

NEUROPATHOLOGICAL ASPECT OF THE VISUAL AFEREN PATHWAYS ASPEK NEUROPATHOLOGIS PADA JARAS VISUAL AFEREN

Siti Hajar¹, Dessy Rakhmawati Emril², Nirwana Lazuardi Sary³

siti.hajar@unsyiah.ac.id

¹Bagian Mata/Biokimia Fakultas Kedokteran USK/RSUD Zainoel Abidin, Banda Aceh

²Bagian/KSM Neurologi Fakultas Kedokteran USK/RSUD Dr Zainoel Abidin, Banda Aceh

³Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran FK USK, Darussalam Banda Aceh

ABSTRACS

The visual pathway functions to receive and transmit visual information in the form of impulses to the cortex. The visual process begins with the interpretation of light entering the eye and captured by the retina until it becomes specific visual information in the brain. The formation of an image on the retina depends on the refractive ability of the eye. Light rays that reach the retina are converted into nerve impulses. Impulses that arise will be delivered to the visual cortex to be analyzed and interpreted to produce a good picture of vision and visual fields. The Disturbed visual pathway structures will cause various visual disturbances, including visual field disturbances in patients. The disturbance that occurs depends on where the damage to the anatomical structure of the visual pathway location.

Keywords: Aferen Visual Pathway, visual field disturbances

ABSTRAK

Jaras visual berfungsi menerima dan menghantarkan informasi visual berupa impuls menuju korteks. Proses visual dimulai dengan interpretasi cahaya yang masuk ke mata dan ditangkap oleh retina sampai menjadi informasi visual yang spesifik di otak. Pembentukan bayangan di retina bergantung pada kemampuan refraksi mata. Berkas cahaya yang sampai di retina akan diubah menjadi impuls saraf. Impuls yang timbul akan dihantarkan ke korteks visual untuk dianalisis dan diinterpretasikan hingga menghasilkan gambaran penglihatan dan lapang pandang yang baik. Struktur jaras visual yang terganggu akan menimbulkan berbagai gangguan penglihatan, di antaranya adalah gangguan lapang pandang pada pasien. Gangguan yang terjadi tergantung dimana letak kerusakan struktur anatomi jaras visual.

Kata Kunci: Jaras visual Aferen, Gangguan Lapang Pandang

Pendahuluan

Proses visual adalah proses interpretasi cahaya yang masuk ke mata dan ditangkap oleh retina sampai menjadi informasi visual yang spesifik di otak. Pembentukan bayangan di retina bergantung pada kemampuan refraksi mata. Cahaya mengalami refraksi, melalui kornea, melewati pupil, humor akuos, lensa, humor vitreus hingga terfokus pada retina. Terjadi perubahan energi cahaya menjadi aksi potensial di retina. Sinyal yang terbentuk diteruskan ke nervus optikus, kiasma optikus, traktus optikus, korpus genikulat lateral dan korteks serebri.^{1,2,3}

Berkas cahaya yang sampai di retina akan diubah menjadi impuls saraf. Impuls yang timbul akan dihantarkan ke korteks visual untuk dianalisis dan diinterpretasikan hingga menghasilkan kesan penglihatan berupa sebuah bayangan yang kecil dan terbalik. Proses melihat melibatkan sebuah struktur dengan sistem yang kompleks, setiap bagiannya didesain khusus untuk sebuah tujuan tertentu dan menjalankan fungsi yang diharapkan.^{1,2,3}

Jaras visual dapat digambarkan sebagai jaras anatomis dimana impuls elektrik yang membawa informasi visual dari retina dihantarkan ke otak untuk

diproses. Jaras visual terdiri dari jaras visual aferen dan eferen. Jaras yang dilalui oleh cahaya hingga menjadi impuls yang dihantarkan menjadi sebuah interpretasi visual di korteks otak disebut sebagai jaras visual aferen. Jaras visual aferen meliputi retina, saraf optik, kiasma optik, traktus optikus, korpus lateral genikulatum, radiasi optik dan berakhir di lobus oksipital.^{2,3,4,5}

Jaras visual aferen menunjukkan pengaturan retinotopik yang presisi pada semua gejala yang ditimbulkan karena kerusakan anatomi jaras visual. Lesi pada jaras visual memiliki nilai yang bermakna dalam diagnosis neurologis.^{6,7,8} Pengetahuan yang baik terhadap anatomi sistem visual akan bermanfaat dalam menentukan lokasi, diagnosis dan manajemen pada suatu kondisi neuropatologis.

