

Lensa Mata

Arti Lukitasari

Abstrak. Lensa mata terdiri dari tiga bagian utama kapsul lensa, sel epitel lensa (pada bagian anterior) dan sel serat lensa. Lensa mata berasal dari *surface ectoderm*. Sel epitel lensa memegang peran utama dalam mempertahankan kejernihan lensa karena merupakan pusat metabolisme energi lensa mata dan berperan dalam menjaga pertumbuhan serta homeostasis lensa. Kejernihan lensa dipertahankan oleh susunan serat lensa yang sedemikian padat dan sangat teratur serta keseragaman distribusi dan komposisi protein di dalam lensa. (JKS 2010;3:153-156)

Kata kunci : Lensa, mata.

Abstract. The lens consists of three main parts: lens capsule, lens epithelial cells (on the anterior) and lens fiber cells. The lens is originated from the ectoderm surface. Lens epithelial cells play an important role in maintaining the clarity of the lens as it is a center of energy metabolism. Lens epithelial cells also has a role in maintaining the growth and homeostasis of the lens. Lens clarity is maintained by the lens fibers structure which is solid and regular and also has homogeneous protein distribution and composition. (JKS 2010;3:153-156)

Keywords: lens, eye.

Pendahuluan

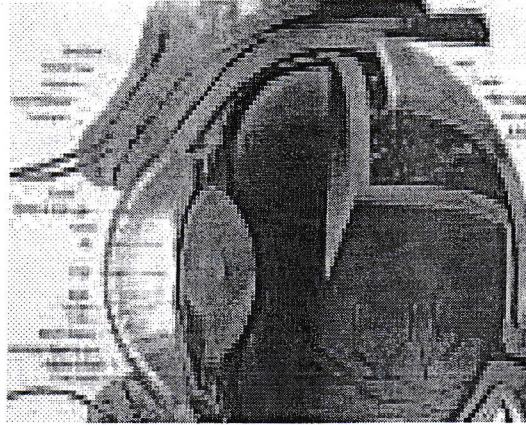
Lensa mata terletak dibagian depan dalam bola mata, lensa mata berbentuk *bikonvek* (cembung pada kedua sisi) dengan permukaan anterior hiperbolik dan permukaan posterior parabolik. Lensa mata terdiri dari tiga bagian utama yaitu kapsul lensa, sel epitel lensa dan serat lensa. Lensa mata yang normal adalah jernih dan transparan (transparan dan avaskular) serta merupakan salah satu media refraksi yang berfungsi memfokuskan cahaya agar membentuk bayangan yang tajam pada retina. Kejernihan lensa mata dipertahankan oleh susunan serat lensa yang sedemikian padat dan sangat teratur serta keseragaman distribusi dan komposisi protein dalam lensa.¹

Embriologi Lensa Mata

Lensa mata berasal dari *surface ectoderm*. Proses pembentukan lensa dimulai pada kehamilan umur 3-4 minggu (embrio 4 mm). Mula-mula sel *surface ectoderm*

mendekati *optic vesicle* yang sedang berkembang dan menebal membentuk *lens placode* yang sedang berkembang dan menebal membentuk cekungan ke arah optic cup serta membentuk celah lensa. Proses ini terus berlanjut sampai celah menutup dan terbentuk *vesicle lensa* yang terpisah dari *surface ectoderm*. Setelah vesikel lensa terbentuk, proses selanjutnya adalah pemanjangan sel dinding posterior vesikel dan mulai mengisi rongga vesikel lensa sampai rongga vesikel terisi penuh. Sel-sel inilah yang merupakan *primary fiber cells*. Sel-sel yang tidak membentuk *primary fiber cells* akan menjadi sel epitel lensa yang persisten. Embrio sel epitel lensa ini tidak pernah mengisi bagian posterior sampai kapsul lensa berdiferensiasi atau membelah diri kecuali pada suatu daerah sempit di depan ekuator lensa yang disebut *zone germinative* atau *proliferative*. Lensa mata terdiri dari tiga bagian utama yaitu kapsul lensa, sel epitel lensa (pada bagian anterior) dan sel serat lensa. Kapsul lensa merupakan *basement membrane* yang transparan yang mengelilingi seluruh lensa (membungkus lensa). Kapsul lensa terus dibentuk

