

I. Pendahuluan

Aparatus lakrimalis memiliki dua fungsi, yaitu fungsi sekretori dan ekskretori. Fungsi sekretori diperankan oleh kelenjar lakrimal dan kelenjar aksesori lakrimal, sedangkan fungsi ekskretori dijalankan oleh punctum lakrimalis, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis. Sistem sekretori dan drainase kelenjar lakrimal berperan memproduksi dan memelihara keutuhan lapisan air mata, dan drainase air mata tersebut dari permukaan bola mata. Fungsi yang normal dari kedua sistem tersebut sangat penting demi terciptanya refraksi optikal yang sesuai, pemeliharaan integritas kornea, dan kesehatan dari kornea.^{1,2}

Kelainan sekresi air mata dapat menyebabkan sindroma mata kering, yaitu suatu kumpulan gejala yang terjadi akibat berkurangnya jumlah atau fungsi lapisan air mata. Ketidakstabilan lapisan air mata pada sindroma ini menyebabkan kelainan pada permukaan bola mata, meningkatkan inflamasi permukaan bola mata, dan menstimulasi nyeri. Kelainan pada sistem ekskresi dapat berupa obstruksi yang bisa disebabkan oleh tumor, infeksi, atau trauma. Obstruksi dapat terjadi di punctum lakrimalis, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, atau duktus nasolakrimalis. Penatalaksanaan obstruksi sistem drainase lakrimal berbeda-beda bergantung pada penyebab dan lokasi obstruksi tersebut.³⁻⁵ Sari kepustakaan ini dibuat untuk mengingatkan kembali mengenai anatomi dan fisiologi sistem sekresi dan drainase kelenjar lakrimal, sehingga dapat membantu dalam pemeriksaan dan penanganan kelainan sistem lakrimal.

II. Anatomi Aparatus Lakrimalis

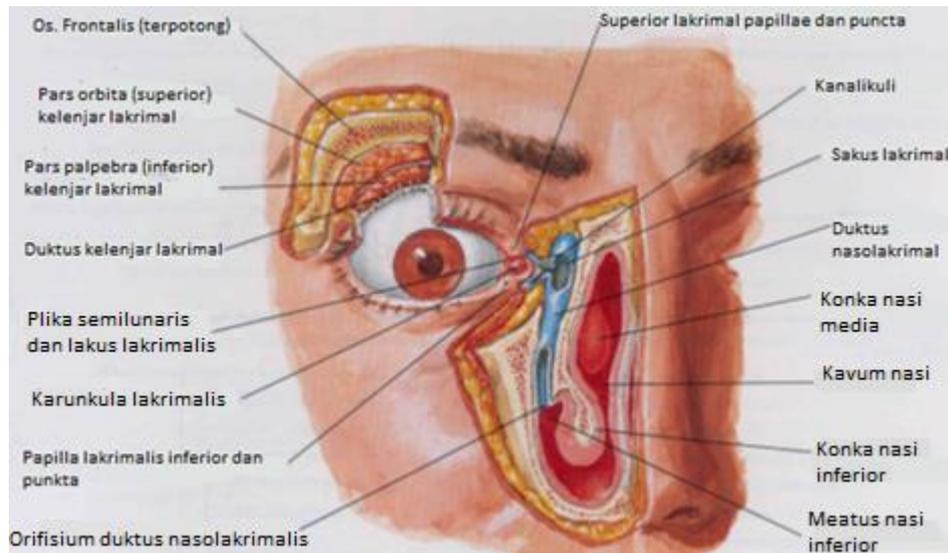
Aparatus lakrimalis terdiri dari organ-organ yang menyekresi air mata yaitu kelenjar lakrimal dan kelenjar aksesori lakrimal, dan organ-organ yang menyalurkan air mata ke rongga hidung yaitu punctum superior dan inferior, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis.¹

