

**DEPARTEMEN ILMU KESEHATAN MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS PADJADJARAN
PUSAT MATA NASIONAL RUMAH SAKIT MATA CICENDO
BANDUNG**

Sari Kepustakaan : Anatomi dan Fisiologi Sistem Sekresi dan Drainase
Lakrimalis
Penyaji : Siti Mutia Atisundara
Pembimbing : Dr. M. Rinaldi Dahlan, dr., SpM(K)

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh
Pembimbing

Dr. M. Rinaldi Dahlan dr., SpM(K)

Senin, 05 April 2021

Pukul 08.15 WIB

I. Pendahuluan

Sistem lakrimalis berperan penting dalam memelihara permukaan bola mata. Anatomi dan fisiologi sistem lakrimalis mencakup struktur-struktur yang terlibat dalam produksi dan drainase air mata. Aparatus lakrimalis memiliki dua fungsi, yaitu fungsi sekresi dan ekskresi.^{1,2,3}

Fungsi sekresi diperankan oleh kelenjar lakrimal dan kelenjar aksesori lakrimal. Fungsi ekskresi melalui puntum lakrimalis, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis. Sistem sekresi dan ekskresi kelenjar lakrimalis berperan dalam produksi komponen lapisan air mata. Setiap mata mendistribusikan air mata dengan cara berkedip, berfungsi untuk memelihara keutuhan lapisan air mata, dan drainase air mata tersebut dari permukaan bola mata.¹⁻³

Pemahaman mengenai sistem lakrimalis akan membantu kita untuk dapat menginterpretasikan kelainan pada lokasi tersebut. Pengetahuan mengenai anatomi dibutuhkan untuk pemeriksaan kepentingan diagnostik mengenai struktur terkait serta anatomi ini sangat penting dalam pembedahan yang tepat dan aman.^{1,2} Sari kepustakaan ini bertujuan untuk memaparkan mengenai anatomi dan fisiologi sistem sekresi dan drainase kelenjar lakrimal yang membantu dalam pemeriksaan dan penanganan kelainan sistem lakrimalis.

II. Aparatus Lakrimalis

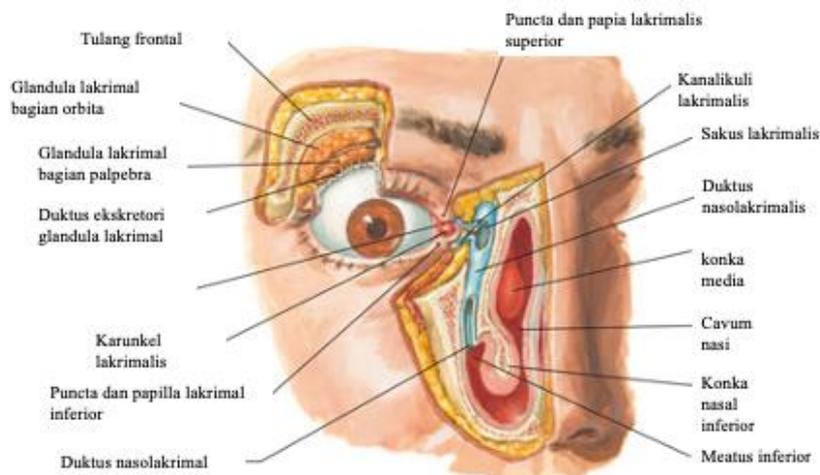
Kompleks lakrimalis terdiri atas organ-organ yang mensekresi air mata yaitu kelenjar lakrimal utama dan kelenjar lakrimal aksesori. Kelenjar lakrimal utama memiliki dua bagian yakni lobus orbital dan lobus palpebra. Puntum, kanalikuli, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis merupakan organ yang berfungsi untuk mengeksresikan air mata.^{1,3,4}

2.1 Anatomi Sistem Sekresi Lakrimal

Sistem sekresi lakrimal dibentuk oleh kelenjar lakrimal dan kelenjar aksesori lakrimal. Kelenjar lakrimal terletak dalam fossa tulang frontal pada orbital

superotemporal. Kelenjar lakrimal dipisahkan dari orbit oleh jaringan fibroadiposa yang terdiri dari lobus orbital dan palpebral.^{1,3,5}