Pembahasan

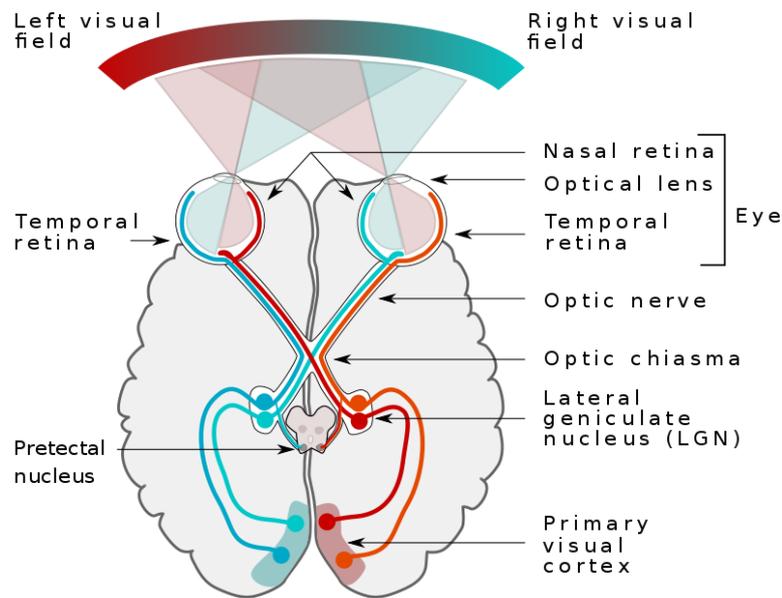
Jaras Visual

Jaras visual merupakan struktur anatomi yang bertanggung jawab untuk mengonversi energi cahaya menjadi aksi potensial listrik yang dapat diinterpretasikan oleh otak. Jaras visual terdiri dari tujuh level yang harus dilalui oleh impuls visual, yaitu retina, saraf optik, kiasma optik, traktus optik, korpus genikulatum lateral, radiasi optik dan area korteks.^{9,8,10}

Skema Jaras Visual

Jaras visual aferen dari retina menuju korteks visual primer memiliki empat elemen neuron. Neuron pertama adalah sel-sel fotoreseptor yang terdiri dari sel batang dan sel kerucut. Neuron pertama ini bersinaps dengan neuron kedua yaitu sel bipolar yang kemudian bersinaps dengan neuron ketiga. Neuron ketiga adalah sel ganglion retina dan prosesus-prosesus aksonalnya, termasuk kiasma optik dan traktus optik. Neuron keempat merupakan neuron genikulokalkarin.^{4,9,11}

Fungsi dari sistem visual adalah untuk melihat sebuah objek pada suatu ruang, menentukan pergerakan objeknya serta mengenali benda tersebut. Cahaya difokuskan menuju reseptor retina dan dikonversikan menjadi impuls saraf yang dikirim ke korteks visual primer. Korteks visual kemudian akan mengode secara terpisah fitur-fitur dasar dari sebuah benda seperti warna, bentuk, kedalaman, dan pergerakan. Informasi pergerakan dan kedalaman diteruskan ke korteks oksipitoparietal kemudian akhirnya menghasilkan persepsi spasial. Korteks oksipitotemporal menerima informasi warna dan bentuk dari sebuah objek dan menginterpretasikannya sebagai familiar atau tidak familiar. Daerah-daerah neokortikal lain berkontribusi dalam bentuk input motivasional dan atensional yang membantu memilih dan mengikat fitur-fitur relevan menjadi sebuah simbol visual yang bermakna.^{9,12}



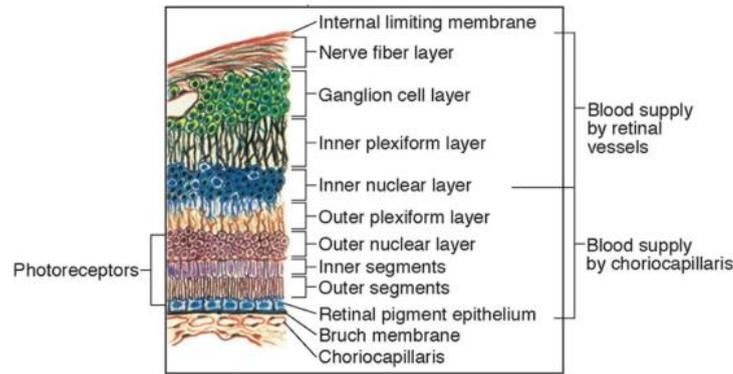
Gambar 1. Jarak penglihatan¹³

Retina

Retina mencakup dua per tiga bagian dalam dinding belakang bola mata. Bagian anterior retina melekat erat pada epitel pigmen. Di bagian belakang, saraf optik merekatkan retina ke dinding bola mata. Retina merupakan perluasan dari sistem saraf pusat agar kita dapat melihat dunia luas melalui jendela yaitu bola mata, dengan menangkap dan menguraikan rangsangan cahaya dan meneruskannya ke otak melalui akson saraf optik. Akson terdiri dari sel ganglion retina (RGCs), merupakan populasi neuron yang terdapat di dalam lapisan dalam retina, yang bertanggung jawab dalam proses penerimaan informasi di dalam mata yang kemudian diteruskan

kebagian lain sehingga otak dapat menerima informasi visual.^{14,15}

Retina merupakan jaringan saraf yang terbentang dari dalam intrakranial sampai nampak ke depan dan memiliki ketebalan orang lebih 0,5 mm. Terbagi menjadi dua bagian besar, yaitu neuro retina sensoris dan *retinal pigment epithelium* (RPE). Neuro retina sensoris mempunyai sembilan lapis yang terdiri dari : membrana limitans interna (ILM), lapisan serat saraf retina (RNFL), lapisan sel ganglion (GCL), lapisan pleksiformis dalam (IPL), lapisan inti dalam (INL), lapisan pleksiformis luar (OPL), lapisan inti luar (ONL), membrana limitans eksterna (OLM), dan fotoreseptor.^{16,17}