2.1 Anatomi Sistem Sekresi Lakrimal

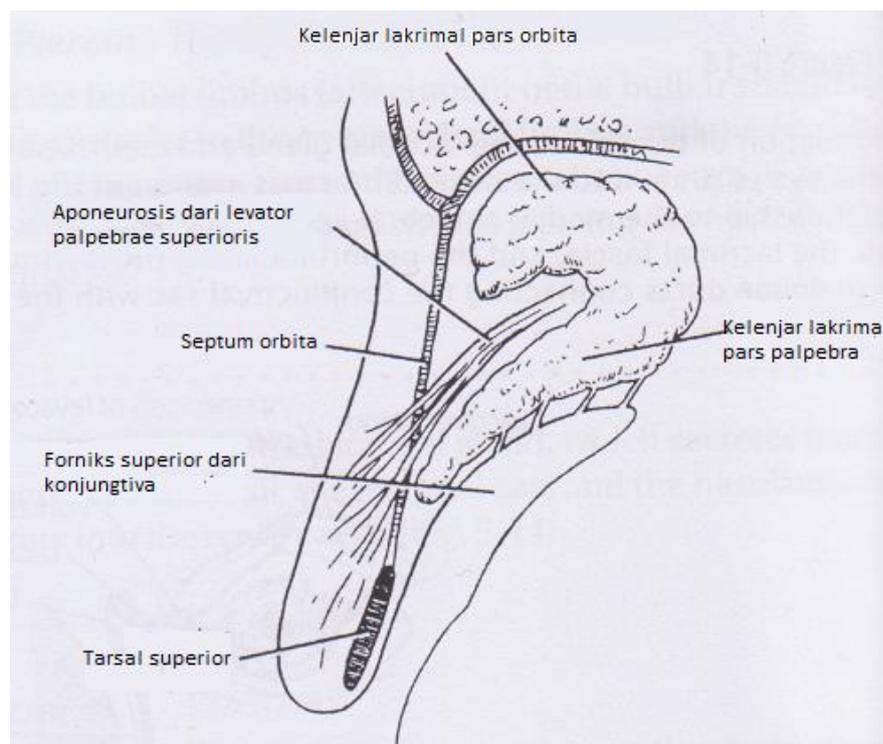
Sistem sekresi lakrimal dibentuk oleh kelenjar lakrimal dan kelenjar aksesori lakrimal. Kelenjar lakrimal terdiri dari bagian orbital dan palpebral, yang dipisahkan oleh aponeurosis dari musculus levator palpebrae superioris (Gambar 2.1 dan Gambar 2.2). Berat total kelenjar lakrimal kira-kira 78 gram.^{1,6,7}

Bagian orbital berbentuk seperti kacang kenari dan terletak di fossa lakrimalis di bagian anterior dan lateral dari atap orbita, di balik margo orbita (Gambar 2.1). Bagian orbital ini memiliki ukuran panjang sekitar 20 mm, lebar 12 mm, dan tebal sekitar 5 mm. Permukaan superior berbentuk cembung dan berbatasan dengan tulang orbita. Permukaan inferior berada di atas aponeurosis dari levator palpebrae superioris dan tepi atas musculus rektus lateralis. Bagian anterior berbatasan dengan septum orbita dan lemak preaponeurotik, sedangkan bagian posterior diselubungi lemak orbita.^{1,2,8,9}

Bagian palpebral (berukuran sekitar sepertiga ukuran bagian orbital) terletak dibawah aponeurosis dari levator palpebrae superioris dan memanjang menuju kelopak mata atas (Gambar 2.2). Permukaan superior kelenjar lakrimal bagian palpebral berbatasan dengan aponeurosis, dan permukaan inferior berbatasan dengan bagian lateral fornix superior konjungtiva. Permukaan inferior kelenjar ini dapat terlihat ketika dilakukan eversi palpebra superior. Kerusakan bagian palpebral kelenjar lakrimal mungkin terjadi saat operasi kelopak mata superior karena organ ini berada di balik kelopak mata superior.¹



Gambar 2.1 Aparatus lakrimalis
Dikutip dari: Netter¹⁰



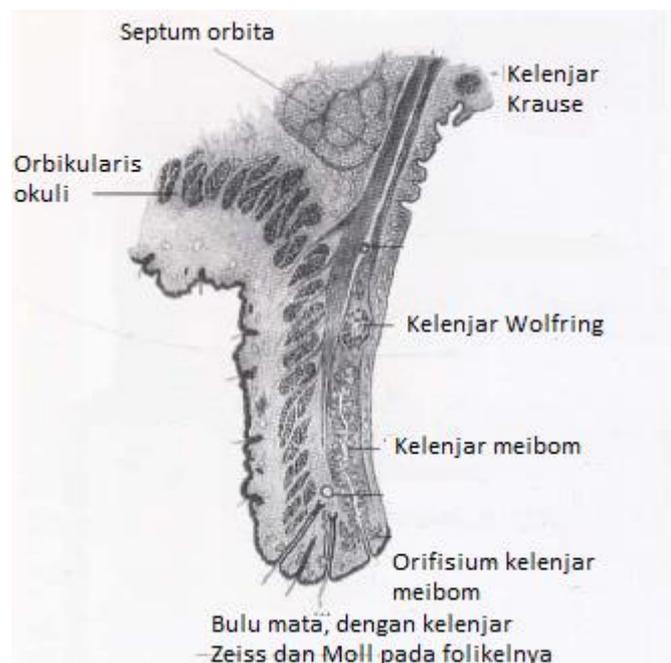
Gambar 2.2 Penampang sagital kelenjar lakrimal
Dikutip dari: Snell RS, Lemp MA¹