Kelenjar lakrimal lobus orbita berbentuk seperti kacang kenari, terletak di dalam fossa kelenjar lakrimalis di segmen temporal atas anterior orbita yang dipisahkan dari bagian palpebra oleh kornu lateralis musculus levator palpebra. Kelenjar lakrimal memiliki ukuran 20 x 12 x 5 mm dengan berat 78 mg. Permukaan superior berbentuk cembung dan berbatasan dengan tulang orbita. Permukaan inferior berada di atas aponeurosis levator palpebra superior dan tepi atas musculus rektus lateral. Bagian anterior berbatasan dengan septum orbita dan lemak preaponeurotik, sedangkan bagian posterior diselubungi lemak orbita.^{1,5-7}



Gambar 1. Aparatus Lakrimalis

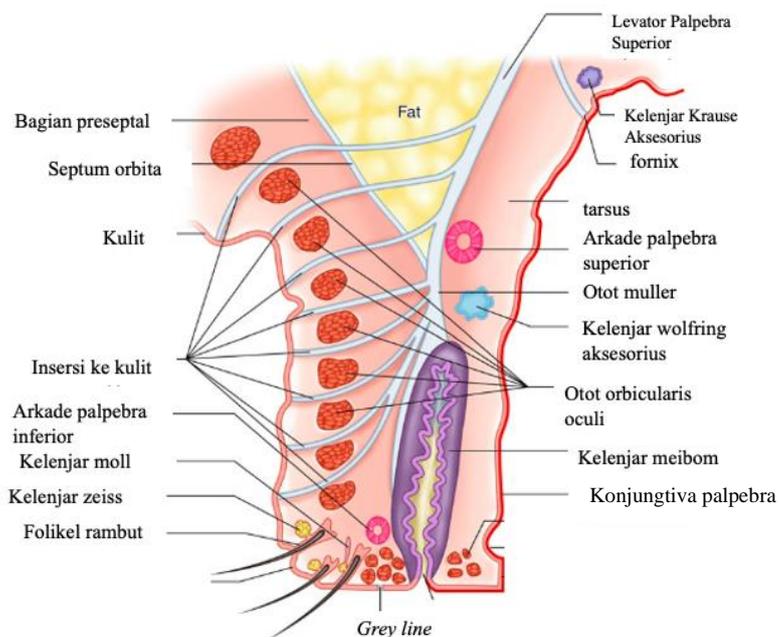
Dikutip dari: Netter FH dkk.⁸

Kelenjar lakrimal lobus palpebra berukuran seperempat lebih kecil dari lobus orbital. Permukaan superior lobus palpebra terletak tepat di atas segmen temporal forniks konjungtiva superior, di bawah aponeurosis dari musculus levator palpebra superior, memanjang menuju kelopak mata atas, dan bagian depan menempel pada ligamen *Whitnall*. Permukaan inferior kelenjar ini dapat terlihat ketika dilakukan eversi palpebra superior, tepatnya di forniks terdapat *isthmus* dari kelenjar yang berada di antara palpebra.^{1,3,5}

Duktus ekskretori kelenjar lakrimal memiliki 8-12 duktus dari lobus orbital melewati lobus palpebra bermuara ke forniks konjungtiva superior sekitar 5 mm

diatas tepi tarsal lateral. Duktus tersebut memiliki pembuluh darah, limfatik, dan saraf di dalamnya. Adanya kelainan yang terjadi pada bagian palpebra dapat mengurangi sekresi kelenjar lakrimal secara signifikan.^{1,2,5}

Kelenjar lakrimal aksesorius kelenjar *Krause* dan *Wolfring* terletak di tepi tarsus proksimal dan di fornix superior. Kelenjar-kelenjar ini sangat penting dalam membantu menjaga kelembaban kornea. Kelenjar ini memberikan sekitar 10% dari total massa sekresi lakrimal. Secara sitologi kelenjar ini mempunyai invasi dan gambaran histologi yang sama dengan kelenjar lakrimal utama.^{1,3,4}