Gambar 2. Lapisan Retina.¹⁸

Pada manusia, akson dari 1,2 juta sel ganglion retina (RGCs) bergabung membentuk saraf optik. RGCs menerima masukan dari lebih dari 100 juta fotoreseptor retina melalui perantara neuron (sel bipolar, horizontal dan amakrin).^{19,20} Serabut saraf dari setengah nasal makula membentuk *papillomacular bundle (maculopapillary bundle)* masuk ke bagian temporal diskus optikus dan serabut saraf yang berasal dari sel ganglion bagian nasal retina masuk ke bagian nasal diskus optikus. Bagian diskus optikus yang tidak mengandung akson-akson RGCs disebut *cup*.²⁰

Analog dengan susunan diatas, lapisan retina terdiri dari tiga neuron. Setiap batang atau kerucut (neuron pertama) mempunyai suatu organ akhir saraf yang terletak paling luar dekat epitel pigmen. Lapisan pleksiform luar menandai hubungan antara neuron pertama dan kedua. Lapisan inti dalam tampak sebagai suatu massa inti sel bipolar (neuron kedua) yang tersusun rapat, sel amakrin, dan sel horizontal. Lapisan pleksiform dalam

merupakan tempat hubungan antara neuron kedua dan ketiga. Lapisan sel ganglion mengandung sel ganglion (neuron ketiga) dan neuroglia.^{16,22}

Retina sensoris terdiri dari tiga macam sel, yaitu : *neuron cells*, *glial cells*, dan *vascular cells*. *Neuron cells* termasuk fotoreseptor, sel bipolar, dan sel ganglion untuk integrasi secara vertikal signal elektrik dari stimulasi cahaya. Sel horizontal dan amakrin berfungsi pad integrasi horizontal dan koordinasi diantara neuron-neuron yang ada. *Glial cells* terdiri dari sel Müller, astrosit, dan mikroglia yang berfungsi sebagai pendukung metabolik untuk pembuluh darah dan sel-sel neuron. Sel-sel ini berperan penting pada regulasi dari lingkungan ekstraseluler retina. Sel Müller terbentang pada keseluruhan tebal retina dan berada pada membrana limitans interna dan eksterna. Astrosit menyelubungi pembuluh darah dan neuron cells pada lapisan sel ganglion dan mikroglia berperan sebagai makrofag yang

berada di retina. Sel-sel pembuluh darah termasuk sel pembuluh darah retina berepitel.^{16,22} Sama seperti otak, vaskularisasi retina dikontrol oleh sel-sel endotel yang memiliki *tight junctions*, sehingga berfungsi sebagai *blood-retinal barrier*.²³

Sel Ganglion memiliki 3 tipe sel, yaitu: sel *midget* 80%; sel *parasol* 10%; dan sel lain 10% sisanya. Masing-masing tipe memiliki jalurnya sendiri yang diberi nama sesuai targetnya pada korpus genikulatum lateral.²⁴ Fovea memiliki konsentrasi sel *midget* yang sangat tinggi. Sel *midget* menerima Sinyal dari sel bipolar yang menerima input dari 1 sel kerucut. sel kerucut memiliki spesialisasi untuk *high spatial acuity* penglihatan warna dan penglihatan stereoskopis. Sel *parasol* menerima input dari sel bipolar multipel yang berfungsi untuk mendeteksi gerakan, sel ini banyak terdapat pada perifer retina. Akson sel ganglion berjalan pada NFL, kemudian memasuki saraf optik, kiasma dan traktus optik, sinaps berakhir pada korpus genikulatum lateral thalamus.^{24,25}

Cahaya harus menembus semua lapisan dalam sebelum mencapai fotoreseptor yang merupakan sel saraf khusus untuk menerima dan mengkonduksi stimulus penglihatan. Sebuah reaksi kimia terjadi di dalam sel-sel fotoreseptor ini secara beruntun dan mengubah energi

elektromagnet menjadi stimulus listrik. Stimulus ini berjalan menuju lapisan retina lainnya melalui neurotransmitter. Impuls diteruskan dari fotoreseptor ke sel bipolar dan mencapai sel ganglion retina lalu menuju kepala saraf optik.^{5,8,10}

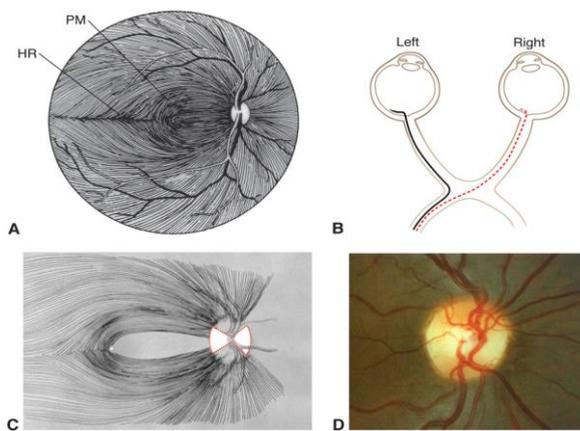
Jalur serabut saraf retina menuju diskus optik terbagi menjadi tiga kompartemen fungsional, yaitu berkas papilomakular, berkas arkuat superior dan inferior, serta berkas nasal radial. Jalur yang paling penting adalah berkas papilomakular yang membawa paling banyak akson dari makula, yakni hampir 90% dari seluruh akson yang ada langsung menuju diskus optik. Akson yang berasal dari temporal fovea harus melengkung mengelilingi serabut saraf dari nasal fovea disebut berkas arkuata. Berkas arkuata dibagi menjadi dua grup, yakni berkas superior dan inferior yang dipisahkan oleh garis khayal meridian yang disebut dengan *horizontal raphe*. Serabut saraf yang berasal dari superior dan inferior nasal retina yang tidak terhalang oleh bundel papilomakular sehingga berjalan radial langsung menuju diskus optik. Suplai pembuluh darah arteri untuk 1/3 bagian luar retina berasal dari arteri koroid, sedangkan untuk 2/3 lapisan bagian dalamnya berasal dari arteri retina sentralis. Keduanya merupakan cabang dari arteri oftalmik.^{5,10,26,27}