Arti Lukitasari adalah dosen pada Bagian Ilmu Penyakit Mata Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala Banda Aceh



Gambar 1. Skema potongan sagital bola mata.⁵

selapis demi selapis seumur hidup. Kapsul anterior lensa dibentuk oleh sel epitel lensa dan kapsul posterior dibentuk oleh sel serat lensa yang memanjang (*elongating fiber cells*). Lapisan kapsul lensa yang baru dibentuk akan terletak pada sisi basal dari sel epitel lensa dan bila terbentuk lapisan kapsul lensa yang baru, lapisan yang sebelumnya akan terdorong keluar. Kapsul lensa adalah membran kolagen yang elastik yang terbentuk dari beberapa glikosamin. Kapsul lensa kaya akan kolagen tipe IV dan matriks protein yang lain. Kapsul posterior mempunyai ketebalan yang relatif konstan. Kapsul lensa dewasa mempunyai ketebalan 15,5 μm pada bagian anterior dan 2,8 μm pada bagian posterior. Kapsul anterior lensa mengandung suatu materi fibrogranuler yang disebut laminin, dimana materi ini tidak didapatkan pada kapsul posterior. Kapsul lensa memegang peranan penting pada perubahan bentuk lensa saat akomodasi.^{1,2}

Sel epitel lensa yang terletak di dalam kapsul lensa anterior merupakan *persistent cuboidal monolayer of lens epithelial*. Sel epitel lensa bagian sentral bersifat persisten (tidak pernah membelah diri ataupun berdiferensiasi), sedangkan pada bagian anterior ekuator adalah *zone germinative* atau *proliferative* dimana sel epitel lensa pada daerah ini akan mengalami mitosis (membelah diri) dan memanjang, serta bergerak ke anterior dan posterior membentuk sel serat lensa. Sel

epitel lensa yang berbentuk *Polygonal Cuboidal* ini mempunyai membran sel yang bentuknya berbelok-belok dan mempunyai banyak tonjolan (*interdigitation*). Pada pengamatan dengan elektron mikroskop, sel epitel lensa ini mempunyai ultrastruktur seperti sel pada umumnya, yaitu mempunyai organel yang lengkap. Sel epitel lensa juga memegang peran utama pada transport ion dengan sistem pompa aktif. Metabolisme energi dengan glikolisis anaerobik juga terjadi pada sel epitel lensa dengan bantuan enzim sistem glikolitik dan enzim yang bekerja sebagai scavenger pada radikal bebas yang terbentuk.¹⁻³

Fisiologi Lensa Mata

Fisiologi lensa sangat berkaitan dengan ultrastrukturnya. Kapsul lensa merupakan barier pertama proses difusi ke dalam maupun ke luar lensa. Sel epitel lensa berdekatan dengan kapsul lensa dan seperti sel epitel yang lain membran sel bagian lateral tidak saling berlekatan namun saling berhubungan melalui *gap junction* sehingga memungkinkan pertukaran dan transport ion serta metabolit dengan berat molekul rendah antar sel molekul yang berdekatan. Jalur utama pertukaran metabolit antara sel epitel lensa dan sel serat lensa juga melalui *gap junction* dan melalui proses endositotik.¹

