(Glover et al., 2023)

Selama beberapa minggu berikutnya, alur-alur primer terbentuk di seluruh kulit volar. Kelenjar keringat mulai muncul dari lekukan alur-alur tersebut. Pembentukan alur primer terbentuk seluruhnya pada minggu ke-17, dan alur-alur sekunder yang lebih kecil mulai muncul di antaranya. Permukaan kulit menjadi terangkat secara perlahan-lahan di atas lokasi alur-alur primer, dengan setiap kerutan permukaan jari tedapat sebuah pori kelenjar keringat di puncaknya. Alur-alur primer menentukan konfigurasi sidik jari secara keseluruhan, dengan pemilihan pola lengkung, lingkaran, atau pusaran ditentukan pada minggu ke-15. Seleksi ini dipengaruhi oleh gen yang pada awal perkembangan anggota tubuh untuk memberikan efek tidak langsung pada pola sidik jari melalui proporsi panjang jari dan ukuran serta bentuk bantalan jari yang terangkat dari minggu ke-9 hingga ke-15 kehamilan. (Glover et al., 2023)



Gambar 2. 2 Perkembangan Pola Dermatoglifi dari Minggu-Minggu Kehamilan Hingga Dewasa

Sumber: Embriologi Dermatoglifi(Glover et al., 2023)

2.1.3 Kegunaan Pemeriksaan Dermatoglifi

Sidik jari pada awalnya digunakan untuk hukum. William James Herschel, seorang pegawai sipil Inggris di India dan cucu dari astronom William Herschel, mulai menggunakan sidik jari pada tahun 1850-an untuk kontrak hukum. Pada tahun 1880, Herschel menerbitkan sebuah surat di jurnal *Nature* yang menggambarkan pekerjaannya dalam pengambilan sidik jari dan mengusulkan ketetapan sidik jari seseorang. Henry Faulds, seorang dokter Skotlandia yang tinggal di Jepang, menerbitkan artikelnya sendiri di *Nature* pada tahun 1880. Dr. Faulds menggunakan sidik jari untuk studi etnologis, tetapi juga menyebut adanya kemungkinan penggunaan sidik jari untuk menangkap penjahat dalam artikel tersebut. (*Fingerprints*, 2024)

Sebelum pemeriksaan sidik jari digunakan, antropometri banyak digunakan dalam penegakan hukum. Dikembangkan oleh ahli kriminologi Prancis Alphonse Bertillon, sistem tersebut, yang dikenal sebagai Bertillonage, menggunakan foto dan pengukuran tubuh yang detail untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan individu. Departemen kepolisian di AS dan Eropa menerapkan sistem Bertillon selama dua dekade terakhir abad ke-19. Namun, sistem ini memiliki kekurangan. Pengukuran sering tidak konsisten karena alat yang tidak

akurat, orang yang mengukur, atau perubahan dalam tubuh tersangka akibat usia atau cedera. Meskipun Bertillon memasukkan sidik jari ke dalam sistemnya, pada tahun 1920 data berupa sidik jari telah menggantikan sistem pengukuran antropometri Bertillon. (*Fingerprints*, 2024)

Dermatoglifi pada masa sekarang sebagai alat bantu diagnostik pada penyakit genetik dan dapat dipakai untuk metode deteksi dini penyakit seperti hipertensi (Goud, E. V. Soma Sekhar; Verma, Flora; Kulkarni, Madhura Dattatraya; Gupta, Shivangi; Choudhury, Basanta Kumar; Rajguru, 2022) kanker payudara (Nkansah et al., 2022), karies gigi(Kaul et al., 2023), Maloklusi(Belludi et al., 2021), Tuna netra (M. Wati, 2015) Miopia (Sretić et al., 2019) hingga astigmatisma(Arini et al., 2023) Mengidentifikasi anomali genetik menggunakan dermatoglifi dapat membantu mengidentifikasi deformitas kongenital dan berbagai kondisi medis lainnya. Dermatoglifi pada beberapa penyakit genetik bersifat spesifik baik pada kelainan kromosom autosom maupun kromosom seks seperti penyakit sindrom down, skizofrenia, dan Talasemia (Pola et al., 2021; Robiatun, 2020)

Daktioskopi atau teknik pencetakan sidik jari, Daktioskopi bergantung pada analisis dan klasifikasi pola yang diamati pada setiap sidik jari. Sidik jari terdiri dari serangkaian punggung dan lembah pada permukaan jari; lengkungan, pusaran, dan lengkungan yang dibentuk oleh punggung dan lembah tersebut umumnya mengikuti sejumlah pola yang khas. (Britannica, 2024) Daktioskopi melibatkan pembersihan jari-jari dengan benzene atau eter, mengeringkannya, lalu tinta cetak hitam, diaplikasikan pada jari dari bantalan stemple sidik jari kanan dan kiri lalu. Di tempelkan pada lembaran kertas dan ditekan dengan kuat untuk mendapatkan mendapatkan hasil cetakan sidik jari yang terang dengan ruang jelas di antara setiap lekukan sehingga dapat diamati (Kaul et al., 2023)

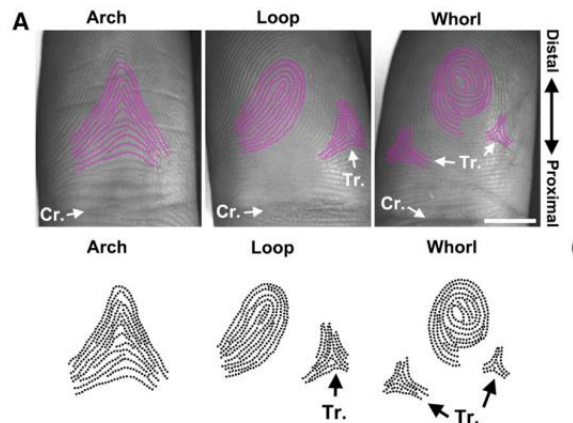
Teknik dalam pengambilan sidik jari dibagi menjadi dua, Exemplar dan Latent, *Exemplar prints* adalah sidik jari yang sengaja dikumpulkan dari seseorang, baik untuk tujuan pendaftaran dalam sistem atau saat ditangkap karena diduga melakukan tindak pidana. Selama penangkapan pidana, satu set exemplar prints biasanya mencakup satu sidik jari yang diambil dari setiap jari yang telah digulung dari satu sisi kuku ke sisi lainnya, kesan datar (atau *slap*) dari masing-masing empat jari setiap tangan, dan kesan datar dari setiap ibu jari. *Exemplar prints* dapat dikumpulkan menggunakan pemindaian langsung atau dengan menggunakan tinta pada kertas. (Hutchins, 2011)