Saraf Optik

Saraf optik merupakan hubungan neural antara retina neurosensoris dan nukleus genikulatum lateral. Jaringan saraf optik tersusun atas jaringan neural, jaringan glial, matriks ekstrasel dan pembuluh darah. Saraf optik berasal dari sel ganglion retina dan mengandung kira-kira 1,2-1,5 juta akson.

Perhitungan jumlah sel ganglion retina yang dikemukakan oleh Krause, Kappers dan Zwanenburg menyimpulkan bahwa akson saraf optik pada sel ganglion retina tetap memiliki rasio 1:1 dengan sel

paska sinap pada nukleus genikulatum lateral. Akson sel ganglion retina (yang dikenal dengan nama *nerve fiber*) berkumpul dikutub posterior dan keluar melalui kanal menyusun sebagian besar jaringan saraf optik. Dalam perjalanannya saraf optik dibagi 4 bagian yaitu intraokular; intraorbita; intrakanalikular dan intrakranial, seperti yang terlihat pada gambar 3.^{18,28}



Gambar 3. Anatomi akson sel ganglion retina dan nervus optikus. A,B, C, Akson nervus retina

meluas dari sel ganglion ke diskus optikus. Akson yang muncul dari bagian nasal makula meluas menuju diskus optikus D, Atropi *optic nerve head* (ONH).¹⁸

Segmen intraokular, papil saraf optik berlokasi pada 3-4 milimeter nasal dari fovea dengan ketebalan 1 milimeter. Panjang saraf optik segmen intraorbita adalah 25-30 mm.²⁹ Saraf optik berjalan ke posterior melalui lamina kribrosa dan diameternya bertambah menjadi 3-4 mm

karena diselubungi myelin dari oligodendrosit, saraf ini merupakan perpanjangan dari sistem saraf pusat. Keluar dari orbita, Saraf optik memasuki kanalis optik membentuk sudut 45 derajat, dan berlanjut sebagai segmen intrakranial sepanjang 17 mm sebelum mencapai khiasma.²⁹

Saraf optik intraorbita dikenal sebagai *optic nerve head* (ONH). Bagian anterior ONH terbesar dan dapat dilihat disebut diskus optikus. Diskus optikus yang

normal bervariasi secara signifikan dalam bentuk, ukuran dan topografinya. Diskus optikus dibagi atas 4 lapisan yaitu *nerve fiber layer* (NFL), prelaminar, laminar dan retrolaminar. Akson sel ganglion retina keluar dari mata melalui diskus optikus, dalam diameter 1,5 mm. Tepi antara cup dan diskus merupakan area depresi yang letaknya sedikit lebih temporal dibandingkan pusat diskus dan ditandai oleh jaringan glia^{18,28}

Setelah inisial pemrosesan intraretinal, saraf optik menyampaikan informasi visual ke pusat di otak untuk diproses lebih lanjut: ke *corpus geniculatum* lateral (dari mana sinyal disampaikan ke korteks visual), kolikulus superior dan nukleus suprachiasmatic. Jalur ini yang terlibat dalam persepsi visual, gerakan mata dan ritme sirkadian, masing-masing. Jalur dari bola mata ke *corpus geniculatum* lateral dibagi menjadi tiga bagian: saraf optik, chiasm (di mana akson dari setengah nasal retina menyeberang ke sisi kontralateral) dan traktus optikus. Pada titik di mana akson RGCs meninggalkan bola mata, mereka melakukan perjalanan melalui jaringan ikat dilapisi dengan sel pendukung glial, lamina kribosa. Area ini disebut papil saraf optik (ONH/ *optic nerve head*). Mielinasi saraf optik dimulai setelah akson lewat melalui lamina kribosa.¹⁹

Sebagian dari saraf optik pada bagian intraokular dapat terlihat dengan oftalmoskop sebagai kepala saraf optik atau

diskus optik. Ukuran diskus optik sangat beragam, rata-rata 1,76 mm secara horizontal dan 1,92 mm secara vertikal. Bagian intraokular ini rata-rata berdiameter 1,5 mm dan memanjang sekitar 3 mm dibelakang sklera, dimana sel-sel saraf mendapatkan selubung myelin. Kepala saraf optik ini dibagi menjadi empat area, yakni lapisan serabut saraf superfisial, area prelaminar, area laminar, dan area retrolaminar. Suplai area ini berasal dari arteri siliaris posterior dan arteriol retina.^{1,6}