Lensa mengatur osmolaritasnya dengan jalan memompa secara aktif ion sodium. Chloride dan air akan dialirkan masuk

secara pasif. Lensa secara aktif memompa keluar ion natrium dan kalsium. Potasium secara aktif dipompa oleh epitel masuk kedalam lensa. Setelah melewati epitel lensa potasium akan tersebar sampai ke kapsul posterior dan akan meninggalkan kapsul posterior melalui difusi sederhana. Model inilah yang mempertahankan konsentrasi gradien di dalam lensa mata. Sel epitel lensa merupakan kontrol terbesar transport dan difusi dari lensa mata. Lensa mata juga memegang peranan dalam proses akomodasi. Fungsi akomodasi lensa mata tergantung pada elastisitas lensa. Pada proses memfokuskan bayangan ke retina, lensa mata akan menebal atau memipih sesuai jarak bayangan. Proses ini ditunjang oleh aktifitas *Zonule of Zinn* yang melekat pada pars plana corpus ciliaris. Pada saat melihat benda yang jauh corpus ciliaris dalam kondisi relaksasi dan lensa mata akan lebih pipih. Sedangkan saat melihat benda dekat, corpus ciliaris akan berkontraksi dan lensa mata menjadi lebih tebal. Kapsul lensa sangat berperan dalam menentukan elastisitas lensa. Elastisitas lensa akan menurun pada usia sekitar 40 tahun. Kondisi ini disebut presbiopia. Dengan bertambahnya usia elastisitas lensa akan semakin menurun.²⁻⁶ Lensa adalah organ yang avaskuler. Seluruh nutrisi dan oksigen yang diperlukan lensa diperoleh dari akueus humor atau korpus vitreus. Seluruh debris (waste product) harus dikirim keluar lensa melalui proses difusi agar dapat terbawa oleh akueus humor maupun korpus vitreus. Lensa bersifat transparan. Dasar dari kejernihan lensa adalah pengaturan susunan serat lensa yang sedemikian teratur dan homogen, dengan indeks refraksi 1,38 pada bagian korteks dan 1,40 pada daerah nukleus. Untuk menjaga kejernihan lensa diperlukan metabolisme aktif, dan gangguan pada proses metabolisme ini akan menyebabkan kekeruhan lensa. Lensa melakukan proses metabolisme (reaksi oksigen dengan glukosa) untuk menghasilkan energi. Energi ini dipakai untuk berbagai kegiatan

antara lain untuk mensintesa protein, mempertahankan suhu jaringan, untuk pompa transport aktif ion dan sebagainya. Sebagian energi yang diproduksi digunakan untuk mempertahankan keseimbangan osmotik antara intraseluler dan ekstraseluler (balance osmotic) untuk mempertahankan kejernihan lensa. Bila keseimbangan terganggu akan terjadi *osmotic swelling*.^{1,2,4} Didalam serat lensa terdapat konsentrasi ion Na^{2+} yang lebih rendah daripada yang terdapat di akueus humor, namun konsentrasi ion K^{+} lebih tinggi daripada di dalam akueus humor. Kondisi ini harus tetap dipertahankan terutama oleh membran sel dan bukan oleh kapsul lensa karena kapsul lensa bersifat sangat permeabel terhadap semua molekul kecuali yang berukuran sangat besar. Pengaruh oksigen terhadap keseimbangan ionik tergantung kepada keberadaan glukosa. Sel epitel lensa memegang peranan yang paling dominan dalam mempertahankan keseimbangan transport ion.^{1,7}

Biokimia Lensa

Lensa terdiri dari 63% air, 36% protein dan 1% lemak, garam serta karbohidrat.¹ Struktur protein pada lensa terdiri dari protein kristalin, protein sitoskeletal dan protein penyusun membran. Protein kristalin merupakan 90% dari total protein lensa. Protein ini bertanggung jawab pada daya refraktif lensa melalui susunannya yang sangat teratur, padat dan homogen. Protein pada lensa mata dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam fraksi protein yaitu fraksi protein yang larut dalam air adalah protein kristalin (90%), fraksi protein yang larut dalam urea adalah protein sitoskeletal (5%) dan fraksi protein yang larut dalam detergen adalah protein penyusun membran plasma (2%).¹

