

KAJIAN PUSTAKA: TANDA DAN PROSES PENUAAN PADA MATA

Novita Indah Permatasari^{1*}

¹Fakultas Kedokteran Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

^{*}Email Korespondensi: permatasari.novitaindah@gmail.com

Abstract: Literature Review: Signs and Process of Aging in the Eyes. *With increasing age until adulthood, all body components can no longer develop, but instead there will be a decline or even cessation of the function of various body organs due to the aging process. Aging that occurs in the body does not occur suddenly, but occurs slowly as we get older. Aging that occurs in the eye involves many organ structures and cells that can cause symptoms and disorders that can disrupt both function, anatomical structure and aesthetics. By understanding the aging process in the eyes, it is hoped that we can prevent, slow down and prevent this process.*

Keywords: Aging Process, Eyes.

Abstrak: Kajian Pustaka: Tanda Dan Proses Penuaan Pada Mata. Dengan bertambahnya usia sampai dengan dewasa, seluruh komponen tubuh tidak lagi dapat berkembang, tetapi sebaliknya akan terjadi penurunan bahkan terhentinya fungsi berbagai organ tubuh karena proses penuaan. Penuaan yang terjadi di dalam tubuh tidak berjalan secara mendadak, tetapi berjalan perlahan seiring dengan penambahan usia. Penuaan yang terjadi pada mata melibatkan banyak struktur organ dan sel yang dapat menimbulkan gejala dan gangguan yang dapat mengganggu baik secara fungsi, struktur anatomis maupun estetika. Dengan memahami terjadinya proses penuaan pada mata diharapkan dapat mencegah, mengambat dan memperlambat proses yang terjadi tersebut.

Kata kunci: Proses Penuaan, Mata.

PENDAHULUAN

Dalam rentang usia tertentu, seiring dengan bertambahnya usia, tubuh manusia mengalami berbagai perubahan alami. Penuaan mempengaruhi perubahan pada tubuh baik secara anatomi, fisiologi dan neurologi. Terjadinya penuaan disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Beberapa faktor internal adalah radikal bebas, hormon yang berkurang, proses glikosilasi, metilasi, apoptosis, sistem kekebalan yang menurun dan genetik. Faktor eksternal yang utama adalah pola hidup yang tidak sehat atau kebiasaan yang salah, polusi lingkungan, stres, diet yang tidak sehat dan kemiskinan (Pangkahila, 2019).

Salah satu organ tubuh yang juga mengalami proses penuaan adalah mata. Penuaan pada mata adalah suatu kondisi yang umum dialami oleh hampir semua orang Ketika mencapai usia

tertentu. Saat mata mengalami penuaan maka kemampuan untuk mengakomodasi cahaya dan melihat objek menjadi terganggu. Penuaan pada mata melibatkan konjungtiva, otot ekstrakulikuler, retina, lensa yang meningkat seiring dengan penambahan usia.

TELAAH KEPUSTAKAAN

Proses penuaan terjadi melalui 3 fase yakni Fase subklinik pada usia 25-35 tahun: Pada tahap ini diawali dengan penurunan hormone melatonin dan *Growth Hormone* (GH) dilanjutkan dengan penurunan hormone testosteron dan estrogen. Pada fase ini biasanya seseorang belum mengeluhkan tanda dan gejala penuaan dan masih merasa normal. Selanjutnya Fase transisi pada usia 35-45 tahun: Mulai terjadi penurunan hormone sebesar 25% yang diikuti dengan berkurangnya masa otot sebanyak satu kilogram setiap beberapa