Bagian intraorbital merupakan bagian paling panjang yakni sekitar 25-30 mm dan berdiameter 3-4 mm karena mendapatkan tambahan selubung myelin pada serabut sarafnya. Saraf yang terletak pada apeks orbital dikelilingi oleh jaringan fibrosa kuat yang disebut *annulus of Zinn*, yang merupakan origo dari keempat otot rektus dan otot superior oblik. Bagian ini diperdarahi oleh arteri retina sentralis.^{1,16} Bagian intrakanalikular ini panjangnya sekitar 8-10 mm dan lebarnya 5-7 mm. Saraf optik yang berada intrakanalikular ini terfiksasi terhadap kanalanya, karena duramaternya bersatu dengan periosteum. Bagian intrakanalikular ini menjadi bagian yang paling rentan terhadap cedera dikarenakan regangan yang ditransmisikan dari trauma tumpul fasial.^{1,8,29}

Saraf optik dikelilingi oleh tiga selubung meningen yang bersambung dengan meningen yang menutupi isi kranial. Lapisan paling dalam adalah pia mater yang

lembut dan bervaskularisasi. Bagian luarnya adalah membran kolagen dari selubung arakhnoid yang membentuk jaringan trabekula menjadi ruang subarakhnoid. Ruang subarakhnoid bersambung dengan ruang subarakhnoid serebral dan berisi cairan serebrospinal. Lapisan paling luar adalah dura mater yang kuat, jaringan ikat yang mengandung banyak fiber elastis dan bersambung dengan sklera.^{7,29}

Saraf optik sudah tidak memiliki selubung meningen pada bagian intrakranial. Saraf optik intrakranial berjalan medial dan sedikit keatas, bersatu di kiasma optik dan memiliki panjang bervariasi antara 8-12 mm (rata-rata 10 mm). Variasi panjang saraf optik ini berkorelasi dengan posisi kiasma optik. Bagian intrakranial ini diperdarahi oleh cabang arteri karotis interna dan arteri oftalmik.^{8,29}

Kiasma Optik

Saraf optik kiri dan kanan bertemu di optik kiasma yang terletak di ruang subarakhnoid dari sisterna suprasellar, di atas sella tursika dan kelenjar pituitari. Hipotalamus berada diatas optik kiasma. Lokasi dari kiasma terhadap sella bervariasi, kebanyakan adalah tepat di superior tetapi sekitar 17% individu terletak di anterior (*prefixed*), dan sekitar 4% yang terletak posterior (*postfixed*).^{8,10}

Kiasma optik merupakan komisura yang dibentuk dari persilangan saraf optik. Lebar kiasma optik berukuran sekitar 12 mm, panjangnya 8 mm pada arah

anteroposterior dan ketebalannya 4 mm. Serabut ekstramakular dari retina bagian inferonasal menyilang secara anterior di kiasma pada "*Willbrand's knee*" sebelum betul-betul menuju traktus optikus seperti yang terlihat pada gambar 2.7. Serabut ekstramakular bagian temporal tidak bersilangan di kiasma dan traktus optikus. Perpanjangan dari makula terletak di tengah saraf optik dan membentuk 80%-90% dari volume total saraf optik dan serabut kiasma. Serabut makula bagian nasal menyilang di bagian posterior dari kiasma. Sekitar 53% dari serabut saraf optik yang menyilang dan 47% sisanya tidak menyilang. Suplai darah kiasma optik diberikan oleh cabang kecil dari arteri serebral anterior proksimal dan arteri komunikans anterior.^{1,6,8}

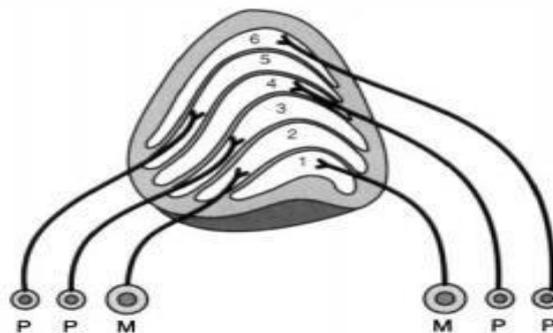
Traktus Optik

Traktus optik adalah segmen jaras visual yang menghubungkan kiasma optik dengan nukleus genikulat lateral. Traktus optik mengelilingi diensefalon, lateral terhadap hipotalamus dan berdekatan dengan sisterna ambien. Sebagian serabut saraf terlibat dalam jaras pupilari yang keluar menuju nuklei pretektal sebelum nukleus genikulat lateral. Serabut saraf paling banyak berakhir di nukleus genikulat lateral. Traktus optik disuplai peradarahannya oleh arteri koroid anterior.^{5,8,11,31}

Nukleus Genikulat Lateral

Nukleus genikulat lateral terletak di posterior talamus yang berbentuk seperti jamur serta tersusun atas enam lapisan. Empat lapisan superior berasal dari akson sel P (parvolekular), yang mana sel ganglionnya memiliki area reseptif lebih sempit. Sel P ini bertanggung jawab untuk menangkap resolusi spasial dan persepsi warna dengan maksimal. Dua level inferior lainnya menerima input dari serabut sel M