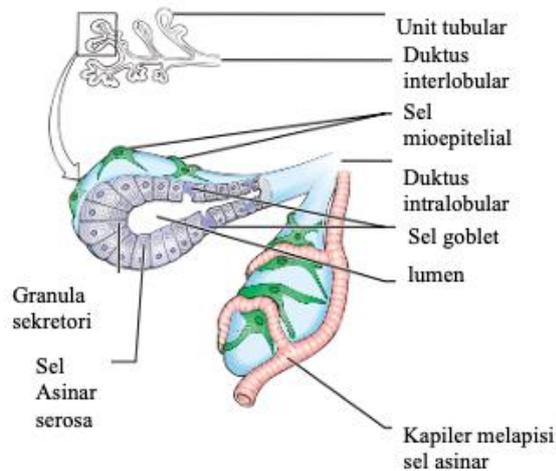


Gambar 2. Kelenjar Lakrimal Aksesorius

Dikutip dari: Nadeem dkk.⁶

Kelenjar lakrimal merupakan kelenjar eksokrin yang menghasilkan sekresi serosa. Kelenjar tersebut terdiri dari dua jenis sel yaitu sel epitel kelenjar asinar dan sel mioepitel yang mengelilingi parenkim dan ditutupi oleh membran basemen. Sekresi lakrimal dibagi menjadi sekresi basal dan sekresi reflek. Kelenjar aksesori berfungsi pada sekresi basal air mata dan kelenjar lakrimal berfungsi untuk reflek air mata, namun penelitian lebih lanjut menemukan bahwa kelenjar lakrimal merespon sebagai satu kesatuan. Kelenjar lakrimal merupakan kelenjar tubuloasinar yang terdiri dari lobus-lobus yang dipisahkan oleh septum interstisial

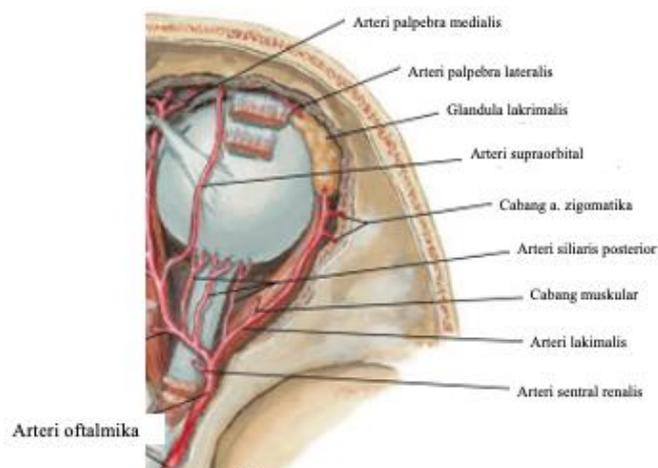
fibrovaskuler. Lobus mengandung banyak asini yang dipisahkan oleh jaringan ikat longgar intralobular dan jaringan adiposa.^{1,3,6}



Gambar 3. Sel-sel Pada Kelenjar Lakrimal

Dikutip dari: Forrester dkk.²

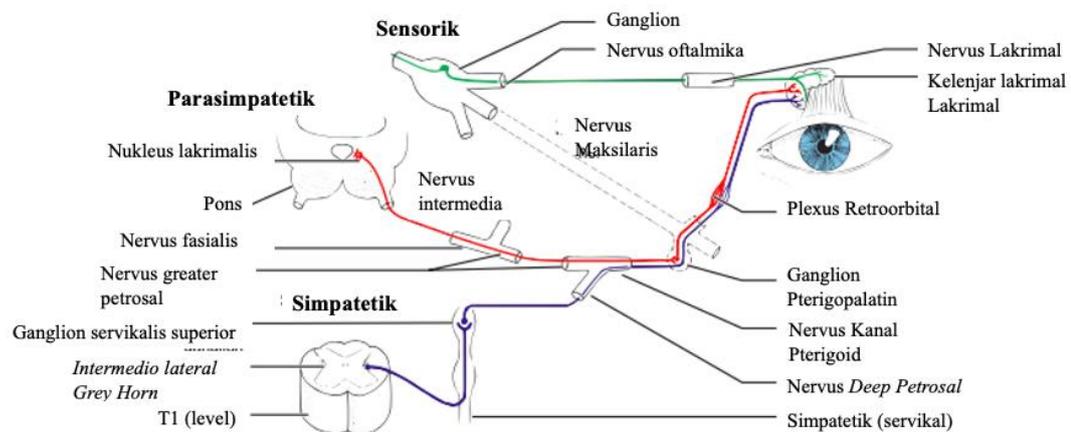
Perdarahan kelenjar lakrimal berasal dari arteri lakrimalis, cabang dari arteri oftalmika yang memperdarahi kelenjar lakrimal. Arteri lakrimalis berjalan pada tepi atas muskulus rektus lateralis bersama dengan nervus lakrimalis. Arteri infraorbital cabang dari arteri maksilaris juga memperdarahi kelenjar lakrimal. Pembuluh darah vena berjalan pada posterior kelenjar lakrimal ke vena oftalmika superior di orbita menuju sinus kavernosus. Drainase limfe bersatu dengan pembuluh limfe konjungtiva dan mengalir ke kelenjar getah bening preaurikular.^{1,5,9}