tahun. Keluhan sudah mulai dirasakan seperti tenaga dan kekuatan terasa hilang, komposisi lemak tubuh mulai bertambah. Gejala pendengaran dan penglihatan mulai muncul. Secara alamiah pada mata mulai terjadi penurunan tajam penglihatan seperti presbiopia memasuki usia 40 tahun. Kemudian diakhiri dengan Fase klinik pada usia 45 tahun ke atas : Pada fase ini banyak terjadi penurunan kadar hormon melatonin, GH, *dehydroepiandrosterone* (DHEA), testosteron, estrogen, dan juga hormon tiroid. Dapat terjadi penurunan bahkan hilangnya kemampuan tubuh untuk dapat menyerap makanan, vitamin, mineral, penurunan densitas tulang, massa otot berkurang sekitar satu kilogram setiap tiga tahun, yang berakibat ketidakmampuan tubuh membakar kalori dan meningkatnya lemak tubuh sehingga terjadi peningkatan berat badan, disfungsi seksual dan mengganggu keharmonisan banyak pasangan, penyakit kronis menjadi lebih nyata dan sistem organ tubuh mulai mengalami kegagalan (Pangkahila, 2019).

Pada dasarnya teori penuaan dibagi menjadi dua kelompok yaitu teori pakai dan rusak (*wear and tear theory*) dan teori terprogram (Pangkahila, 2019). Teori *Wear and Tear*, dalam teori ini kerusakan yang terjadi pada tubuh disebabkan oleh penggunaan yang berlebihan dan disalahgunakan. Selain itu adanya toksin di dalam makanan dan lingkungan, konsumsi berlebih lemak, gula, kafein, alkohol, nikotin, paparan sinar ultraviolet dan stress fisik ataupun emosional. Jika keadaan ini berlangsung secara kronis, dapat menyebabkan terjadinya kerusakan organ, mempercepat proses lain yang berkaitan dengan penuaan. Teori pakai dan rusak meliputi:

1. Kerusakan DNA, penyebab kerusakan DNA dapat terjadi karena dari luar misalnya karena radiasi, polutan, asap rokok, dan mutagen. Sedangkan faktor internal meliputi radikal bebas dan proses glikosilasi yang mempengaruhi kualitas dan fungsi protein dalam organisme. Pada

proses penuaan sebenarnya terjadinya proses penyembuhan ditingkat molekuler yang tidak sempurna dan sebagai akibat dari penimbunan kerusakan molekuler yang terjadi secara terus menerus. Kerusakan DNA yang menumpuk dalam jangka waktu yang lama akan mencapai keadaan dimana basis molekul sebenarnya sudah rusak. Dengan adanya keseimbangan antara kerusakan DNA dan keberhasilan penyembuhan DNA dapat menentukan rentang usia seseorang (Pangkahila, 2019).

2. Hipotesis Radikal bebas: Radikal bebas tidak hanya berkaitan pada proses penuaan, melainkan juga dengan penyakit yang berhubungan dengan usia lanjut. Istilah radikal bebas merupakan suatu molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbit luarnya, bersifat tidak stabil atau sangat reaktif, dapat bereaksi dengan molekul lain dan menimbulkan reaksi berantai yang sangat destruktif. Radikal bebas juga mempengaruhi peroksidasi lipid yang menyebabkan produksi melanodehid, yang mengikat protein, dan menyebabkan gangguan fungsi biologis dan protein tersebut (Pangkahila, 2019).

Berikutnya yaitu Teori terprogram, teori ini beranggapan di dalam tubuh manusia terdapat jam biologis, mulai proses konsepsi sampai kematian dalam suatu model terprogram yang dimulai dari sel berkembang menjadi embrio, janin, masa bayi dan anak-anak, remaja, dewasa, menjadi tua dan akhirnya meninggal (Pangkahila, 2019) meliputi:

1. Teori Terbatasnya Replikasi Sel. Mekanisme telomer menentukan rentang usia sel yang pada akhirnya juga rentang usia organisme sel. Pada setiap terjadinya replikasi sel, maka telomer akan mengalami pemendekan (Pangkahila, 2019).
2. Teori Hormon. Hormon berfungsi untuk mengendalikan fungsi sistem organ tubuh. Seiring dengan pertambahan usia terjadi penurunan

hormon. Ketika manusia menjadi tua, produksi hormon akan menurun demikian pula akan terjadi gangguan pada fungsi tubuh. Begitu pula jika terjadi gangguan pada hormon akan menimbulkan gejala dan tanda yang sama dengan yang terjadi karena adanya proses penuaan. Hormon dikeluarkan oleh beberapa organ yang dikendalikan oleh hipotalamus. Karena sifatnya yang saling berkaitan, maka berkurangnya produksi hormon tertentu dapat mempengaruhi produksi hormon yang lain. Maka terdapat hubungan antara proses penuaan dengan perubahan hormon (Pangkahila, 2019).