(magnoselular), yang mana sel ganglionnya memiliki area reseptif lebih besar. Sel M lebih sensitif dalam mendeteksi gerakan. Akson-akson yang berasal dari bagian kontralateral mata berakhir di lapisan 1, 4, dan 6, sedangkan serabut saraf ipsilateral menginervasi lapisan 2, 3 dan 5 seperti pada gambar 4. Suplai darah nukelus genikulat lateral ini berasal dari arteri koroid posterior lateral dan arteri koroid anterior.^{5,8,10}



Gambar 4 Nukleus Lateral Genikulat.⁵

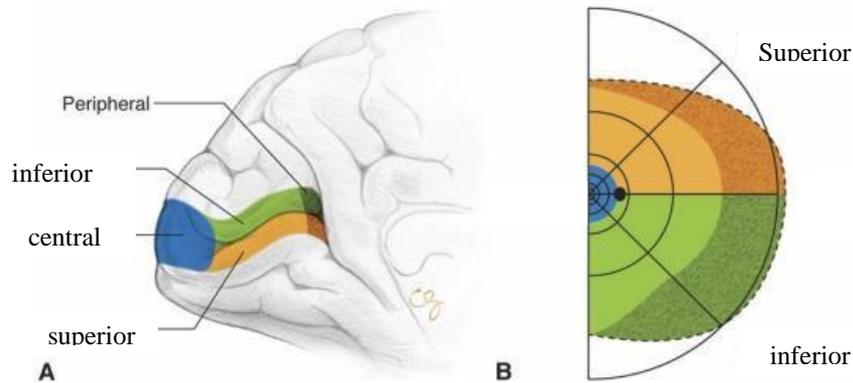
Radiasi Optik

Radiasi optik atau disebut juga traktus genikulokalkarin merupakan serabut saraf bermielin yang menghubungkan nukleus genikulat lateral dengan korteks visual primer di lobus oksipital. Serabut saraf yang paling superior langsung berjalan ke belakang menuju lobus oksipital, tetapi serabut saraf yang paling inferior melengkung secara anteroinferior mengelilingi hornu temporal dari ventrikel lateral sebelum akhirnya berbalik ke belakang. Lengkungan ini disebut dengan *Meyer's loop*. Serabut saraf makula (bagian tengah) berjalan secara lateral, dengan serabut saraf perifer lebih terkonsentrasi

pada aspek superior dan inferior dari radiasi optik ini.^{5,8,12}

Korteks Visual

Radiasi optik mencapai tujuannya di korteks visual primer yang dikenal juga sebagai korteks striatum, area Broadman 17 atau V1. Sebanyak 85% korteks visual primer (V1) terbenam dalam fisura interhemisfer. Impuls visual diterima oleh area ini dan akhirnya gambar bisa terlihat. Korteks visual dikelilingi oleh area asosiasi visual yang menginterpretasikan informasi visual sehingga otak dapat mengenali apa yang sedang dilihat.^{5,32}

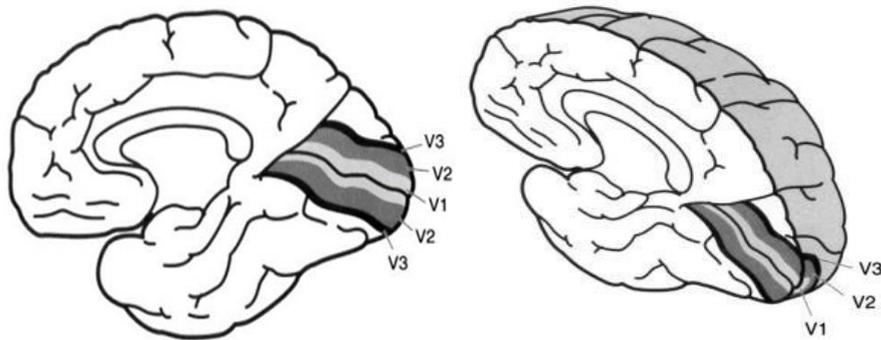


Gambar 5. Korteks visual primer dan kaitannya dengan representasi lapang pandang⁸

Serabut saraf dari makula berakhir lebih di posterior korteks. Serabut yang berasal dari lapang pandang perifer akan berakhir lebih di anterior korteks. Serabut saraf dari bagian superior retina yang menyatakan lapang pandang inferior berjalan ke bagian atas sulkus kalkarin. Sepertiga korteks visual (bagian posterior area 17) merupakan akhir dari serabut saraf yang berasal makula. Gambaran retinotopik ini terlihat pada gambar 5.^{8,12}

Area asosiasi lainnya adalah area 18 (V2 dan V3) dan area 19 yang menerima input aferen dari area 17, talamus dan pulvinar, bersama dengan regio lainnya dari korteks serebral. Fitur visual yang diproses di V1 yaitu bentuk, warna, gerakan dan kedalaman. Proses yang telah selesai akan

menyebabkan input tersebut dilanjutkan baik ke V2, V3, V4 maupun V5 tergantung spesifikasi fitur yang didapatkan oleh V1. Area V4 sangat sensitif terhadap warna dan berfungsi mengolah informasi untuk identifikasi objek. Area V4 menerima impuls yang berasal dari sel ganglion parvoselular. Area V5 menangkap informasi tentang kecepatan dan arah benda yang bergerak untuk analisis visuospasial. Area V5 juga berfungsi mengatur gerakan sesuai keinginan. Area V5 menerima impuls dari sel ganglion magnoselular. Korteks visual disuplai utama oleh arteri serebral posterior, dan arteri seberal media memperdarahi ujung anterior sulkus kalkarin dan aspek lateral dari ujung oksipital.^{5,9,33}