Gambar 4. Vaskularisasi Kelenjar Lakrimal

Dikutip dari: Netter FH dkk.⁸

Kelenjar lakrimal dipersarafi oleh nervus lakrimalis yang merupakan cabang dari divisi pertama nervus trigeminus dan berasal dari nukleus salivarius superior. Saraf simpatis berjalan menyertai arteri dan nervus lakrimalis. Neuroanatomi kelenjar yang sangat kompleks mengatur stimulasi reflek dan psikogenik. Nervus trigeminus oftalmika cabang lakrimal membawa informasi sensoris dari kelopak mata dan konjungtiva. Reflek lakrimasi merupakan jalur aferen yang dirangsang oleh stimuli sensoris seperti angin, suhu, sentuhan dan nyeri diteruskan melalui cabang nervus trigeminus ini. Saraf ini berjalan sepanjang orbit superotemporal, antara atap orbita dan musculus rektus lateralis untuk kemudian bergabung dengan cabang lain dari nervus trigeminus cabang oftalmika di fisura orbital superior.^{1,4,10}



Gambar 5. Reflek Lakrimal

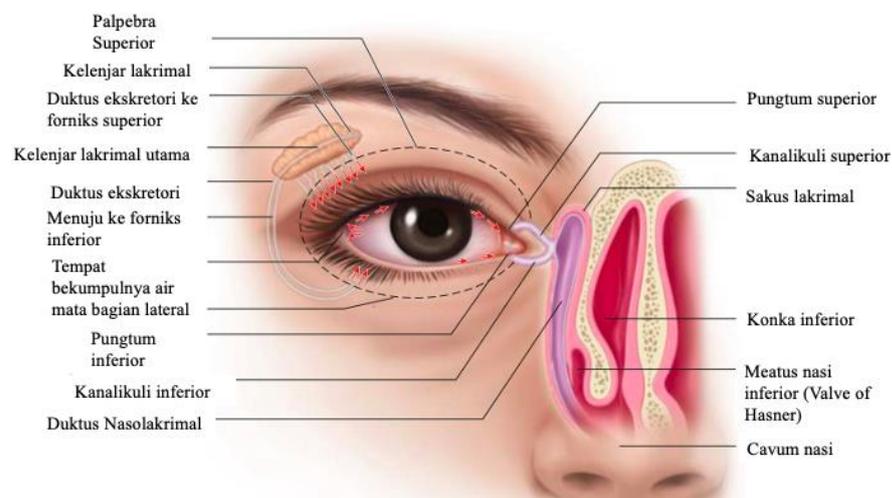
Dikutip dari: Forrester dkk.²

Persarafan parasimpatetik merupakan jalur eferen berasal dari nukleus lakrimalis dari nervus fasialis di pons. Serabut ini mencapai kelenjar lakrimal secara langsung melalui plexus retroorbital nervus trigeminus cabang oftalmika. Serabut saraf preganglionik membawa nervus *greater petrosal* cabang dari nervus fasialis dan nervus kanal pterigoid sebelum bersinapsis di ganglion pterigopalatin. Serabut saraf postganglionik berjalan berdampingan dengan nervus maksilaris menuju kelenjar lakrimal dan memberikan stimulasi untuk sekresi lakrimal. Persarafan parasimpatetik berperan pada proses reflek lakrimal sebagai respons terhadap stimuli emosional.^{1,10}

Persarafan simpatis merupakan reflek lakrimal jalur aferen yang berasal dari divisi pertama dan kedua nervus trigeminus, berasal dari ganglion servikalis superior, menyatu dengan nervus *deep petrosal* dan plexus karotis interna. Setelah itu berjalan bersamaan dengan serabut saraf parasimpatik bertemu dalam nervus kanal pterygoid dan mengikuti rute yang sama untuk mensuplai kelenjar lakrimal.^{1,10}