PEMBAHASAN

Patofisiologi Penuaan Pada Mata, penuaan pada mata dapat terjadi akibat kelemahan atau hilangnya tonus pada otot mata, jaringan adneksa okular yang menua menyebabkan kelopak mata menjadi kendur (Goodman and Ness, 2023). Otot levator mulai mengalami penipisan dan kehilangan tonus akibatnya kelopak mata atas tidak dapat dipertahankan pada posisi yang benar diatas mata dan menyebabkan terjadinya ptosis. Atrofi lemak orbita dan relaksasi ligamen menyebabkan perbedaan kelopak mata kanan dan kiri (Salvi and Currie, 2006).

Penuaan kulit ditandai dengan meningkatnya kekenduran dan berkurangnya jumlah kolagen dan serat elastis. Serat kolagen dan elastis merupakan komponen penting dari matriks ekstraseluler kelopak mata dan bertanggung jawab untuk fungsinya. Serat kolagen bertanggung jawab atas kekuatan tarik; serat elastis bertanggung jawab untuk fleksibilitas dan ketahanan. Ekspresi berlebih dari enzim elastolitik, seperti MMP-9, MMP-7, dan MMP-2 yang meningkat dapat mengakibatkan penurunan jumlah dan kelainan struktur serat elastis. MMP-2, salah satu enzim elastolitik yang paling kuat dan dilepaskan selama proses inflamasi atau iskemia. MMP-7 dan MMP- bertanggung jawab atas degradasi serat elastis pada anetoderma, *Floppy*

eyelid syndrome, dan *Mid-dermal elastolysis*. Enzim pendegradasi elastin ini dilepaskan selama inflamasi, iskemia, dan iritasi mekanis kronis. Ekspresi berlebih dari enzim pendegradasi elastin pada ektropion dan entropion involusional merupakan efek dari iskemia lokal, inflamasi atau tekanan mekanis kronis (Damascene *et al*, 2015). Mekanisme inflamasi berperan penting dalam proses penuaan. Stress oksidatif yang dipicu oleh disregulasi jalur komplemen dan diikuti dengan perubahan kadar protein komplemen akan menginduksi terjadinya penuaan pada segmen anterior mata. Selain itu adanya komponen pelengkap juga berkontribusi pada proses patogenik dengan cara merusak jaringan menjadi sangat kemotaktik dan mampu membentuk neovaskularisasi (Yaumil, 2018).

Reactive oxygen species (ROS) berperan penting dalam pensinyalan dan regulasi sel. Ketika produksi ROS melebihi kapasitas antioksidan intrinsik maka akan menginduksi kerusakan pada komponen sel seperti DNA, protein, dan lipid. Lensa merupakan jaringan yang sangat rentan terhadap kerusakan oksidatif karena protein penyusunnya tidak pernah diganti. Sel epitel lensa merupakan satu-satunya yang melakukan metabolisme aerobik dan mengandung mitokondria. Kerusakan pada mitokondria ini menyebabkan ketidakseimbangan redoks yang mempengaruhi protein, membran sel dan plasma lipid (Yaumil, 2018). Komponen lain yang berkaitan dengan penuaan adalah adanya biomarker *Advanced Glycation Ends product (AGEs)*, yang merupakan kelompok makromolekul heterogen yang dibentuk oleh glikasi nonenzimatik protein, lipid, dan asam nukleat, di mana gula seperti glukosa bereaksi dengan gugus amino dalam protein, lipid, dan asam nukleat. Penuaan berhubungan dengan adanya AGEs di kornea, lensa, dan struktur okular lainnya (Yaumil, 2018).