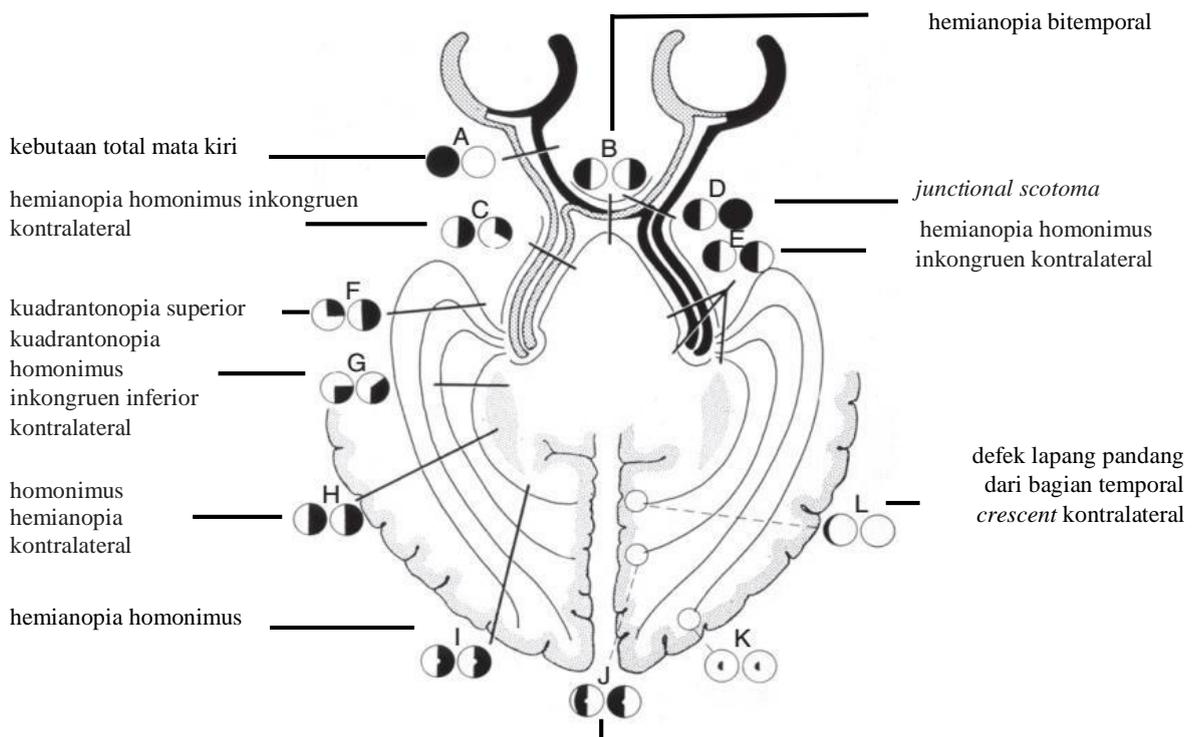
Gambar 6. Korteks visual primer dikelilingi oleh V2 dan V3.⁵

Lesi di Jaras Visual

Berbagai kelainan dapat berpotensi mengenai jaras visual dimana kelainan klinis yang muncul biasanya lebih ditentukan oleh lokasi abnormalitas secara anatomis dibanding kondisi histologisnya. Saraf optik dapat mengalami proses penyakit yang sama seperti pada otak dan meningen, karena saraf optik merupakan sebuah serabut otak. Lesi-lesi di saraf optik, lapisan serabut saraf dan sel-sel ganglion retina menimbulkan defek lapang pandang yang memiliki korelasi

antara bentuk defek dengan kompartemen yang rusak seperti pada gambar 7.^{5,12,29,31}

Lesi di daerah berkas papilomakular dapat menyebabkan skotoma sentral yakni sebuah defek yang menutupi pandangan bagian tengah. Skotoma arkuata dapat terjadi bila terdapat lesi yang merusak akson-akson di beberapa bagian berkas arkuata bagian atas. Skotoma altitud merupakan lesi yang merusak seluruh berkas arkuata bagian atas.^{4,5}



kongruen kontralateral dengan
macular sparing

skotoma hemianoptik homonimus
kongruen kontralateral

hemianopia homonimus kongruen kontralateral dengan *macular sparing* dan *sparing of crescent* di temporal kontralateral

Gambar 7. Diagram jaras visual dengan kerusakan lokasi serabut saraf terkait defek lapang pandang.⁴

Lesi di saraf optik menyebabkan kebutaan pada sisi mata yang terkena lesi dengan lapang pandang mata kontralateral yang normal. Lesi di kiasma optik dapat menyebabkan kelainan hemianopia bitemporal, *junctional scotoma*, atau kuadrantonopia temporal. Hemianopia homonimus terjadi bila lesi terdapat di bagian traktus optik. Lesi yang terjadi pada *meyer's loop* akan terbentuk defek lapang pandang kuadrantonopia homonimus superior atau disebut juga dengan *pie in the sky*. Lobus oksipital yang mengalami kerusakan akan menimbulkan defek lapang pandang hemianopia homonimus sentral, atau hemianopia homonimu dengan *macular sparing* tergantung lokasi presisi dari lesi tersebut. Lesi di ujung dari lobus oksipital memberikan gambaran defek skotoma hemianoptik homonimus kongruen kontralateral. Ujung anterior dari fisura kalkarin yang mengalami lesi akan menimbulkan kehilangan lapang pandang di bagian temporal *crescent* kontralateral dengan lapang pandang lainnya tetap normal. Lesi di bagian tengah korteks kalkarin memberikan gambaran hemianopia homonimus

kongruen kontralateral dengan *macular sparing* lebar dan *sparing of crescent* di temporal kontralateral.^{4,9,11}