Dalam ilmu forensik, sidik jari parsial yang diangkat dari permukaan disebut sidik jari laten. Kelembapan dan minyak pada jari menghasilkan sidik jari laten pada permukaan seperti kaca. Namun, karena tidak terlihat jelas, deteksinya mungkin memerlukan asupan bahan kimia melalui pengolesan bubuk, penyemprotan ninhidrin, penyemprotan yodium, atau perendaman dalam perak nitrat. Bergantung pada permukaan atau material tempat sidik jari laten ditemukan, Ilmuwan forensik menggunakan teknik yang berbeda untuk permukaan berpori, seperti kertas, dan permukaan tidak berpori, seperti kaca, logam, atau plastik. Permukaan tidak berpori memerlukan proses pengolesan bubuk, di mana bubuk halus dan kuas digunakan, diikuti dengan penempelan pita perekat untuk mengangkat sidik jari laten dari permukaannya. (Kasper Stephen, 2015)

2.1.4 Klasifikasi Pola Dermatoglifi

Untuk pengklasifikasian pola dermatoglifi menggunakan klasifikasi oleh sang penemu dari Klasifikasi Galton. Galton merancang sebuah formulir untuk mencatat jejak sidik jari yang dibubuhi tinta dan mendefinisikan tiga jenis pola utama: *Loop*, pola

yang cenderung melengkung kembali pada sisi yang sama; *Whorl*, pola yang cenderung berbentuk lingkaran; dan *Arch*, pola yang tidak membentuk loop atau lingkaran. (Hutchins, 2011)



Gambar 2. 3 Jenis-Jenis Pola Dermatoglifi Tangan

Sumber: Pola Dermatoglifi (Hutchins, 2011)

Dalam rumus klasifikasi Tripartite-nya, huruf-huruf untuk jari telunjuk, jari tengah, dan jari manis pada tangan kanan dikelompokkan bersama-sama, diikuti oleh huruf-huruf untuk jari telunjuk, jari tengah, dan jari manis pada tangan kiri. Huruf-huruf untuk ibu jari kanan dan jari kelingking kanan dicatat setelah rangkaian huruf ini, diikuti oleh huruf-huruf untuk ibu jari kiri dan jari kelingking kiri. (Hutchins, 2011)

[Right (TTM), Left (TTM), Right (Ibu Jari & Kelingking), Left (Ibu Jari & Kelingking)]

Misalnya, seseorang dengan pola sidik jari *Loop, Loop, Arch, Whorl, Loop* di tangan kanan dan *Whorl, Loop, Whorl, Loop, Loop* di tangan kiri akan, dalam sistem ini, memiliki klasifikasi LAWLWLLLWL. Serangkaian huruf ini dicatat pada formulir sidik jari dan formulir-formulir tersebut diarsipkan secara alfabetis

berdasarkan klasifikasinya. Berikut ini adalah penjelasan jenis polanya:(Hutchins, 2011)

a. *Loop*

Merupakan pola sekelompok alur yang memasuki wilayah pola di satu sisi, yang melengkung kembali, dan kemudian keluar dari wilayah pola di sisi yang sama. Hanya ada satu tri-radius yang ditemukan secara lateral pada ujung jari di area penutup pola. *Loop* disebut sebagai *ulnar loop* jika alurnya membuka ke sisi ulnar dan *radial loop* jika membuka ke arah sisi radial. (Belludi et al., 2021)



Gambar 2. 4 Pola *Loop*

Sumber: *Loop* (Belludi et al., 2021)

b. *Whorl*

Polanya memiliki dua atau lebih tri-radius dan alur tersusun dalam pola konsentris. Pola whorl bisa berbentuk spiral, simetris, *double-looped*, *center-pocketed* tergantung pada strukturnya (Belludi et al., 2021).



Gambar 2. 5 Pola *Whorl*

Sumber: *Whorl* (Belludi et al., 2021)

c. *Arch*

Mereka menampilkan pola alur yang paling sederhana, yang terbentuk oleh serangkaian satu atau lebih alur sejajar yang melintasi jari dari sisi ke sisi tanpa membentuk lengkungan. Kecuali untuk *arch tented*, yang memiliki titik tri-radius dekat garis tengahnya, pola-pola ini tidak ditemukan keberadaan tri-radius (Belludi et al., 2021)



Gambar 2. 6 Pola *Arch*

Sumber: *Arch* (Belludi et al., 2021)

Pola sidik jari yang paling umum dimiliki orang manusia adalah pola *loop*, sedangkan pola sidik jari yang paling jarang ditemukan adalah pola *arch*. Frekuensi rata-rata dari pola arch

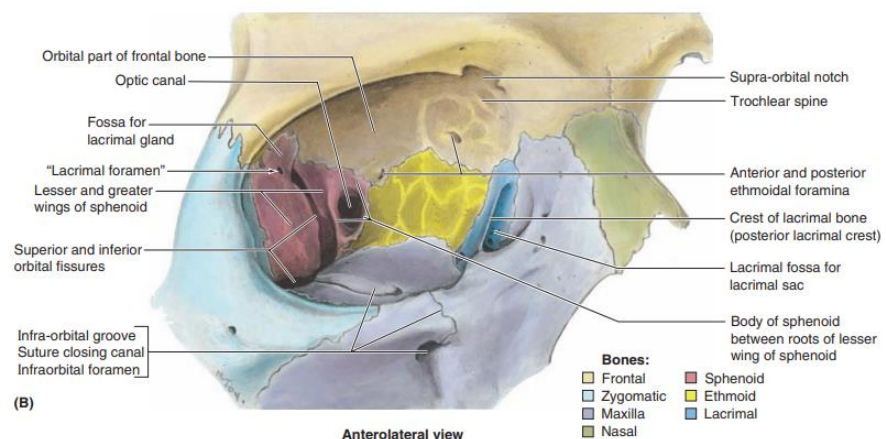
adalah 5%, loop 70% dan whorl sebesar 25% (Arini et al., 2023).