Kelenjar lakrimal tidak memiliki kapsul definitif, tetapi organ ini dipisahkan dan dibungkus oleh periorbita. Delapan sampai dengan dua belas duktus lakrimalis berjalan dari bagian orbita melewati bagian palpebral dan

bermuara ke forniks konjungtiva superior sekitar 5 mm di atas tepi tarsal lateral. Oleh karena duktus lakrimalis berjalan melalui bagian palpebra, kerusakan atau pengangkatan bagian palpebra dapat mengurangi sekresi kelenjar lakrimal secara signifikan. Inilah yang menjadi alasan mengapa prosedur biopsi kelenjar lakrimal tidak dilakukan di bagian palpebra melainkan di bagian orbita.^{1,5}

Kelenjar lakrimal merupakan kelenjar eksokrin yang memproduksi sekret serosa. Tiap kelenjar terdiri dari dua tipe sel, yaitu sel asinar dan sel mioepitel. Sel asinar adalah sel-sel yang melapisi lumen dari kelenjar sedangkan sel mioepitel mengelilingi sel-sel parenkim dan dilapisi oleh membrana basemen.⁶

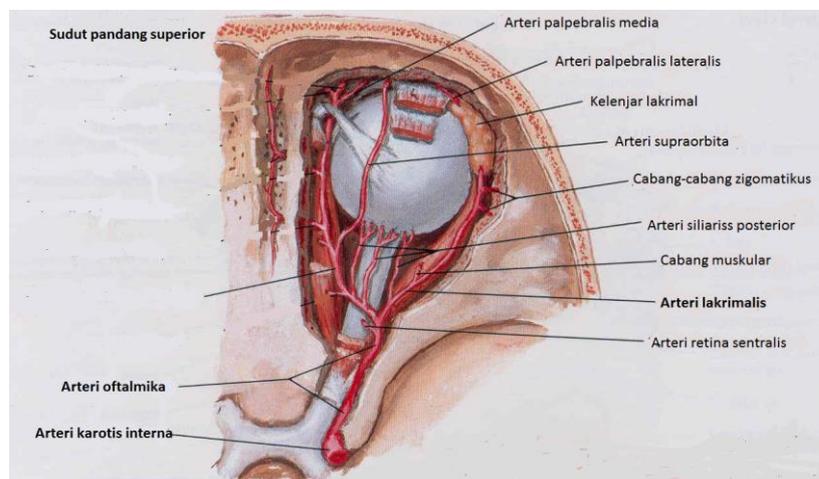
Beberapa kelenjar aksesori lakrimal turut menyekresi lapisan air mata. Kelenjar aksesori Krause terletak agak dalam di forniks superior dan kelenjar Wolfring di atas tepi superior tarsus (Gambar 2.3). Sekresi kelenjar aksesori lakrimal bersifat konstan atau disebut juga sekretori basal. Keberadaan kelenjar-kelenjar ini sangat penting dalam membantu menjaga kelembaban kornea apabila kelenjar utama tidak fungsional akibat penyakit atau pengangkatan. Kelenjar aksesori lakrimal secara sitologi identik dengan kelenjar lakrimal utama.^{1,5,6}



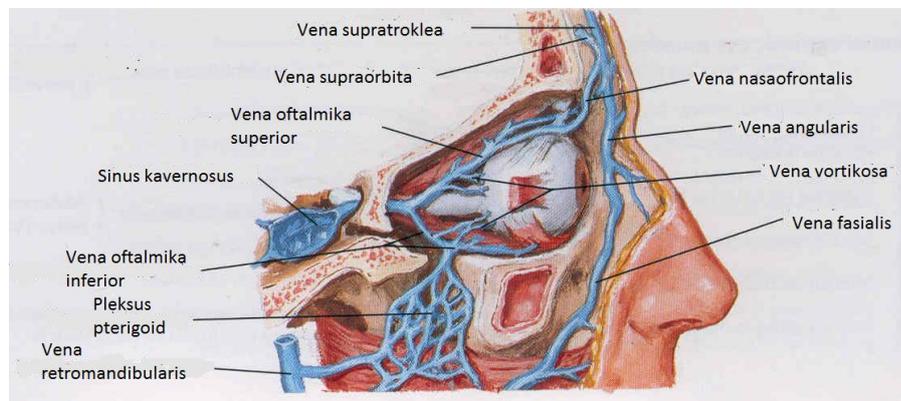
Gambar 2.3 Penampang melintang palpebra superior
Dikutip dari: American Academy of Ophthalmology⁶

2.1.1 Vaskularisasi

Kelenjar lakrimal disuplai oleh arteri lakrimalis, cabang besar dari arteri oftalmika (Gambar 2.4). Arteri lakrimalis bercabang dari arteri oftalmika dekat dengan tempat keluarnya arteri oftalmika dari kanalis optikum. Arteri ini berjalan pada tepi atas musculus rektus lateralis bersama dengan nervus lakrimalis. Arteri infraorbita, cabang dari arteri maksilaris juga terkadang menyuplai kelenjar lakrimal. Darah yang berasal dari kelenjar lakrimal akan dialirkan menuju vena oftalmika (Gambar 2.5). Drainase limfatik bergabung dengan aliran yang berasal dari konjungtiva dan bermuara ke nodus limfatikus parotid.^{1,6}