2.2 Anatomi Sistem Ekskresi Lakrimal

Sistem ekskresi lakrimal terdiri dari pungtum lakrimalis, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis. Pungtum lakrimalis superior dan inferior memiliki diameter sekitar 0,3 mm. Pungtum inferior berjarak 6,5 mm dari kantung medial sementara jarak pungtum superior adalah 6,0 mm, sehingga pungtum inferior terletak lebih dekat ke limbus kornea.^{1,3,4,11}

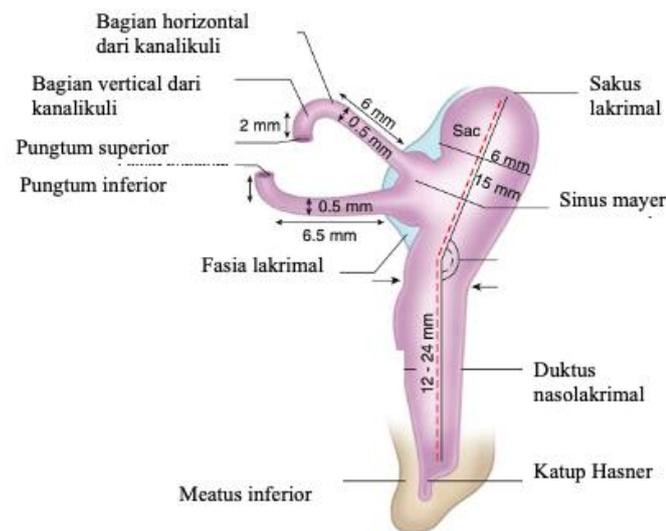


Gambar 6. Sekresi dan Ekskresi Aparatus Lakrimal

Dikutip dari: Ansari MW dkk.⁶

Kanalikuli lakrimalis berukuran 6-8 mm, bermula dari pungtum lakrimalis dan berjalan secara vertikal dari margo palpebra sepanjang 2 mm, kemudian berbelok ke medial lalu berjalan secara horizontal. Kanalikulus superior berjalan ke arah medial dan inferior, sedangkan kanalikulus inferior ke arah medial dan superior. Pertemuan antara bagian vertikal dan horizontal dari kanalikulus membesar membentuk ampula. Kanalikulus lakrimalis kemudian memasuki area periorbita yang menyelubungi sakus lakrimalis. Pada kanalikuli terdapat katup Rosenmuller

yang menutupi persimpangan antara kanalikuli dan sakus lakrimalis berfungsi untuk mencegah refluks air mata ke dalam kanalikuli. *Common canaliculi* memiliki panjang sekitar 1-2 mm. Kanalikuli terletak di posterior dari ligamentum palpebralis media dan diliputi oleh serabut-serabut muskulus orbikularis okuli pars lakrimalis. Dinding kanalikulus tipis dan elastis dan dilapisi oleh epitel skuamosa berlapis.^{1,6,11,12}



Gambar 7. Ukuran Saluran Ekskresi Lakrimal

Dikutip dari: Ansari MW dkk.⁶

Sakus lakrimalis memiliki panjang 10-15 mm dan panjang anteroposterior 4-8 mm terletak diantara *lacrimal crest* anterior dan posterior. Struktur ini terletak di fossa lakrimalis yang dibentuk oleh tulang lakrimal dan prosesus frontal dari maksila. Sakus lakrimalis diselubungi oleh lapisan fasia lakrimalis yang melekat bagian posterior ke krista lakrimalis posterior dan anterior ke krista lakrimalis anterior. Fasia ini dibentuk dari periorbita yang merupakan periosteum dari tulang-tulang orbita. Fasia lakrimalis memisahkan antara sakus lakrimalis dengan ligamentum palpebra media di bagian depan dan bagian lakrimal dari orbikularis okuli di bagian belakang. Ligamentum palpebra media menyelubungi hanya bagian atas dari bagian anterior sakus lakrimalis. Setengah bagian atas sakus lakrimalis berhubungan ke bagian medial dengan sinus anterior ethmoid dan setengah bagian bawah berhubungan ke medial dengan bagian anterior meatus nasi media.^{3,4,6}