2.1.5. Anatomi Mata

Mata adalah organ penglihatan dan terdiri dari bola mata dan saraf optik. Orbita mengandung bola mata dan aksesorisnya. Wilayah orbital adalah area wajah yang menutupi orbita dan bola mata serta mencakup kelopak mata atas dan bawah serta kelenjar lakrimal. (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

a. Orbita

Orbita adalah rongga tulang bilateral dalam kerangka wajah yang menyerupai piramida empat persegi dengan basisnya mengarah anterolateral dan apiksnya berada pada posteromedial dinding media yang dipisahkan oleh sinus etmoid.

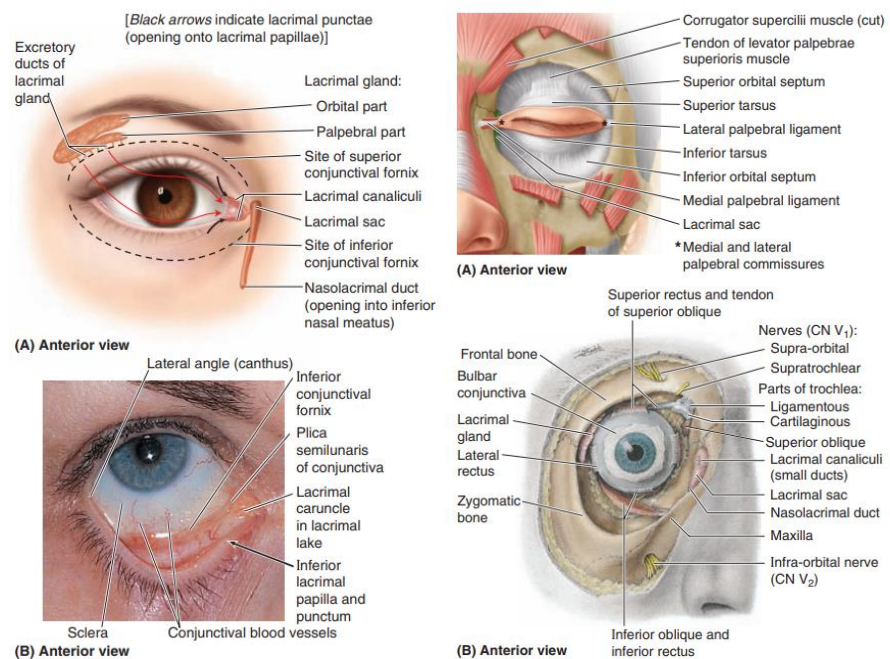


Gambar 2. 7 Tulang Orbita

Sumber: Buku Anatomi Moore(Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

Orbita dan wilayah orbital di depannya mengandung dan melindungi bola mata dan struktur visual aksesoris yang meliputi: (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

- 1) Kelopak mata, yang membatasi orbita secara anterior, mengontrol buka tutupnya bola mata.
- 2) Otot ekstraokular, yang memposisikan bola mata dan mengangkat kelopak mata superior.
- 3) Saraf dan pembuluh darah yang menginervasi dan memperdarahi bola mata dan otot bola mata
- 4) Fascia orbital yang melingkupi bola dan otot mata
- 5) Selaput mucus atau konjungtiva yang melapisi kelopak mata dan anterior bola mata serta sebagian besar aparatus lakrimalis yang melumasi mata



Gambar 2. 8 Penyokong Orbita

Sumber: Buku Anatomi Moore (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

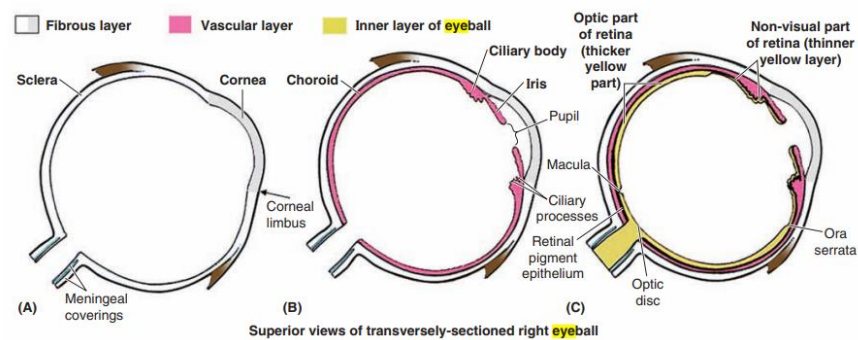
b. Bola Mata

Bola mata adalah perangkat sistem visual. Bola mata menempati sebagian besar bagian anterior orbita yang digantung oleh enam otot ekstrinsik dan aparatus suspensori fascia yang mengontrol pergerakannya. Bola mata memiliki diameter sekitar 25 mm. Ada lapisan jaringan ikat tambahan yang melingkupi bola mata.

Lapisan jaringan ikat terdiri dari bagian posterior dari selubung fascia bola mata atau fascia bulbar dan bagian anterior dari konjungtiva bulbar. Fungsinya menggerakkan bola mata di dalam selubung fascia. (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

Tiga lapisan bola mata adalah sebagai berikut:

- 1) Lapisan fibrosa, sklera dan kornea.
- 2) Lapisan vaskular, koroid, badan siliar, dan iris.
- 3) Lapisan dalam, retina yakni bagian optik & non optik.