Tanda dan Perubahan Penuaan Mata, yang pertama yaitu pada Kelopak mata, seiring bertambahnya usia,

komponen matriks ekstraseluler kehilangan organisasi jalinannya. Penuaan pada kelopak mata disebabkan oleh kapasitas regeneratif dan peningkatan enzim degradatif yang menyebabkan degradasi kolagen terutama bagian dermis (Ko and Kikkawa, 2016). Hilangnya dukungan struktural *adnexa tarsus, tendon canthal*, dan otot orbicularis dengan kulit yang menipis menyebabkan prolaps lemak orbita, malposisi kelopak mata dan *blepharoptosis*. Pada kelopak mata bawah dapat terjadi kelemahan kelopak horizontal. Adanya penuaan menyebabkan pengurangan lemak orbital sehingga mata seperti "tenggelam". Jika kelemahan berjalan progresif dapat mengakibatkan eversi margin kelopak mata dari bola mata (*ectropion*) (apiva, et al., 2017). Jika otot orbicularis pretarsal relatif kuat, kelopak mata dapat mengalami inversi (*entropion*) yang menyebabkan bulu mata bergesekan dengan kornea (Salvi et al., 2006). Semakin bertambahnya usia maka akan diikuti dengan meningkatnya kejadian entropion involusional (Yaumil et al., 2018).

Pada entropion terjadi beberapa perubahan seperti berpindahnya posisi orbikularis preseptal ke tepi bawah tarsus, kelemahan retraktor palpebra inferior, berkurangnya kekakuan tarsus karena proses atrofi, involusi tendon kantung medial dan lateral, perubahan komposisi tarsus dari serat kolagen menjadi serat elastis, dan proses atrofi lemak periorbita (Maharrani et al., 2021). Pada palpebra atas, disinsersi atau atenuasi otot levator dapat menyebabkan ptosis involusional (Boschh et al., 1999). Kelebihan kulit kelopak mata atas bersamaan dengan migrasi anterior bantalan lemak preaponeurotik menyebabkan *dermatochalasis* atau pseudoptosis. Pendalaman garis ekspresi terutama pada tepi lateral palpebra menyebabkan "crow's feet" yang secara kosmetik dapat diterapi dengan injeksi *botulinum toxin* (Paiva et al., 2017).

Tanda dan Perubahan Penuaan Mata selanjutnya yaitu terlihat pada

Kelenjar Lacrimal. Akibat penuaan dapat terjadi perubahan gambaran histopatologi pada kelenjar lakrimal seperti atrofi asinar; fibrosis periasinar; fibrosis periductal; dilatasi duktus interlobular; proliferasi duktus interlobular; infiltrasi limfositik; dan infiltrasi lemak (Paiva et al., 2017).

Penurunan kuantitas dan kualitas air mata yang dihasilkan oleh kelenjar lacrimal menyebabkan terjadinya "dry eye" (Paiva et al., 2017). Penurunan produksi air mata terjadi akibat dari disfungsi kelenjar lakrimal, perubahan sekresi refleksi, berkurangnya sensasi kornea, atau kerusakan akibat inflamasi kelenjar lakrimal yang menyebabkan terjadinya defisiensi air/dry eye. *Tear film* yang tidak memadai mendorong hiperosmolaritas air mata yang menginduksi kaskade inflamasi, meninggalkan sel epitel mati. Sel goblet menghasilkan musin yang memiliki fungsi protektif dengan cara membersihkan debris, mencegah adhesi bakteri, meningkatkan lubrikasi dan mempertahankan fungsi sawar epitel. Pada keadaan inflamasi, jumlah sel goblet dan fungsi sekretorik menurun dan sitokin inflamasi seperti interferon gamma dan TNF- α akan menginduksi apoptosis sel goblet yang selanjutnya dapat mengurangi produksi musin. Jika sel epitel kornea berkurang perlindungan terhadap musin maka akan lebih rentan terhadap kerusakan sel. Hilangnya sel goblet akibat cedera yang diinduksi oleh respon inflamasi meningkatkan hilangnya sel epitel kornea. Seiring bertambahnya usia, jumlah sel goblet tidak mengalami penurunan jumlah, namun fungsi selnya menurun. Selain itu, sel konjungtiva yang menua lebih rentan terhadap apoptosis. Dalam kondisi *dry eye* pada orang dewasa yang lebih tua, terjadi kehilangan fungsi sel goblet dan peningkatan tingkat apoptosis sel goblet yang dapat menyebabkan yang dapat memperburuk kondisi *dry eye*. Pada stadium lanjut dapat terjadi keratinisasi kornea, ulserasi kornea, dan keratopati akibat dari cedera berulang atau peningkatan

tingkat keparahan dari waktu ke waktu (Sharma *et al.*, 2014).