Duktus nasolacrimal merupakan kelanjutan dari sakus lakrimal berukuran 12-24 mm. Duktus nasolakrimalis membuka ke bagian anterior dari meatus nasi inferior. Saluran ekskresi ini berjalan dari kanalikuli lakrimal, sakus lakrimal, dan berakhir di duktus nasolakrimal, yang mengarah ke hidung. Duktus nasolakrimalis terdapat dalam kanalis nasolakrimalis yang terletak di antara sinus maksilaris dan rongga nasal. Kanal ini dibentuk oleh tulang maksila, lakrimal, dan konka nasi inferior. Duktus nasolakrimalis membuka ke bagian anterior dari meatus nasi inferior dimana pada ujung lubang tersebut terdapat lipatan mukosa disebut Katup Hasner. Katup Hasner dapat terjadi obstruksi pada bayi baru lahir. Obstruksi ini biasanya akan terbuka secara spontan pada usia 4-6 minggu setelah kelahiran.^{1,6,11}

Pungtum lakrimal dan kanalikuli dilapisi epitel skuamosa non-keratin bertingkat yang menyatu dengan epitel margo kelopak mata. Epitel pada sakus lakrimalis berdiferensiasi menjadi dua lapisan yaitu lapisan permukaan kolumnar dan lapisan sel gepeng, yang terdiri dari sel goblet dan silia. Substansi propria terbentuk dari jaringan ikat dan serabut saraf elastis pada kanalikuli.^{1,9,11}

Sakus lakrimalis dan duktus lakrimalis mendapatkan suplai darah dari arteri palpebra media yang merupakan cabang arteri oftalmik, arteri fasialis, arteri infraorbital, dan arteri sfenopalatin dari maksila. Persarafan sakus lakrimalis dan duktus nasolakrimalis berasal dari cabang infratroklear nervus trigeminus divisi oftalmik dan anterosuperior nervus alveolar, cabang dari nervus trigeminus divisi maksilaris.^{3,4,10}

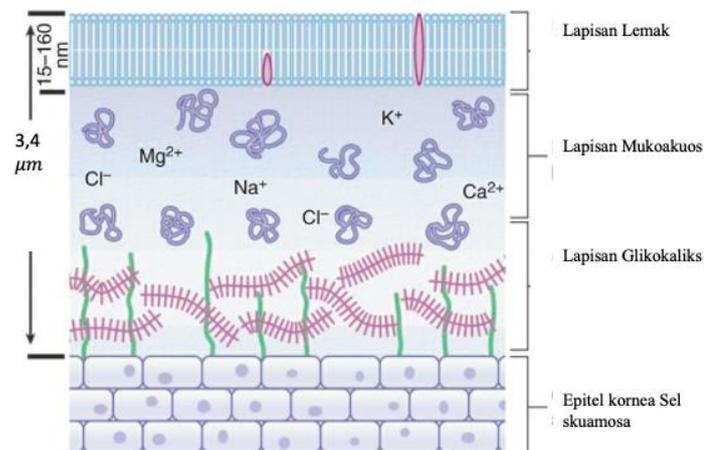
III. Fisiologi Sistem Lakrimal

Kelenjar lakrimal utama dan aksesoris berfungsi mensekresikan air mata. Lapisan air mata berperan melindungi kornea dan konjungtiva. Pada kondisi normal, sekitar 10% sampai 20% volume air mata yang disekresikan hilang akibat penguapan sisanya dialirkan melalui sistem ekskretori lakrimal ke dalam hidung. Sejumlah cairan air mata dapat diserap di sistem nasolakrimal. Lapisan air mata memiliki ketebalan 3,4 μm yang terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan lemak luar dengan tebal sekitar 43 nm, lapisan mukoakuos yang merupakan lapisan tengah

akuos berisi elektrolit, air, dan protein, serta lapisan mukus berisi protein, elektrolit, air, dan karbohidrat dalam glikokaliks.^{3,4,6,12}

3.1 Fisiologi Sistem Sekresi

Lapisan air mata berfungsi menjaga kelembaban pada permukaan optik antara udara luar dengan kornea, menjaga kadar oksigen, dan memberi nutrisi kornea yang avaskuler. Lapisan ini juga memiliki fungsi lubrikasi antara kelopak mata dan permukaan okuler. Aliran lapisan air mata sepanjang permukaan okuler dan drainase ke duktus nasolakrimalis berperan menghilangkan benda asing, debris, dan sel-sel yang tereksfoliasi. Lapisan air mata mengandung protein antibakterial seperti lisozim, laktoferin yang memproteksi kornea, dan konjungtiva dari infeksi bakteri.^{1,4,6,7}