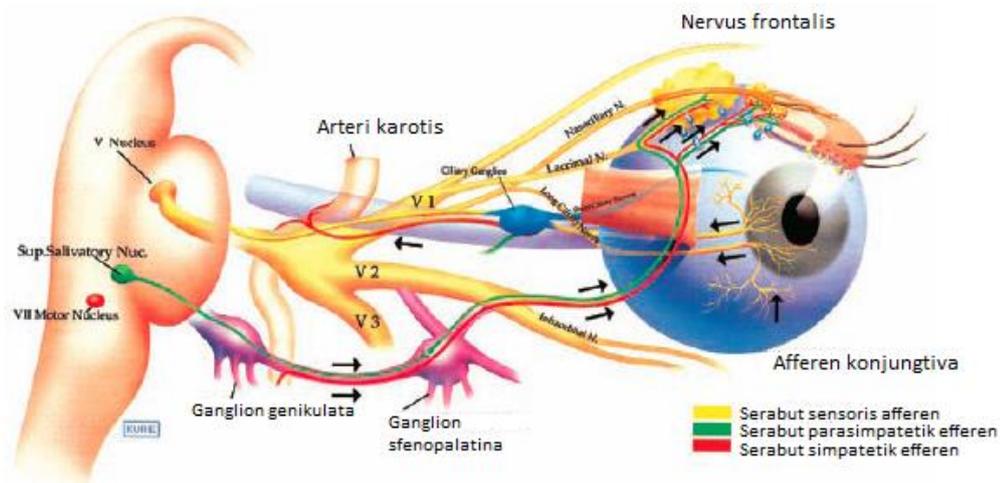
Gambar 2.4 Vaskularisasi kelenjar lakrimal
Dikutip dari: Netter¹⁰



Gambar 2.5 Drainase vena kelenjar lakrimal
Dikutip dari: Netter¹⁰

2.1.2 Persarafan

Kelenjar lakrimal menerima persarafan autonomik dan serabut saraf sensorik. Serabut-serabut saraf afferen atau sensoris dari kelenjar lakrimal dibawa oleh cabang lakrimal dari nervus V1 (Gambar 2.6). Saraf ini juga membawa informasi sensoris dari kelopak mata dan konjungtiva. Lakrimasi akibat stimuli sensoris seperti angin, suhu, sentuhan dan nyeri diteruskan melalui cabang saraf trigeminal ini. Saraf ini berjalan sepanjang orbit superotemporal, antara atap orbita dan musculus rektus lateralis untuk kemudian bergabung dengan cabang lain dari nervus V1 di fissura orbital superior.^{1,2}



Gambar 2.6 Persarafan sistem lakrimal

Dikutip dari: Beuerman RW et al¹¹

Serabut-serabut efferen berasal dari saraf autonomik. Persarafan parasimpatetik berperan pada proses *reflex tearing* sebagai respons terhadap stimuli emosional. Persarafan parasimpatetik berasal dari nukleus lakrimalis dari nervus fasialis di pons. Serabut saraf preganglion kemudian berjalan melalui nervus intermedius dan cabang *great petrosal* dan melalui *nerve of pterygoid canal* untuk bersinaps di ganglion pterigopalatin (ganglion sfenopalatin). Serabut saraf postganglion meninggalkan ganglion dan bergabung dengan nervus maksilaris. Serabut ini kemudian melewati cabang zigomatik dan nervus zigomatikotemporal. Serabut-serabut saraf tersebut mencapai kelenjar lakrimal melalui nervus lakrimalis.^{1,2,9}