Kelenjar meibom yang mengalami penuaan juga berkurang jumlahnya, selain itu terdapat perubahan struktur dan fungsi yang menyebabkan terjadinya *dry eye* (Kovacs, 2021). Terdapat korelasi antara *dry eye* dan disfungsi kelenjar meibom (MGD). MGD disebabkan karena hiperkeratinisasi epitel ductus dan berkurangnya kualitas dan kuantitas kelenjar meibom. Selain itu adanya obstruksi menyebabkan berkurangnya sekresi kelenjar meibom dan menginduksi terjadinya *dry eye*. Adanya obstruksi ductus disertai hiperkeratinisasi dan akumulasi sekresi kelenjar meibom dari asinus akan menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan yang progresif sehingga menyebabkan pelebaran pada ductus dan ductulus. Konsekuensi dari berkurangnya sekresi kelenjar meibom dan pelepasan kelenjar disertai peningkatan penguapan dan hiperosmolaritas air mata, maka akan menginduksi stress pada jaringan, inflamasi pada permukaan mata yang berakibat penurunan ketajaman penglihatan (Ding and Sullivan, 2013). Meibomian gland memiliki reseptor androgen dan berespon terhadap stimulasi androgen, sehingga MGD lebih sering terjadi pada pria dibandingkan dengan Wanita (Paiva, 2017).

Tanda dan Perubahan Penuaan Mata juga terlihat pada Sklera. Sklera menegang seiring bertambahnya usia karena ikatan silang fibril yang tinggi dan molekul tropocollagen per fibril. Pembentukan plak sklera (kalsium sulfat atau kalsium fosfat pada insersi otot rektus medial dan lateral) juga dapat menyebabkan peningkatan kekakuan sklera pada pasien yang lebih tua (Salvi and Currie, 2006).

Selanjutnya pada Kornea, Kornea membentuk 1/6 anterior dari lapisan luar bola mata yang berfungsi sebagai pelindung. Ketebalan lapisan Bowman, 8 hingga 10 μm dan tetap konstan sepanjang hidup. Seiring bertambahnya usia, sensitivitas kornea akan mengalami menurun. Penurunan sensitivitas dan kerapuhan kornea

meningkatkan risiko abrasi dan ulkus kornea. Seiring dengan penambahan usia, kornea akan mengalami penebalan sehingga menghasilkan hamburan cahaya ekstra di dalam mata yang menea. Hal ini juga mempengaruhi kekuatan fokus kornea (Esenwah *et al.*, 2014).

Selain itu akibat penuaan terjadi perubahan distrofi pada epitel kornea, stroma, dan endotelium. Secara umum, kepadatan sel endotel kornea mengalami penurunan dari sekitar 5000 sel/ mm^2 saat lahir menjadi 3000 sel/ mm^2 pada usia yang lebih tua. *Hudson-Stahli Line* adalah garis pigmen pengendapan besi yang biasanya terlihat di persimpangan antara sepertiga tengah dan bawah kornea dan dianggap sebagai pengendapan dari film air mata di atas batas kelopak bawah yang berlawanan. *Arcus senilis* adalah perubahan penuaan yang paling menonjol dan sering terlihat pada perifer kornea. Ketebalan membran descemet akan meningkat seiring bertambahnya usia. Endapan kuning-putih bilateral asimtomatik ini biasanya dimulai dari inferior ke superior dan membentuk opasitas annular pada stroma kornea perifer yang dipisahkan dari limbus oleh pita sempit kornea bening (Turner *et al.*, 2008).