Gambar 2. 9 Lapisan Bola Mata

Sumber: Buku Anatomi Moore (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

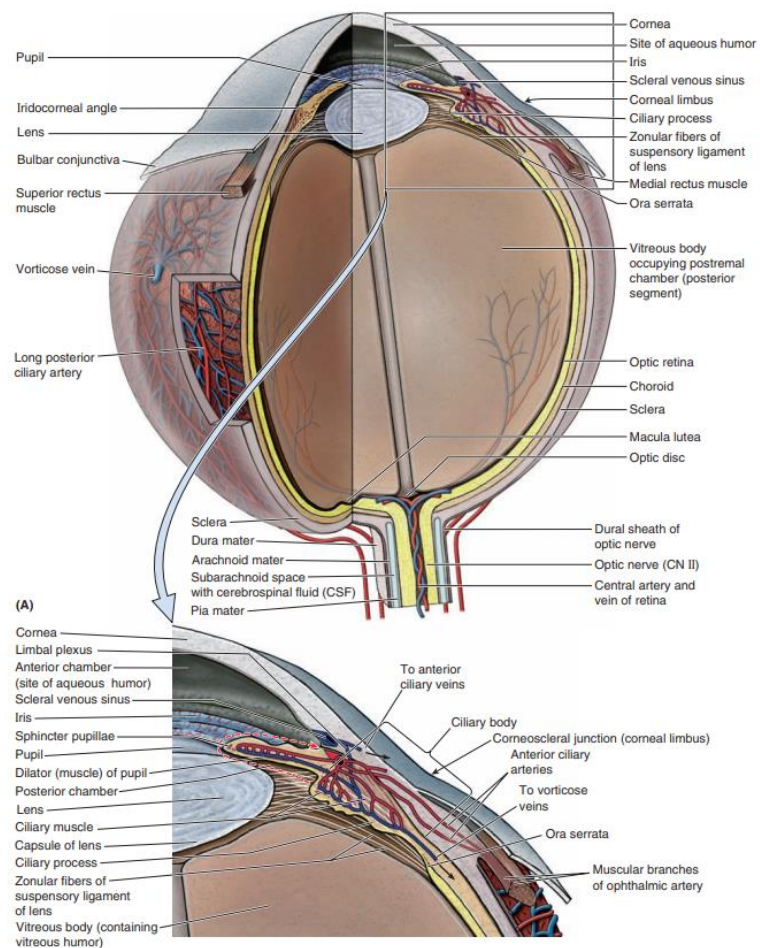
Lapisan Fibrosa Bola Mata

a) Kornea

Kornea adalah bagian transparan dari lapisan fibrosa yang menutupi sepertiga anterior bola mata. Kornea akan terlihat menonjol dari bola mata jika dilihat secara lateral. Kornea bersifat avaskular, menerima nutrisinya dari pembuluh darah di jaringan sekitar dan cairan lakrimal dan *aqueous humor*. Limbus kornea adalah sudut yang dibentuk oleh lengkungan antara sklera dan kornea di pertemuan korneoskleral. (Augsburger, 2018)

b) Sklera

Sklera adalah bagian yang tidak tembus cahaya dari lapisan fibrosa bola mata dan menutupi lima per enam bagian posterior bola mata serta memberikan pelekatan bagi baik otot ekstraokuler maupun intraokuler. Bagian anterior sklera akan terlihat sebagai bagian putihnya mata (Augsburger, 2018)



Gambar 2. 10 Struktur Bola Mata

Sumber: Buku Anatomi Moore (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

Lapisan Vaskular Bola Mata

a) Koroid

Koroid merupakan lapisan coklat kemerahan gelap antara sklera dan retina, membentuk bagian terbesar dari lapisan

vaskular bola mata dan melapisi sebagian besar sklera. Koroid berlekatan dengan lapisan retina Fungsinya menyuplai dengan oksigen dan nutrisi. Lapisan ini akan terlihat sebagai warna merah jika terdapat pantulan cahaya atau *flash* yang terdapat pada kamera foto. (Augsburger, 2018)

Badan siliar adalah penebalan berbentuk cincin dari lapisan posterior ke pertemuan korneoskleral. Badan siliar menghubungkan koroid dengan iris. Badan siliar mengontrol ketebalan, dan fokus, lensa. Prosesus siliaris, mengeluarkan *aqueous humor*. *Aqueous humor* mengisi segmen anterior bola mata, bagian dalam bola mata anterior ke lensa, ligamen suspensori, dan badan siliar. (Augsburger, 2018)

b) Iris

Terletak pada permukaan anterior lensa yang merupakan diafragma tipis dengan lubang ditengahnya yakni pupil untuk mentransmisikan cahaya. Ukuran pupil bervariasi untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata. Dua otot tak sadar mengontrol ukuran pupil yakni sfingter pupil yang jika dipengaruhi sistem saraf parasimpatis akan mengurangi diameternya atau *miosis*, dan dilator pupil yang jika dipengaruhi sistem saraf simpatik meningkatkan diameternya atau *midriasis*. Sifat respons pupilaris paradoks: respon simpatik biasanya terjadi secara langsung, namun mungkin butuh hingga 20 menit bagi pupil untuk melebar sebagai respons terhadap pencahayaan rendah, seperti pada ruang teater yang gelap. Respon parasimpatis biasanya lebih lambat dari pada respons simpatik, Pelebaran pupil juga dapat terjadi dalam beberapa penyakit tertentu

atau sebagai hasil dari trauma atau penggunaan obat-obatan tertentu. (Augsburger, 2018)

c) Retina

Lapisan dalam bola mata adalah retina. Retina adalah lapisan saraf sensorik bola mata. Retina terdiri dari dua bagian fungsional dengan lokasi yang berbeda. bagian optik dan retina non-visual. Bagian optik dari retina merupakan bagian sensitif terhadap sinar cahaya visual dan memiliki dua lapisan yakni lapisan saraf dan lapisan berpigmen. Lapisan saraf adalah reseptif cahaya. Lapisan berpigmen terdiri dari satu lapisan sel yang memperkuat sifat penyerapan cahaya koroid dalam mengurangi penyebaran cahaya di bola mata. Retina non-visual adalah kelanjutan bagian anterior dari lapisan berpigmen dan lapisan sel pendukung. Retina non-visual meluas melintasi badan siliar, permukaan posterior iris hingga ke pinggiran pupil. (Augsburger, 2018)