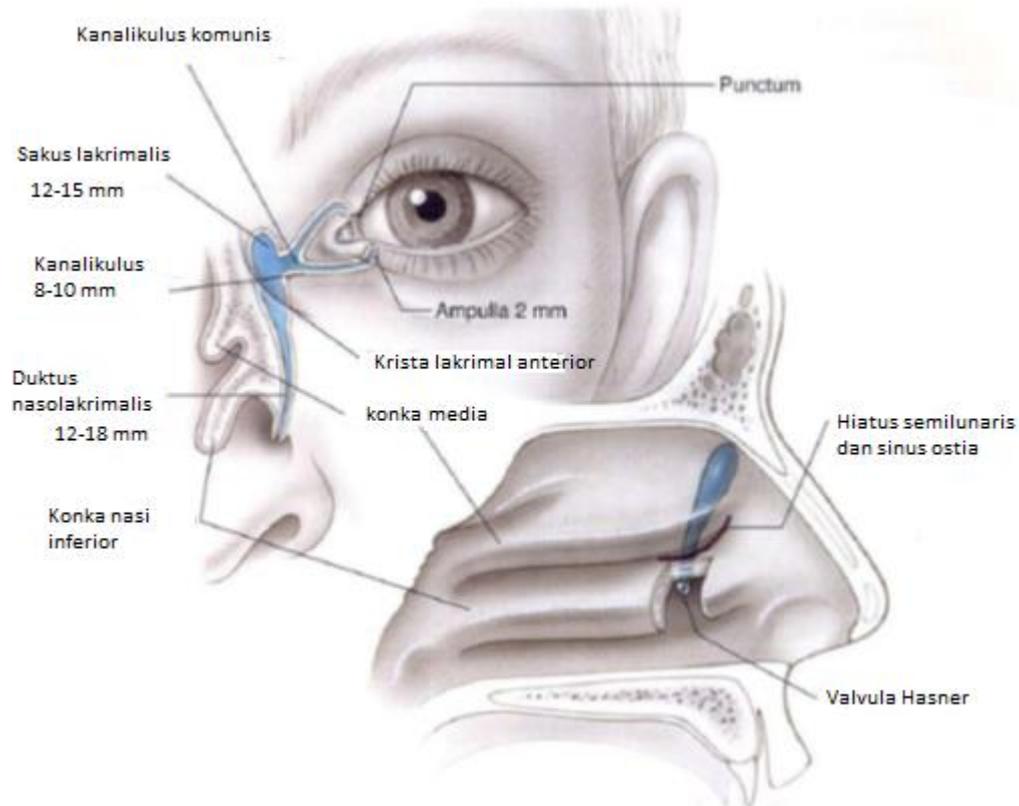
Serabut-serabut saraf postganglionik simpatetik berasal dari ganglion simpatetik servikal superior dan berjalan di pleksus dari nervus di sekitar arteri karotis interna. Serabut-serabut ini kemudian bergabung dengan ganglion *deep petrosal, nerve of pterygoid canal*, nervus maksilaris, nervus zigomatikus, nervus zigomatikotemporal, dan akhirnya nervus lakrimalis.¹

2.2 Anatomi Sistem Ekskresi Lakrimal

Sistem ekskresi lakrimal terdiri dari punctum superior dan inferior, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis (Gambar 2.7).^{1,2,6}

2.2.1 Punctum Lakrimalis

Punctum lakrimalis adalah sebuah orifisium kecil berbentuk bulat atau oval yang terletak di puncak tonjolan kecil di bagian nasal margo palpebra yang disebut papilla lakrimalis.¹ Punctum lakrimalis terletak segaris dengan bukaan dari kelenjar tarsal. Kedua punctum menghadap ke arah posterior yaitu ke arah *tear lake* di bagian inner canthus. Setiap punctum lakrimalis berdiameter sekitar 0,3 mm. Punctum inferior berjarak 6,5 mm dari kantung medial sedangkan punctum superior berjarak 6 mm.⁶



Gambar 2.7 Anatomi normal sistem drainase nasolakrimal pada dewasa
Dikutip dari: American Academy of Ophthalmology⁵

2.2.2 Kanalikulus Lakrimalis

Kanalikulus lakrimalis masing-masing memiliki panjang sekitar 10 mm dan terdiri dari bagian vertikal dan horizontal. Kanalikulus lakrimalis bermula dari punctum lakrimalis dan berjalan secara vertikal dari margo palpebra sepanjang 2 mm, kemudian berbelok 90° ke medial untuk kemudian berjalan secara horizontal sepanjang 8 mm. Kanalikulus superior berjalan ke arah medial dan inferior, sedangkan kanalikulus inferior ke arah medial dan superior. Pertemuan antara bagian vertikal dan horizontal dari kanalikulus agak membesar membentuk ampulla. Kanalikulus lakrimalis kemudian menembus periorbita yang menyelubungi sakus lakrimalis. Kedua kanalikulus kemudian masuk ke permukaan lateral dari sakus lakrimalis, sekitar 2,5 mm di bawah apeksnya.^{1,5,12}

Kedua kanalikulus lakrimalis dapat tetap terpisah pada daerah di sekitar tempat masuk tersebut atau bertemu membentuk kanalikulus komunis (90-94% individu). Kanalikulus komunis memiliki panjang sekitar 1-2 mm. Kakizaki et al.

melaporkan bahwa lebih dari setengah panjang kanalikulus komunis berada pada sakus lakrimalis. Sebuah pelebaran kecil di sakus lakrimalis (*sinus of Maier*) terletak di tempat masuk kanalikulus ke sakus. Sebuah lipatan inkonsisten terbentuk pada sudut antara kanalikulus lakrimalis dan sakus lakrimalis yang disebut *valvula Rosenmuller*. Kanalikulus terletak di posterior dari ligamentum palpebral media dan diliputi oleh serabut-serabut muskulus orbikularis okuli pars lakrimalis. Dinding kanalikulus tipis dan elastis dan dilapisi oleh epitel skuamosa berlapis.^{1,2,13}