Gambar 8. Lapisan Air Mata

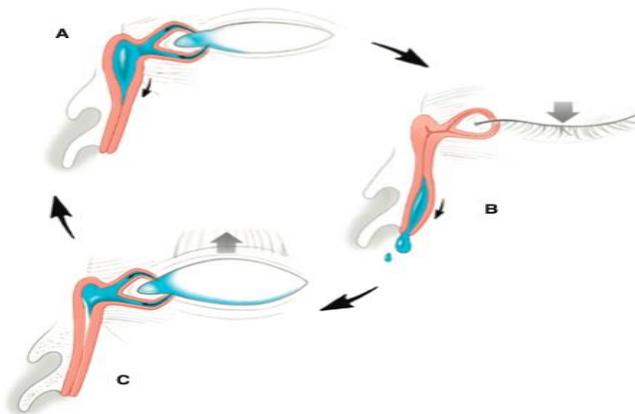
Dikutip dari: Brar dkk.¹

Lapisan air mata merupakan struktur yang terdiri dari beberapa lapis. Lapisan lemak air mata diproduksi oleh kelenjar meibom yang terletak di palpebra superior dan inferior serta oleh kelenjar Zeiss dan Moll pada permukaan luar kelopak mata. Lapisan akuos disekresikan oleh kelenjar lakrimal utama serta oleh kelenjar lakrimal aksesori *Krause* dan *Wolfring*. Lapisan mukus diproduksi oleh sel-sel goblet konjungtiva dan oleh sel-sel skuamosa dari epitel kornea dan konjungtiva.^{3,4,6,13}

Kelenjar lakrimal merupakan kelenjar eksokrin yang mensekresikan sebagian besar protein, elektrolit, dan air ke lapisan air mata. Protein yang disekresikan oleh kelenjar lakrimal yaitu protein antimikrobal terdiri dari lisozim, laktoferin, dan sekretori immunoglobulin A. Jenis immunoglobulin lain yang terkandung dalam air mata yaitu IgM, IgG, IgD, IgE. Cairan kelenjar lakrimal bersifat isotonik, konsentrasi elektrolit cairan kelenjar lakrimal mengandung Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , dan HCO_3^- . Ion-ion lain dengan konsentrasi sama seperti plasma, kecuali Na^+ yang memiliki konsentrasi lebih rendah dari plasma, dan K^+ dan Cl^- yang lebih tinggi. Fungsi dari HCO_3^- yaitu mengatur pH air mata.^{1,4,7}

3.2 Fisiologi Sistem Ekskresi

Sistem drainase lakrimal meliputi pungtum superior dan inferior, kanalikuli lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis. Kanalikuli superior dan inferior bersatu untuk membentuk *common canaliculi*, yang membuka dinding lateral sakus lakrimalis. Serabut otot orbikularis okuli tarsal mengelilingi sistem kanalikular dan sakus lakrimalis, sehingga air mata terdorong ke dalam sistem ekskresi sampai ke duktus nasolakrimalis dan berakhir di meatus inferior saat berkedip.^{11,13}



Gambar 9. Mekanisme Pompa Lakrimal. A) keadaan relaksasi, pungtum dan sakus lakrimalis dipenuhi air mata. B) pretarsal orbikularis kontraksi menutup menciptakan tekanan positif. C) otot orbikularis relaksasi tercipta tekanan negatif.

Dikutip dari: Bobby dkk³

Faktor yang mempengaruhi klirens lakrimal diantaranya seperti gaya gravitasi, evaporasi, penyerapan dari permukaan konjungtiva, aliran residu, dan pompa

lakrimal. Mekanisme pompa lakrimal terjadi ketika memejamkan mata, muskulus orbikularis okuli yang berkontraksi akan menyebabkan ampula menjadi tersumbat dan kanalikulus terkompresi, hal ini menyebabkan air mata tertampung di sakus lakrimalis. Sakus lakrimalis akan melebar akibat kontraksi muskulus orbikularis preseptal yang berinsersi ke dinding lateralnya. Kondisi ini akan menciptakan tekanan negatif pada sakus lakrimalis sehingga aliran air mata dari kanalikulus tertarik ke sakus lakrimalis. Ketika muskulus orbikularis okuli berelaksasi, sakus lakrimalis akan mengecil dan menyebabkan air mata mengalir ke duktus nasolakrimalis. Gradien tekanan positif atau negatif yang bersamaan dengan kontraksi dan relaksasi otot orbikularis okuli dengan cara berkedip dari kelopak mata penting dalam mempertahankan mekanisme pompa lakrimal.^{3,11,14}