Endapan terdiri dari kolesterol ester, kolesterol, dan gliserida netral. *Body Hassall-Henle* adalah penebalan terlokalisasi di pinggir endotelium kornea yang menea terlihat pada pantulan specular pada pemeriksaan slit lamp. Jika tonjolan membran descemet ini terjadi secara aksial di endotel kornea disebut dengan guttata kornea. *Spindel Kruckenberg* adalah pengendapan pigmen uveal pada endotel kornea yang mengalami penuaan. Semua perubahan yang disebutkan di atas terjadi dengan sendirinya dan tidak mengganggu penglihatan (Salvi and Currie, 2006). Endotel kornea tidak dapat beregenerasi dan karenanya kepadatan sel endotel berkurang seiring bertambahnya usia. Sel-sel endotel yang tersisa membesar untuk menutupi hilangnya beberapa sel endotel dengan penuaan

yang mengakibatkan pleomorfisme (Esenwah *et al.*, 2014)

Perubahan torisitas kornea (kelengkungan) menyebabkan perubahan refraksi, terutama kekuatan refraksi dan meridian astigmatisme. Pada lansia, biasanya perubahan dari astigmatisme "*with the rule*" menjadi astigmatisme "*against the rule*". Pada astigmatisme *with the rule* meridian vertikal kornea lebih curam daripada meridian horizontal dan mata memiliki lebih banyak kekuatan refraksi (*plus cylinder*) di sepanjang sumbu vertikal, sehingga pasien mengalami kesulitan menyelesaikan target dengan garis horizontal, misalnya huruf seperti E atau F. Sebaliknya astigmatisme *against the rule*, meridian horizontal lebih curam daripada vertikal dan mata memiliki kekuatan refraksi yang lebih besar (*plus cylinder*) di sepanjang sumbu horizontal, sehingga pasien mengalami kesulitan memfokuskan target yang berorientasi vertikal. Oleh karena itu, terjadi perubahan presbiopia dan perubahan astigmatisme. Pemeriksaan refraksi rutin disarankan bagi lansia untuk membantu melihat secara optimal (Salvi and Currie, 2006).

Penuaan juga mempengaruhi *trabecular meshwork* yakni perubahan bentuk, selularitas dan pigmentasi³. Terjadi penebalan pada lembaran trabecular akibat akumulasi "*curly*" kolagen dan pigmen pada jalinan trabekular, penurunan proteoglikan (kondroitin dan dermatan sulfat), hilangnya sel endotel trabekular, pengurangan pori-pori terbuka dan ruang dari jalinan trabekular, dan akumulasi laminin di bawah lapisan endotel kanal Schlemm. Selain itu, hilangnya sel endotel trabekular memungkinkan fusi berkas trabekular melalui hialinisasi yang menghasilkan fagositosis disfungsi, serta sintesis dan/atau degradasi makromolekul yang mengubah proses fisiologis (Yaumil, 2018). Pupil cenderung menjadi lebih kecil dan iris kurang reaktif seiring bertambahnya usia dan lebih sulit untuk melebar secara farmakologis. Hilangnya pigmen pada iris dapat menyebabkan transiluminasi iris pada pemeriksaan slit

lamp terutama pada margin pupil. Bentuk dan tonus badan siliar berubah seiring bertambahnya usia dan hal ini seiring dengan perubahan penurunan elastisitas kapsul lensa dan kekompakan serat lensa menyebabkan penurunan amplitudo akomodasi yang mengakibatkan presbiopia (Salvi and Currie, 2006).

Terdapat perubahan pada Kristal Lensa. Seiring bertambahnya usia, lensa secara selektif menyerap lebih banyak cahaya biru (410 nm) karena akumulasi pigmen kuning di lensa (Goodman and Ness 2023). Penurunan transmisi cahaya biru ini merupakan bagian dari proses kataraktogenik dan menyebabkan "*blue blindness*" dan menguningnya kristal lensa yang menua (Salvi and Currie, 2006). Penguningan ini meningkatkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang yang lebih pendek, termasuk cahaya biru, yang dapat merusak fotoresepsi sirkadian. Cahaya biru bertanggung jawab atas penekanan melatonin, penurunan transmisi cahaya biru dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan mental pada lansia, termasuk insomnia dan depresi (Zimbron *et al.*, 2017).