2.2.3 Sakus Lakrimalis

Sakus lakrimalis memiliki panjang vertikal sekitar 12 mm dan panjang anteroposterior antara 4-8 mm. Struktur ini terletak di fossa lakrimalis yang dibentuk oleh tulang lakrimal dan proses frontal dari maksila. Sakus lakrimalis menerima bukaan dari kanalikulus di bagian lateral dekat dengan tepi atas.¹

Sakus lakrimalis diselubungi oleh lapisan fascia lakrimalis, yang melekat ke posterior ke krista lakrimalis posterior dan ke anterior ke krista lakrimalis anterior. Fascia ini dibentuk dari periorbita, yang merupakan periosteum dari tulang-tulang orbita. Antara sakus lakrimalis dan fascia lakrimalis terdapat pleksus vena. Fascia lakrimalis memisahkan antara sakus lakrimalis dengan ligamentum palpebral media di bagian depan, dan bagian lakrimal dari orbikularis okuli di bagian belakang. Ligamentum palpebral media menyelubungi hanya bagian atas dari aspek anterior sakus lakrimalis. Setengah bagian ke atas dari sakus berhubungan ke medial dengan sinus anterior ethmoid, dan setengah bagian kebawah berhubungan ke medial dengan bagian anterior meatus nasi media.¹

Vena angularis (Gambar 2.5) melewati permukaan anterior dari ligamentum palpebral media sekitar 8 mm medial dari kantus medial, oleh karena itu memiliki hubungan anterior yang penting dengan sakus lakrimalis. Dinding sakus lakrimalis terdiri dari jaringan fibroelastik dan dilapisi oleh dua lapis sel kolumnar. Ditemukan juga adanya sel-sel goblet.¹

2.2.4 Duktus Nasolakrimalis

Duktus nasolakrimalis memiliki panjang sekitar 18 mm, menghubungkan ujung bawah sakus lakrimalis dengan meatus nasi inferior. Duktus nasolakrimalis memiliki diameter lebih sempit di daerah tengah dibanding dengan kedua ujungnya. Duktus ini berjalan ke arah inferior, posterior, dan lateral. 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.¹

Dinding duktus nasolakrimalis melekat erat dengan periosteum yang melapisi kanalis nasolakrimalis. Dalam dinding, terdapat pleksus vena yang berlanjut keatas dengan vena untuk sakus lakrimalis dan ke bawah dengan vena dari membran mukosa nasal. Duktus lakrimalis dilapisi oleh dua lapis epitel kolumnar.¹

Duktus nasolakrimalis membuka ke bagian anterior dari meatus nasi inferior. Bukaan ini sebagian ditutupi oleh lipatan mukosa (*valve of Hasner*). Obstruksi pada *valve of Hasner* terjadi pada sekitar 50% bayi baru lahir. Obstruksi ini biasanya akan terbuka secara spontan pada usia 4-6 minggu setelah kelahiran. Sekitar 90% dari obstruksi duktus nasolakrimalis yang simptomatik akan terbuka pada usia 1 tahun.^{5,6}

2.2.5 Vaskularisasi

Arteri-arteri yang menyuplai darah ke sakus lakrimalis dan duktus lakrimalis adalah cabang-cabang arteri palpebralis media dari arteri oftalmik, arteri fasialis, arteri infraorbital dari maxilaris, dan arteri sfenopalatin dari maxilla (Gambar 2.5).¹

2.2.6 Persarafan

Persarafan sakus lakrimalis dan duktus nasolakrimalis berasal dari cabang infratroklear dari divisi oftalmik nervus trigeminal, dan anterior superior nervus alveolar, cabang dari divisi maxillary nervus trigeminal.¹

III. Fisiologi Sistem Sekresi dan Ekskresi Lakrimal

Secara umum fungsi dari kelenjar lakrimal utama dan aksesori adalah menyekresikan lapisan air mata. Lapisan air mata berperan melindungi kornea dan konjungtiva. Lapisan ini terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan luar lipid, lapisan tengah aqueous setebal kira-kira 7-10 mm, dan lapisan mukus dengan tebal sekitar 0,2 sampai 1,0 mm.⁹

Pada kondisi normal, sekitar 10% sampai 25% volume cairan air mata yang disekresikan hilang karena penguapan. Sisanya dialirkan melalui sistem ekskretori lakrimal ke dalam hidung. Sejumlah cairan air mata dapat diserap di sistem nasolakrimal.⁹

3.1 Fisiologi Sistem Sekresi

Kelenjar lakrimal sangat kecil dan tidak berfungsi secara sempurna hingga usia 6 minggu setelah kelahiran. Hal ini menjelaskan mengapa bayi baru lahir tidak mengeluarkan air mata ketika menangis.⁵