Penuaan Lensa

Pada proses ketuaan terjadi beberapa perubahan pada lensa yaitu perubahan morfologi, biofisika, fisiologi dan biokimia.¹

Perubahan morfologi yang terjadi pada lensa pada proses ketuaan adalah penebalan kapsul lensa, sel epitel lensa menjadi lebih pipih dan kepadatannya berkurang. Perubahan yang utama terjadi pada serat lensa yaitu bentuk *polygonal cross section* kurang homogen lagi, dibeberapa tempat tanpa vacuole dan *multi lamellar bodies* diantara serat lensa, struktur membran sel serat lensa rusak serta hilangnya sebagian besar komponen sitoskeletal lensa.¹

Perubahan fisiologi terjadi secara dramatis yaitu penurunan membran potensial pada lensa, peningkatan konsentrasi sodium dan kalsium sehingga fungsi pompa $\text{Na}^+ \text{K}^+$ dan Ca^{2+} tidak efektif lagi sehingga permeabilitas membran meningkat. Perubahan biokimia yang terjadi pada proses penuaan adalah penurunan aktifitas metabolik, enzimatis dan terjadi *post translational modification* pada seluruh

struktur protein antara lain protein kristalin, sitoskeletal dan membran protein. Beberapa protein mengalami *cross linking* sehingga terbentuk protein dengan berat molekul lebih tinggi. Beberapa protein kristalin yang semula larut dalam air menjadi tidak larut dalam air.^{1,8}

Ringkasan

Fungsi penglihatan pada mata memerlukan lensa mata yang jernih, transparan dan lentur atau elastis. Sebagai media refraksi dan berperan secara pasif dalam proses akomodasi, lensa akan memfokuskan sinar pada retina sehingga menghasilkan tajam penglihatan yang baik. Sel epitel lensa memegang peran utama dalam mempertahankan kejernihan lensa karena sel epitel lensa merupakan pusat metabolisme energi lensa mata dan berperan dalam menjaga pertumbuhan serta homeostasis lensa.

8. Ilyas, S, dkk. Optik dan Refraksi dalam Ilmu Penyakit Mata Untuk Dokter Umum dan Mahasiswa Kedokteran Edisi ke-2. Jakarta: Sangung Seto. 2006: 41-56

Daftar Pustaka

1. Jaffe NS, Horwitz J. Lens and Cataract. In : (Podos SM, Yanoff M, eds) Textbook of Ophthalmology. New York: Gower Medical Publishing.1992.1(1):8-14.
2. Fatt I, Weissman BA. Crystalline Lens. In Physiology of the Eye. An Introduction to the Vegetative Functions. 2nd edition. Boston : Butterworth Heinemann. 1992 : 9 – 95.
3. William, AL, et al. Basic and Clinical Science Course: Optics, Refraction, and Contact Lens Section 3. American Academy of Ophthalmology. Lifelong Education of the Ophthalmologist. 2003: 118 – 119.
4. Tessier F, Obrenovich M, Monnier V. Structure and Mechanism of Formation of Human Lens Fluorophore LM-1. J Bio Chem. 1999. 274 : 20796 – 20804
5. Forrester JV, Dick AD, McMenamin PG. Biochemical Pathways that affect ocular function In The Eye. Basic Sciences in Practice, 2nd edition. W.B. Saunders Edinburgh.2002 : 168 – 174.
6. Shui YB, Sasaki H, Pan JH, et al, Morphological Observation on Cell Death and Phagocytosis Induced by Ultraviolet Irradiation in a Cultured Human Lens Epithelial Cell Line. Exp Eye Res . 2000. 71 (6) : 609 – 618.
7. Vaughan, D.G., Asbury, T., Riordan-Eva, P. Kesalahan Refraksi dalam Oftalmologi Umum Edisi 14. Jakarta: Widya Medika.2004: 401 - 406