Salah satu tanda penuaan yang paling dikenal adalah pengerasan (*sklerosis nuclear*) lensa yang disebabkan oleh berbagai perubahan biokimia dan fotokimia (Salvi and Currie, 2006). Perubahan biokimia yang menyebabkan peningkatan kekakuan terjadi karena akumulasi kolesterol, *dihydrosphingomyelin*, dan *sphingomyelin*, serta penurunan fosfatidilkolin dalam membran sel serat lensa dan protein *α-kristalin* dalam sel serat lensa. Pasien yang mengalami presbiopia bertahun-tahun menginduksi terjadinya katarak. Presbiopia disebabkan oleh perubahan elastisitas kapsul dan pengerasan lensa karena modifikasi sitoplasma sel serat kortikal dan kelarutan nuclear protein (Zimbron *et al.*, 2017). Seperti jaringan lain dalam tubuh, vitreous juga mengalami proses penuaan ireversibel yang ditandai dengan perubahan fibril kolagen dan komponen asam hialuronat yang menyebabkan floaters yang tidak

berbahaya yang terlihat oleh orang tua (Goodman and Ness, 2006).

Secara klinis adanya penuaan, akan terjadi kondensasi gel vitreous, peningkatan struktur fibrillary vitreous, peningkatan mobilitas struktur fibrillary, dan pembentukan ruang kosong optik yang disebut *lacunae*. Saat pencairan vitreous meningkat, kekosongan yang dihasilkan menyatu membentuk rongga yang lebih besar, akhirnya diikuti oleh penyusutan badan vitreous dari retina setelah sekitar 50% pencairan tercapai menyebabkan *Detasemen Vitreous Posterior* (PVD) (Salvi and Currie, 2006). Penuaan pada retina ditandai dengan degradasi sel saraf, perubahan morfologi pada lapisan retina, dan perubahan vaskular retina. Kehilangan sel saraf melibatkan penipisan sel ganglion retina dan fotoreseptor, dengan penurunan sel batang yang lebih besar daripada sel kerucut. Epitel pigmen retina (RPE) terletak di atas *membran Bruch* dan berinteraksi dengan *choriocapillaris* vaskular dan sel fotoreseptor untuk pertukaran nutrisi dan limbah. Sel-sel RPE di luar makula bertambah lebar dan berkurang tingginya seiring bertambahnya usia menyebabkan penipisan umum lapisan RPE perifer. Sitoplasma sel RPE berkurang volumenya dan sel menjadi semakin bervakuola dan pleiomorfik sehubungan dengan ukuran, bentuk, inti, dan pigmentasi. Melanin dan lipofuscin, dua jenis molekul pigmen yang ditemukan dalam sel RPE, juga mengalami perubahan terkait usia. Ada kecenderungan lipofuscin menumpuk seiring bertambahnya usia, dan adanya fluorofor pada lipofuscin, menyebabkan stres oksidatif dan merusak organel yang terikat membran, sehingga berpotensi melukai sel RPE. Lipofuscin juga menekan kapasitas antioksidan melanin. Sifat antioksidan melanin juga berkurang karena *photobleaching* melanosom yang spesifik usia. Selain itu pigmentasi melanin retina perifer menurun pada pasien yang lebih tua (Salvi and Currie, 2006).