2.1.6. Fisiologi Penglihatan

Baik kornea dan lensa merupakan struktur yang penting untuk refraktif mata. Permukaan kornea yang melengkung merupakan hal yang paling penting terhadap kemampuan refraktif keseluruhan mata. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan kerapatan antara udara dan kornea jauh lebih besar daripada perbedaan kerapatan antara lensa dan cairan di sekitarnya. Kemampuan refraktif kornea seseorang biasanya tetap, karena kelengkungan kornea cenderung untuk tidak pernah berubah. Jika sebuah gambar difokuskan sebelum mencapai retina atau belum difokuskan saat mencapai retina, gambar tersebut akan tidak jelas. Untuk memfokuskan kedua sumber cahaya, baik dekat maupun jauh ke dalam titik fokus mata

pada jarak dekat tertentu, lensa harus lebih kuat. (Sherwood, Lauralee, 2019)

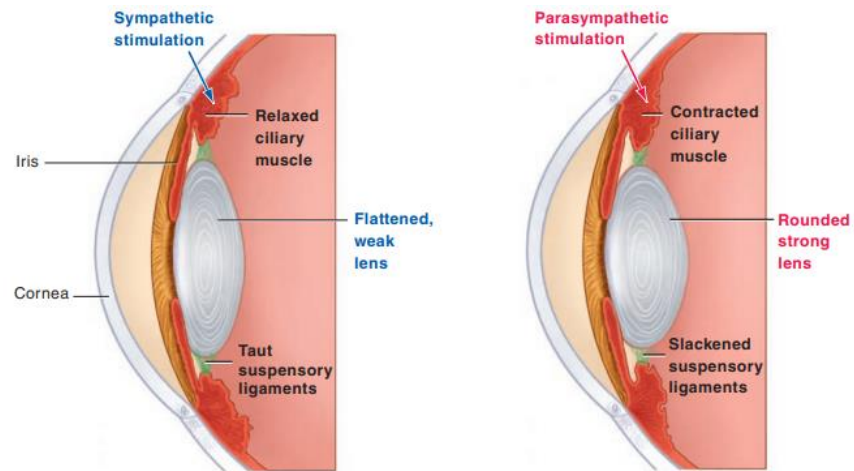
2.1.6.1 Akomodasi

Kemampuan untuk menyesuaikan kekuatan lensa dikenal sebagai akomodasi. Kekuatan lensa bergantung pada bentuknya serta kekuatan fokusnya diatur oleh otot siliaris. Otot siliaris adalah bagian dari badan siliaris, sebuah diferensiasi bagian anterior dari lapisan koroid. Badan siliaris memiliki dua komponen utama yakni otot siliaris dan jaringan kapiler yang memproduksi aqueous humor. Ketika otot siliaris rileks, ligamen suspensorius tegang akan menarik lensa. Sehingga akan membentuk lensa datar. Ketika otot berkontraksi, mengendurkan tegangan pada ligamen suspensori, maka akan memberikan tegangan yang lebih sedikit pada lensa, lensa menjadi lebih bulat. Pada mata normal, otot siliaris rileks, dan lensa datar untuk penglihatan jauh, Untuk fokus pada objek yang lebih dekat, otot berkontraksi agar lensa menjadi lebih cembung. Otot siliaris dikendalikan oleh sistem saraf otonom dengan stimulasi simpatik menyebabkan relaksasinya dan stimulasi parasimpatis menyebabkan kontraksinya (Sherwood, Lauralee, 2019)

Lensa terdiri dari sekitar 1000 lapisan sel yang inti dan organelnya dihancurkan selama perkembangan, sehingga sel-selnya bening. Tanpa DNA dan sintesis protein, sel lensa dewasa tidak dapat beregenerasi atau memperbaiki diri. Sel di pusat lensa adalah yang paling rawan. Tidak hanya mereka yang paling tua, tetapi mereka juga paling jauh dari humor akuosa, sumber nutrisi lensa. Dengan bertambahnya usia, sel-sel pusat yang tidak dapat diperbarui ini mati dan menjadi kaku. Dengan hilangnya elastisitas, lensa tidak lagi dapat mengambil bentuk bulat yang diperlukan untuk menyesuaikan penglihatan dekat. Penurunan kemampuan akomodatif yang terkait dengan usia ini, presbiopia, memengaruhi

sebagian besar orang pada usia pertengahan (45–50 tahun), memaksa mereka menggunakan lensa korektif untuk penglihatan dekat (membaca). Serat elastis dalam lensa biasanya transparan. Kadang-kadang serat ini menjadi buram sehingga sinar cahaya tidak dapat melewatinya. Keadaan ini dikenal sebagai katarak. (Sherwood, Lauralee, 2019)

Gangguan penglihatan lain yang umum adalah rabun dekat (miopia) dan rabun jauh (hipermetropia). Pada mata normal (emetropia), sumber cahaya jauh difokuskan pada retina tanpa akomodasi, sedangkan kekuatan lensa ditingkatkan oleh akomodasi untuk membawa sumber dekat ke dalam fokus. Pada miopia, karena bola mata terlalu panjang atau lensa terlalu kuat, sumber cahaya dekat difokuskan pada retina tanpa akomodasi meskipun akomodasi biasanya digunakan untuk penglihatan dekat, sedangkan sumber cahaya jauh difokuskan di depan retina dan bayangan akan buram. Dengan demikian, individu miopia memiliki penglihatan dekat yang lebih baik daripada penglihatan jauh, kondisi yang dapat diperbaiki dengan lensa cembung. Dengan hipermetropia, penyebabnya bola mata terlalu pendek atau lensa terlalu lemah. Objek jauh difokuskan pada retina hanya dengan akomodasi, sedangkan objek dekat difokuskan di belakang retina dengan akomodasi juga sehingga bayangan buram juga. Dengan demikian, individu hipermetropia memiliki penglihatan jauh yang lebih baik daripada penglihatan dekat, kondisi yang dapat diperbaiki dengan lensa cekung. Alih-alih menggunakan kacamata korektif atau lensa kontak, banyak orang sekarang memilih untuk mengompensasi kesalahan refraksi dengan operasi mata laser seperti LASIK. (Sherwood, Lauralee, 2019)