IV. Simpulan

Anatomi sistem lakrimalis merupakan struktur yang terdiri dari organ kelenjar lakrimal beserta struktur pendukung disekitarnya, vaskularisasi dan persarafan. Aparatus lakrimalis memiliki komponen sekresi yang terdiri dari kelenjar lakrimal utama dan kelenjar lakrimal aksesori serta komponen ekskresi yang terdiri dari puntum lakrimalis, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis yang mengalirkan air mata ke rongga hidung. Sistem lakrimalis berfungsi untuk melindungi bola mata dengan cara mengatur sekresi dan ekskresi air mata agar menjaga hidrasi konjungtiva dan kornea terjaga. Pemahaman mengenai anatomi dan fisiologi dari sistem lakrimalis merupakan dasar untuk pemeriksaan, menentukan diagnosis dan tatalaksana yang sesuai pada kelainan-kelainan terkait sistem lakrimalis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brar V, Law S, Lindsey J, Mackey D, Schultze R, Singh R, *et al.* Fundamental dan Principles of Ophthalmology. Dalam: Cantor LB, Rapuano Cj, McCannel CA, editors. Basic Clinical Science Course. San Fransisco: American Academy of Ophthalmology; 2019. hlm. 28–34, 67-70,176-183.
2. Forrester JV, Dick AD, McMenamin PG, *et al.* Anatomy of the eye and orbit. Dalam: The Eye basic science in practice. Edisi ke-4 . China: Elsevier. 2016. hlm. 5-7.
3. Bobby SK, Cat NB Keith DC, *et al.* Oculofacial Plastic and Orbital Surgery. Dalam: Cantor LB, Rapuano Cj, McCannel CA, editors. Basic Clinical Science Course. San Fransisco: American Academy of Ophthalmology; 2019. hlm. 279-83.
4. Levin LA, Kaufman PL, *et al.* Formation and Function of the tear film. Dalam: Adler's physiology of the eye clinical application. Edisi Ke-11. Edinburgh; New York: Saunders Elsevier; 2011. hlm. 350-61.
5. Riordan-Eva P, Cunningham ET. Lids & Lacrimal Apparatus. Dalam: Vaughan & Asbury's General Ophthalmology. Edisi ke-18. California: McGraw Hill Lange. 2011. hlm. 78-79.
6. Ansari MW, Nadeem A. The Lacrimal Aparatus. Dalam: Atlas of Ocular Anatomy. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. hlm. 71-76.
7. Conrady CD, Joos ZP, Patel BCK. The Lacrimal Gland and Its Role in Dry Eye. Dalam: J Ophthalmol. 2016;11(4):1-4.
8. Netter FH, Machado CA, Hanson JT, *et.al.* Eyelid & Lacrimal Apparatus. Dalam: Netter's Atlas of Human Anatomy. Edisi ke-7. Philadelphia: Elsevier 2019. hlm. 95–97.
9. Ali MJ. Anatomy, Physiology and Immunology of the Lacrimal System. Dalam: Principles and Practice of Lacrimal Surgery. Edisi Ke-2. Singapore: Springer. 2018. hlm. 19-24.
10. Bhatti TM, Biousse Valeri, Bose Swaraj, *et al.* Neuro Ophthalmology. Dalam: Cantor LB, Rapuano Cj, McCannel CA, editors. Basic Clinical Science course. San Fransisco: American Academy of Ophthalmology; 2019. hlm. 23-54.
11. Salmon JF, Kanski JJ. Lacrimal Drainage System. Dalam: Kanski's clinical ophthalmology. Edisi ke-9. United Kingdom: Elsevier; 2020. hlm. 99-110.
12. Weber RK, Keerl R, Schaefer SD, *et al.* Anatomy and Physiology of the Nasolacrimal Ducts. Dalam: Atlas of lacrimal surgery. New York: Springer; 2017. hlm. 2-12.
13. Ali MJ, Paulsen Friedrich. Human Lacrimal Drainage System Reconstruction, Recanalization, and Regeneration. Dalam: J Current Eye Research. 2019; 5(4):3-5.
14. Detorakis E, Zissimopoulos A, Ioannakis K, Kozobolis V. Lacrimal Outflow Mechanisms and the Role of Scintigraphy: Current Trends. Dalam: World J Nucl Med. 2017;13(1):16.