Lapisan air mata memiliki beberapa fungsi yang penting bagi kesehatan, pemeliharaan, dan proteksi permukaan bola mata. Pertama, lapisan ini berkontribusi menjaga permukaan kornea tetap rata. Kemudian lapisan air mata merupakan sumber utama oksigen ke 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 yang memproteksi kornea dan konjungtiva dari infeksi bakteri. Melalui fungsi-fungsi ini lapisan air mata memproteksi permukaan bola mata dari lingkungan luar dan membantu menjaga keutuhan permukaan bola mata.⁹

Lapisan air mata disekresikan oleh beberapa jaringan yang berbeda. Lapisan *lipid* di bagian luar terutama diproduksi oleh kelenjar meibom, yang terletak di dalam kelopak mata atas dan bawah, dan juga oleh kelenjar Zeiss dan Moll. Lapisan aqueous di bagian tengah disekresi terutama oleh kelenjar lakrimal, dan juga oleh kelenjar aksesori lakrimal Krause dan Wolfring, serta epitel kornea

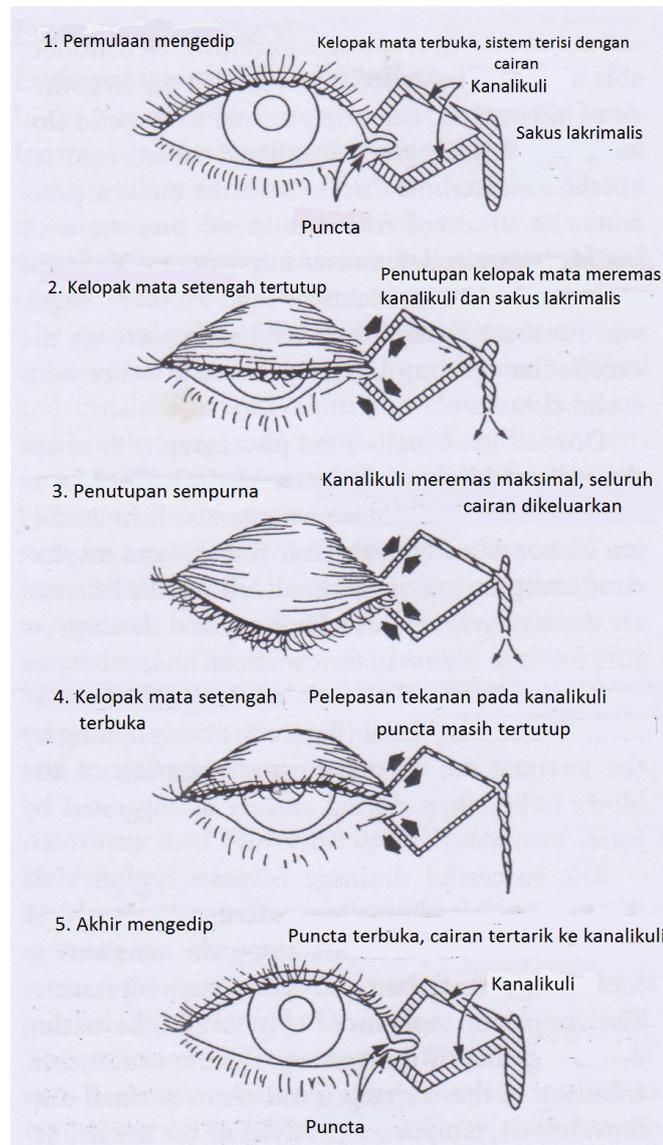
dan konjungtiva. Lapisan mukus di bagian dalam diproduksi oleh sel-sel goblet konjungtiva dan oleh sel-sel skuamosa dari epitel kornea dan konjungtiva.⁹

Kelenjar lakrimal adalah kelenjar eksokrin tubuloasinar yang menyekresi sebagian besar protein, elektrolit, dan air ke lapisan air mata. Berbagai jenis protein disekresikan oleh kelenjar lakrimal, seperti protein antimikrobal (lisozim, laktoferin, lipokalin), imunoglobulin (sekretori imunoglobulin A), faktor pertumbuhan (*epidermal growth factor* (EGF), *fibroblast growth factor* (FGF)), interleukin, lakritin dan protein surfaktan A-D. Cairan kelenjar lakrimal bersifat isotonik dengan konsentrasi 300 mOsm. Konsentrasi elektrolit cairan kelenjar lakrimal mengandung Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+} , dan ion-ion lain dengan konsentrasi sama seperti plasma, kecuali Na^+ yang memiliki konsentrasi lebih rendah dari plasma, dan K^+ dan Cl^- yang lebih tinggi.^{9,14}