Gambar 2. 11 Perubahan Lensa dan Otot Siliaris saat Rangsangan Cahaya

Sumber: Buku Anatomi Moore (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

2.1.6.2 Refraksi

Pemeriksaan refraksi adalah proses pengukuran gangguan refraksi mata menggunakan prinsip-prinsip optik oleh seorang ahli oftalmologi membantu dalam mengoreksi gangguan penglihatan dengan resep kacamata atau lensa kontak yang sesuai. Prosedur ini rutin dilakukan oleh ahli oftalmologi untuk memastikan pasien mendapatkan perawatan yang tepat sesuai dengan kebutuhan mata mereka (Mata et al., 2018)(Ilyas & Yulianti, 2019)

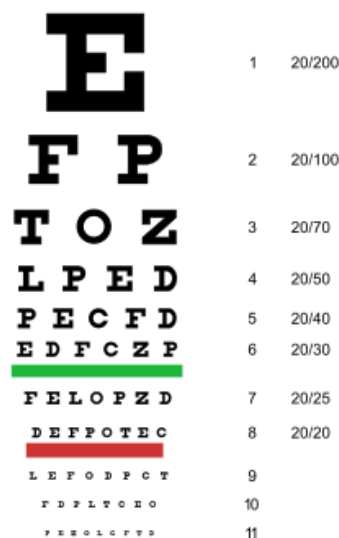
Pemeriksaan refraksi dapat dibagi menjadi dua kategori utama yakni objektif dan subjektif. Metode objektif menggunakan alat untuk menentukan status refraksi pasien dengan cepat di mana respons pasien terhadap berbagai pilihan lensa atau pengaturan yang diberikan oleh pemeriksa. Ini memungkinkan untuk penyesuaian yang lebih tepat dan akurat terhadap kebutuhan visual individu. Ketajaman penglihatan maksimal yang dicapai dalam pemeriksaan ini sangat bergantung pada kerjasama pasien dan kemampuan

mereka untuk memberikan umpan balik yang akurat. (Mata et al., 2018).

Pada metode subjektif, pemeriksaan refraksi memerlukan tanggapan dari pasien. Metode ini mengandalkan alat-alat tertentu untuk mengukur karakteristik optik mata secara langsung. Beberapa metode pemeriksaan subjektif dan objektif yang umum digunakan adalah:(Corina & Elfina, 2018)

a. Snellen Chart

Merupakan alat uji refraksi mata untuk mengetahui tingkat ketajaman penglihatan pasien.



Gambar 2. 12 Snellen Chart

Sumber: Buku Anatomi Moore(Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

b. Lensometer

Alat untuk mengukur dioptri lensa kacamata baik lensa spheris, cylinder, serta axisnya. Pengukuran dilakukan apabila pasien sudah memiliki kacamata



Gambar 2. 13 Lensometer

Sumber: Buku Anatomi Moore (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

c. *Trial lens*

Merupakan alat uji subjektif yang memerlukan feedback langsung mengenai kejelasan lensa yang dipakai saat penggunaan. Pada *trial lens* terdiri dari lensa spheris minus, spheris plus, silinder minus, silinder plus. (Corina & Elfina, 2018)



Gambar 2. 14 Trial Lens

Sumber: Buku Anatomi Moore (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, 2014)

d. Autofrefraktometer

Autofraktometer adalah alat diagnostik objektif yang digunakan dalam optometri dan oftalmologi untuk mengukur refraksi mata secara otomatis. Autofraktometer bekerja dengan cepat dan memberikan hasil yang akurat dengan menggunakan prinsip refraktometri otomatis.

2.1.7. Kelainan Refraksi Mata

Mata dapat mengubah daya bias untuk menetapkan fokus yang tepat ketika cahaya masuk ke dalam mata dengan mengubah fokus pada lensa. Kontraksi otot siliaris menimbulkan penebalan atau penipisan kelengkungan lensa akibat adanya cahaya dari objek dekat atau jauh melalui proses yang disebut akomodasi. Keseimbangan dalam pembiasan sebagian besar ditentukan oleh lensa, kelengkungan kornea, dan panjangnya bola mata. Kornea mempunyai daya pembiasan sinar terkuat dibanding bagian mata lainnya. Lensa memegang peranan membiaskan sinar terutama pada saat melakukan akomodasi atau bila melihat benda yang dekat. Panjang bola mata seseorang dapat berbeda-beda. Bila terdapat kelainan pembiasan sinar oleh kornea misalnya mendatar atau mencembung atau adanya perubahan panjang bola mata maka cahaya tidak dapat terfokus pada makula. Keadaan ini disebut sebagai ametropia atau kelainan refraksi mata. (Ilyas & Yulianti, 2019)(Augsburger, 2018)

Dalam bahasa Yunani ametros berarti tidak sebanding atau tidak seimbang, sedang ops berarti mata.(Augsburger, 2018) Sehingga ametropia adalah keadaan pembiasan mata dengan panjang bola mata yang tidak seimbang, terjadi akibat kelainan kekuatan pembiasan sinar media penglihatan atau kelainan bentuk bola mata. Kelainan refraksi merupakan kelainan mata yang sangat umum terjadi. Ametropia dalam keadaan tanpa akomodasi atau

dalam keadaan istirahat memberikan bayangan sinar sejajar pada fokus yang tidak terletak pada retina. Ada tiga jenis kelainan refraksi mata yaitu myopia, astigmatisme dan hipermetropia (Ilyas & Yulianti, 2019)