Macula dan Fovea mengalami perubahan. Aliran vaskular makula menurun seiring bertambahnya usia,

yang disebabkan oleh penurunan jumlah pembuluh darah dan kecepatan aliran (Salvi and Currie, 2006). Aliran darah fovea berkurang pada orang tua karena densitas dan diameter pembuluh darah koroid yang lebih rendah yang mensuplai area tersebut (Damascene and Rubens, 2015). Perubahan saraf optik yang berkaitan dengan usia termasuk pembengkakan akson di lamina cribrosa, pengurangan kepadatan serat saraf, dan peningkatan komposisi jaringan ikat seperti serat elastis (Goodman and Ness 2023). Material seluler dan ekstraseluler dapat terakumulasi dalam meninges dan bundel serat saraf optik. Selain itu, volume tepi saraf dan lebar tepi minimum kepala saraf optik dapat menurun seiring bertambahnya usia. Pada Pasien yang lebih tua telah terbukti memiliki perfusi kepala saraf optik yang lebih rendah dibandingkan dengan pasien yang lebih muda (Salvi and Currie, 2006).

KESIMPULAN

Penuaan pada mata disebabkan karena perubahan struktur dan fungsi yang terjadi selama proses penuaan, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas dan kuantitas hidup seseorang sehingga memerlukan penyesuaian dalam gaya hidup dan perawatan kesehatan mata. Dengan memahami proses terjadi penuaan pada mata diharapkan dapat mencegah, memperlambat dan menghambat proses yang terjadi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bosch, Van den W A., I, Leenders., P, Mulder. *Topographic anatomy of the eyelids, and the effects of sex and age. Br J Ophthalmol* 1999;83:347-352.
- Damascene, Renato Wendell, et al. 2015. *Eye lid aging: Pathophysiology and clinical management*. Arq Bras Oftalmol. 2015;78(5):328
<http://dx.doi.org/10.5935/0004-2749.20150087>.
- Ding, Juan dan Sullivan, David A. 2013. *Aging and Dry Eye Disease*. PMC Pubmed

- Central.doi: 10.1016/j.exger.2012.03.020
- Esenwah E.C., Y.C, Azuamah., Ikoro, Okorie M.E. 2014. *The Aging Eye and Vision: A Review*. International Journal of Health Sciences & Research 218. Vol.4; Issue: 7. vol. 45 no. 2.
- Goodman, D and Ness, S. 2023. *The Role of Oxidative Stress in the Aging Eye*. *Life* 2023,13,837. <https://doi.org/10.3390/life13030837>.
- Kovacs, I. 2021. *Review Article: Effects of ageing on the eyes*. Developments in Health Sciences 4,21–25. DOI: 10.1556/2066.2021.00047.
- Ko, A.C. Korn, B.S. and Kikkawa, D.O. 2016. *The aging face*. *Surv. Ophthalmol*, 62, 190–202.
- Maharrani, Riza., Indrajati, Cristina dan Iwang, Yusuf. 2021. *Hubungan Usia dengan Rekurensi Entropion Kelopak Mata Atas dan Bawah*. Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (Kimu) 5.
- Paiva, Cintia S. 2017. *Effects of Aging in Dry Eye*. Published in final edited form as: *Int Ophthalmol Clin*. 2017; 57(2): 47–64. doi:10.1097/IIO.000000000000010.
- Pangkahila Pangkahila, W. 2019. *Anti Aging Medicine Tetap Muda dan Sehat*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.
- Reiza, Yaumil. 2018. *Diagnosis dan Tatalaksana Entropion*. *Cermin Dunia Kedokteran* – 261.
- Salvi, S M. and Currie, Z. 2006. *Ageing changes in the eye*. *Postgrad Med J*. 2006 Sep; 82(971): 581–587. doi: 10.1136/pgmj.2005.040857.
- Sharma, Anushree and Hindman, Holly B. 2014. *Review Article: Aging: A Predisposition to Dry Eyes*. *Journal of Ophthalmology*. Volume 2014, Article ID 781683, 8 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/781683>.
- Turner, P.L.; Mainster, M.A. 2008. *Circadian photoreception: Ageing and the eye's important role in systemic health*. *Br. J. Ophthalmol*. 92, 1439–1444.
- Zimbron, Luis Fernando Hernandez et al. 2017. *Review Article Molecular Age-Related Changes in the Anterior Segment of the Eye*. *Hindawi Journal of Ophthalmology* Volume 2017, Article ID 1295132, 8. [Doi.org/10.1155/2017/1295132](https://doi.org/10.1155/2017/1295132).