3.2 Fisiologi Sistem Ekskresi

Pompa ekskretori lakrimal berfungsi untuk mengeluarkan air mata melalui sistem drainase ke dalam hidung. Jones dan Wobig mempopulerkan teori pompa lakrimal. Menurut mereka ketika memejamkan mata, dengan kontraksi muskulus orbikularis okuli, ampula menjadi tersumbat dan kanalikulus terkompresi. Hal ini menyebabkan air mata terkumpul di sakus lakrimalis. Pada saat bersamaan, mereka berpendapat bahwa sakus lakrimalis melebar akibat kontraksi muskulus orbikularis preseptal yang berinsersi ke dinding lateralnya, sehingga menciptakan tekanan negatif pada sakus lakrimalis. Akibatnya, aliran air mata dari kanalikulus tertarik ke sakus lakrimalis. Pada teori ini, ketika muskulus orbikularis okuli relaksasi, sakus lakrimalis mengecil, membuat air mata mengalir ke duktus nasolakrimalis.^{2,9}

Doane mengemukakan mekanisme yang berbeda dari propulsi air mata. Dia berpendapat bahwa terjadi oklusi mekanik terhadap punctum selama fase awal tertutupnya kelopak mata, diikuti kompresi dari kanalikulus dan sakus lakrimalis oleh muskulus orbikularis yang berkontraksi. Dengan demikian, saluran drainase lakrimal yang kolaps tersebut mendorong air mata menuju hidung, tanpa fase penghisapan seperti yang dipostulasikan oleh Jones dan Wobig.^{2,9}



Gambar 3.3 Model Doane menghubungkan mengedip dengan drainase air mata
Dikutip dari: Kaufman Paul L, Alm Albert⁹

IV. Simpulan

Aparatus lakrimal memiliki komponen sekretori yang terdiri dari kelenjar lakrimal utama dan aksesori, dan komponen ekskretori (drainase) yang terdiri dari punctum lakrimalis, kanalikulus lakrimalis, sakus lakrimalis, dan duktus nasolakrimalis. Struktur dan fungsi yang normal dari kedua komponen tersebut diperlukan untuk tercapainya refraksi optikal yang sesuai serta kesehatan konjungtiva dan kornea.

Pemahaman mengenai anatomi dan fisiologi aparatus lakrimalis merupakan dasar dari pemeriksaan, diagnosis, dan penatalaksanaan kelainan pada sistem lakrimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Snell RS, Lemp MA. Clinical anatomy of the eye. Edisi ke-2. Massachusetts: Blackwell science; 1998. hlm.114-24.
2. Dutton JJ. The lacrimal systems. Dalam: Atlas of clinical and surgical orbital anatomy. Edisi ke-2. Philadelphia: Elsevier inc.; 2011. hlm.165-74.
3. Kanski JJ, Bowling B. Clinical ophthalmology: A systematic approach. Edisi ke-7. Philadelphia: Elsevier inc.; 2011. hlm.122.
4. Pflugfelder SC. Dry eye: The problem. Dalam: Pflugfelder SC, Beuerman RW, Stern ME, editor. Dry eye and ocular surface disorders. Canada: Marcel dekker inc.; 2004. hlm.1-10.
5. Holds JB, Chang WJ, Durairaj VD, Foster JA, Gausas RE, Harrison AR et al. Orbit, eyelids, and lacrimal system. California: American academy of ophthalmology; 2012. hlm.243-50.
6. Chalam KV, Ambati BK, Beaver HA, Grover S, Levine LM, Wells T. Fundamentals and principles of ophthalmology. California: American academy of ophthalmology; 2012. hlm.32-4.
7. Rootman J. Orbital Surgery: A Conceptual Approach. Edisi ke-2. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014. hlm.108-10.
8. Moore KL, Dalley AF. Clinically Oriented Anatomy. Edisi ke-5. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006. hlm.961-63.
9. Lucarelli MJ, Dartt DA, Cook BE, Lemke BN. The lacrimal system, Chapter 3. Dalam: Kaufman PL, Alm A, editor. Adler's Physiology of the Eye. Edisi ke-10. Philadelphia: Elsevier inc.; 2003. hlm.30-43.
10. Netter FH. Atlas of Human Anatomy. Edisi ke-6. Philadelphia: Saunders; 2014. Hlm. 1-162
11. Pflugfelder SC, Beuerman RW, Mircheff A. The lacrimal function unit. Dalam: Pflugfelder SC, Beuerman RW, Stern ME, editor. Dry eye and ocular surface disorders. Canada: Marcel dekker inc.; 2004. hlm.1-10.
12. Kassel EE, Schatz CJ. Anatomy, imaging, and pathology of the lacrimal apparatus. Philadelphia: Mosby; 2011. hlm.775-853.

13. Kakizaki H, Selva D, Leibovitch I. Lacrimal canaliculus. Letter to the editor. *Ophthalmologica*. 1991; 203:1.
14. Dartt DA. Formation and function of the tear film, Chapter 15. Dalam: Levin LA, Kaufman PL, Nilsson SF, Ver Hoeve J, Wu SM, Alm Albert, editor. *Adler's physiology of the eye*. Edisi ke-11. Philadelphia: Elsevier; 2011. hlm. 350-60.