2.1.7.1. Epidemiologi dan Prevalensi

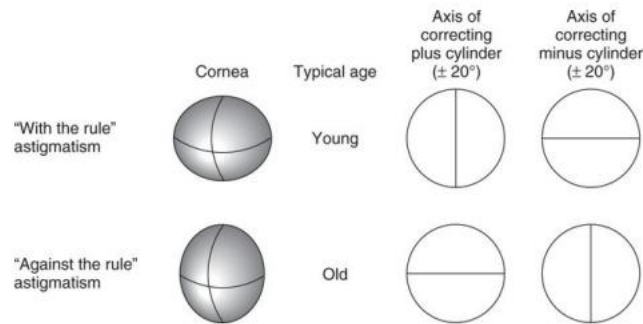
Secara global, setidaknya 2,2 miliar orang mengalami gangguan penglihatan. Sekitar 1 miliar dari kasus-kasus tersebut, diperkirakan terdapat sekitar 153 juta orang dengan gangguan penglihatan akibat kelainan refraksi yang tidak terkoreksi. Astigmatisme adalah kelainan refraksi yang sering ditemukan di Indonesia, Taiwan, dan Jepang, yaitu hampir 50%. Penelitian menemukan prevalensi miopia sebesar 48.1%, hipermetropia sebesar 15.8%, dan astigmatisme sebesar 47.2% pada usia dewasa (>21 tahun) di Indonesia. (Handriwei & Amalia, 2020) Diperkirakan secara global hanya 36% penderita gangguan penglihatan akibat kelainan refraksi yang mendapat akses terhadap intervensi yang tepat. Gangguan penglihatan menimbulkan beban keuangan global yang sangat besar, dengan biaya produktivitas global tahunan diperkirakan mencapai US\$ 411 miliar. (World Health Organization, 2023)

Sebuah penelitian yang dilakukan di Rumah Sakit JIH dan PKU Muhammadiyah Gamping pada tahun 2016 menemukan bahwa faktor genetik memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian astigmatisme pada anak-anak. Dalam penelitian tersebut, faktor genetik menunjukkan hubungan yang lebih kuat ($p=0,003$, 95% CI for $B=0,52-1,18$) dibandingkan dengan faktor gaya hidup seperti kebiasaan menggunakan gadget ($p=0,015$, 95% CI for $B=0,50-1,01$), kebiasaan membaca ($p=0,204$, 95% CI for $B= -0,49-0,46$), dan

kebiasaan menonton televisi lebih dari dua jam sehari ($p=0,211$, 95% CI for B= $-0,55-0,25$)(Setyandriana et al., 2019)

2.1.7.2 Astigmatisma

Pada astigmatisma berkas sinar tidak difokuskan pada satu titik dengan tajam pada retina akan tetapi pada 2 garis titik api yang saling tegak lurus yang terjadi akibat kelainan kelengkungan permukaan kornea. ada beberapa macam jenis astigmat berdasarkan usia; 1) astigmatisme *With the Rule* atau WTR pada bayi yang baru lahir, yang berarti kelengkungan kornea pada bidang vertikal bertambah atau lebih kuat atau jari-jarinya lebih pendek dibanding jari-jari kelengkungan kornea di bidang horizontal. Jenis astigmat ini memerlukan lensa silinder negatif dengan sumbu 180 derajat untuk memperbaiki kelainan refraksi yang terjadi; 2) Astigmatisma menjadi *Against the Rule* atau ATR yang terjadi di usia dewasa Keadaan ini terjadi akibat kelengkungan kornea pada meridian horizontal lebih kuat dibandingkan kelengkungan kornea vertikal, dimana kornea menjadi lebih sferis kembali sehingga kelainan refraksi astigmat dikoreksi dengan silinder negatif dilakukan dengan sumbu tegak lurus (60-120 derajat) atau dengan silinder positif sumbu horizontal (30-150 derajat). Hal ini sering ditemukan pada usia lanjut (Augsburger, 2018)



Gambar 2. 15 Jenis-jenis Astigmatisma

Sumber: Buku Klinis Mata (Augsburger, 2018)

Adapun bentuk astigmat ada 2 yaitu : 1) Astigmatisma regular adalah Astigmat yang memperlihatkan kekuatan pembiasan bertambah atau berkurang perlahan-lahan secara teratur dari satu meridian ke meridian berikutnya. Bayangan yang terjadi pada astigmat regular dengan bentuk yang teratur dapat berbentuk garis, lonjong atau lingkaran; dan 2) Astigmat iregular: Astigmat yang terjadi tidak mempunyai 2 meridian saling tegak lurus. Astigmat iregular dapat terjadi akibat kelengkungan kornea pada meridian yang sama berbeda sehingga bayangan menjadi iregular. Astigmatisme iregular terjadi akibat infeksi kornea, trauma dan distrofi atau akibat kelainan pembiasan pada meridian lensa yang berbeda. (Augsburger, 2018)

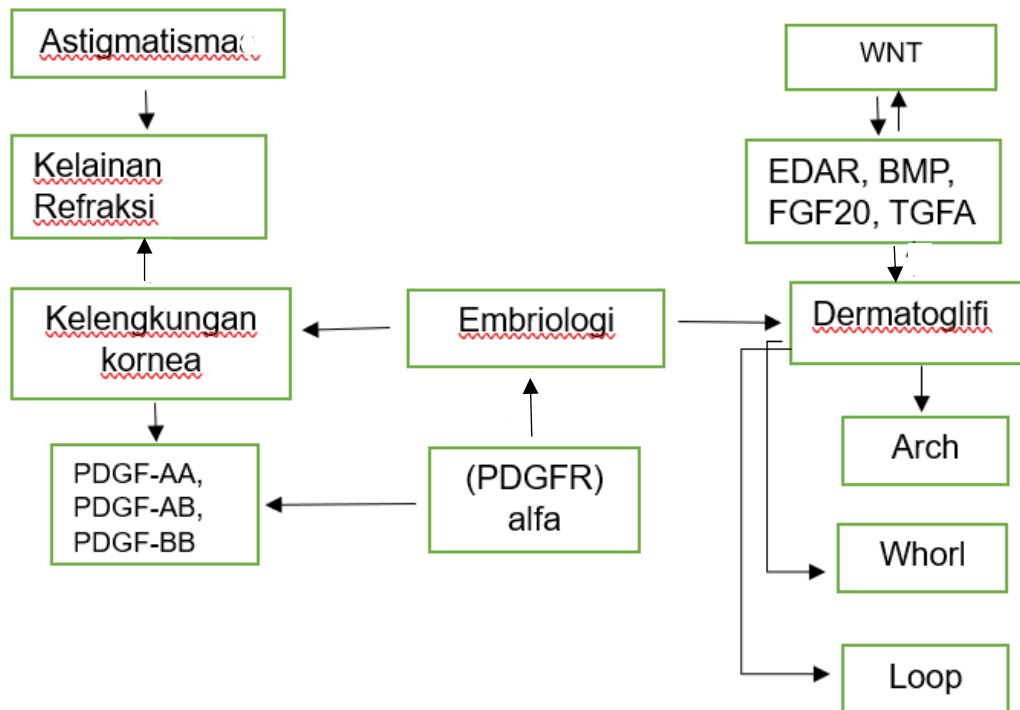
Etiologi

Penyebab umum astigmatisme adalah perubahan pada kelengkungan kornea, dimana pada dewasa terjadi peningkatan usia yang berpengaruh terhadap penebalan horizontal dan penipisan vertikal akibat elastisitas dan kekakuan kornea. Sedangkan kejadian astigmat pada bayi dikarenakan kecuraman dari lengkung kornea (Panjaitan et al., 2023). Etiologi astigmat dapat disebabkan Faktor Genomik

saat perkembangan embriologis, dimana terjadi penekanan kornea oleh kelopak mata sehingga mempengaruhi kelengkungan kornea saat lahir (Namba et al., 2020). Penelitian terdahulu menemukan adanya hubungan kuat antara lengkungan kornea dan gen PDGFRA, yang mengodekan reseptor faktor pertumbuhan derived platelet (PDGFR) alfa, yang membentuk heterodimer dengan isoform beta-nya. PDGFR-alfa berikatan dengan PDGF-AA, PDGF-AB, dan PDGF-BB memediasi beberapa proses biologis, termasuk proliferasi dan diferensiasi sel, yang mengakibatkan pertumbuhan bola mata dan remodelasi matriks. Aktivasi PDGF-AA, PDGF-AB, dan PDGF-BB menginduksi aktivitas kinase tirozin intraseluler, yang memulai sinyal intraseluler melalui kinase protein mitogen-aktivasi dan fosfatidilinositol 3 (PI3) kinase. (Namba et al., 2020)

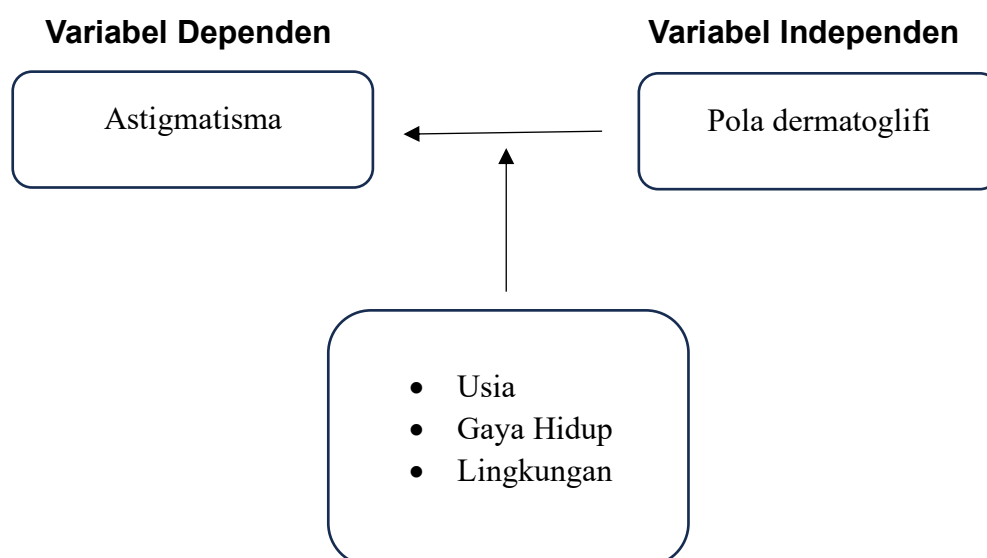
2.2 Kerangka Berpikir

2.2.1 Kerangka Teori



Gambar 2. 16 Kerangka Teori

2.2.2. Kerangka Konsep



Gambar 2. 17 Kerangka Konsep

Variabel independen pada penelitian ini adalah pola dermatoglifi yang mana variable ini akan mempengaruhi variable dependen yakni astigmatisma. Astigmatisma juga bisa dipengaruhi oleh variable perancu seperti usia, gaya hidup dan lingkungan.

2.4. Hasil Penelitian Sebelumnya

Pola arch adalah pola sidik jari yang paling jarang dimiliki oleh kebanyakan orang, ditemukan hanya pada lima persen dari populasi. Pola ini terdiri dari lengkungan-lengkungan yang melintang dari satu sisi ke sisi lainnya. Sidik jari dengan pola arch dianggap sebagai penanda potensial untuk berbagai penyakit, menunjukkan bahwa dermatoglifi, khususnya pola sidik jari arch, merupakan indikator penting dalam diagnosis medis dan pemahaman genetika penyakit. Namun, penelitian yang meneliti hubungan antara dermatoglifi, terutama pola sidik jari arch, dan astigmatisme masih terbatas. Data yang dianalisis menunjukkan bahwa penderita mata silindris (astigmatisme) memiliki lebih banyak pola sidik jari arch dibandingkan orang dengan mata normal. Ini menunjukkan adanya kemungkinan keterkaitan antara pola sidik jari arch dan kondisi astigmatisme, sehingga temuan ini dapat mendorong penelitian lebih lanjut untuk menjadikan pola sidik jari arch sebagai penanda atau biomarker dalam mendeteksi risiko berbagai penyakit, termasuk astigmatisme. (Arini et al., 2023)

2.5 Hipotesis

a. Hipotesis Nol (H₀) :

Tidak ada hubungan yang signifikan pada kelompok pola dermatoglifi tertentu dengan astigmatisma pada Kadet Mahasiswa cohort 5 Fakultas Kedokteran Universitas Pertahanan Republik Indonesia

b. Hipotesis Alternatif (H₁) :

Ada hubungan yang signifikan pada kelompok pola dematoglifi tertentu dengan astigmatisma pada Kadet Mahasiswa cohort 5 Fakultas Kedokteran Universitas Pertahanan Republik Indonesia