Kesimpulan

Jaras visual berfungsi menerima dan menghantarkan informasi visual berupa impuls menuju korteks. Impuls yang dihasilkan sel fotoreseptor melewati retina, saraf optik, kiasma optik, traktus optik, nukleus genikulat lateral, radiasi optik hingga akhirnya mencapai korteks visual primer. Impuls yang berhasil sampai di korteks visual akan memberikan gambaran penglihatan dan lapang pandang yang baik. Struktur jaras visual yang terganggu akan menimbulkan berbagai gangguan penglihatan, di antaranya adalah gangguan lapang pandang pada pasien. Gangguan yang terjadi tergantung dimana letak kerusakan struktur anatomi jaras visual. Sehingga dengan memahami struktur anatomi dari jaras visual akan dapat menentukan jenis kelainan serta rencana tindakan yang tepat.

Daftar Pustaka

1. Cantor LB, Rapuano C CG. Fundamentals and principles of ophtalmology. In: Basic and Clinical Science Course San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2016. hal. 75–81.
2. S S. The eye. Gray's Anatomy. Philadelphia: Elsevier; 2016. 686-708
3. Remington LA. Visual System. In: Clinical anatomy and physiology of the Visual System. Edisi ke-3. Missouri: Elsevier; 2012. hal. 1–20.
4. JA G. Visual field. Ophthalmology secrets in color. Philadelphia: Elsevier; 2016. 52–69
5. Trobe JD. The optical, retinocortical, and integrative components. The Neurology Of Vision. New York: Oxford University Press; 2001. 1–44 hal.
6. Agarwal A. Anatomy of the optic nerve. Manual of neuro-ophthalmology. New Delhi: Jaypee Brothers; 2015. 100–4 hal.
7. Remington LA. Visual pathway. In: Clinical anatomy and physiology of the visual system. Philadelphia: Elsevier Inc; 2012. hal. 233–52.
8. Cantor LB, Rapuano C CG. Neuro-ophthalmology. Basic and Clinical Science Center. In: American Academy of Ophthalmology. San Francisco; 2016. hal. 29–34.
9. Agarwal A. Visual pathway. Manual of neuro-ophthalmology. New Delhi: Amar Agarwal; 2015. 72–99
10. Moraes CGD. Anatomy of the visual pathways. J Glaucoma. 2013;22:S2-S7.
11. Schiefer U HW. Functional anatomy of the human visual pathway. In: Hart USHWW, editor. Clinical Neuro-Ophthalmology. Berlin: Springer; 2007. hal. 19–28.
12. Friedman NJ, Kaiser PK TW. Neuro-ophthalmology. Review of Ophthalmology. Edisi ke-3. Philadelphia: Elsevier; 2018. 190–212
13. Sistem penglihatan. Tersedia pada: https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_penglihatan
14. Stamper RL, Tanaka GH. Intraocular Pressure: Measurement, Regulation, and Flow Relationships. Duane's Found Clin Ophthalmol. 2012;1–37.
15. Young H. Kwon, M.D., Ph.D., John H. Fingert, M.D., Ph.D., Markus H. Kuehn PD, and Wallace L.M. Alward MD. Primary Open-Angle Glaucoma. new Engl J of Med. 2009;N Engl J M(360):1113–24.
16. Leeson CR, Leeson T s., Paparo AA. Buku Ajar Histologi. edisi 5. Jakarta : EGC; 1996. 560–561
17. McCannel CA. Retina and Vitreous. In: Basic and Clinical Science Course. San Fransisco;
18. Skuta GL, Cantor LB WJ. Basic and Clinical Science Course, Section 10: Glaucoma. San Fransisco: American Academy Ophthalmology;
19. Dahlmann-Noor AH, Vijay S, Limb GA, Khaw PT. Strategies for optic nerve rescue and regeneration in glaucoma and other optic neuropathies. Drug Discov Today. 2010;15(7–8):287–99.
20. Vidal-Sanz M, Salinas-Navarro M, Nadal-Nicolás FM, Alarcón-Martínez L, Valiente-Soriano FJ, Miralles de Imperial J, et al. Understanding glaucomatous damage: Anatomical and functional data from ocular hypertensive rodent retinas. Prog Retin Eye Res. 2012;31(1):1–27.
21. Lang GK, Recker D, Spraul CW, Gerhard K. A Short Textbook: Ophthalmology. 2000.
22. Joly S, Francke M, Ulbricht E, Beck S, Seeliger M, Hirrlinger P, et al. Resident microglia and bone marrow immigrants remove dead photoreceptors in retinal lesions. Am J Pathol [Internet]. 2009;174(6):2310–23. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.2353/ajpath.2009.090023>
23. Kline LB FR. Neuro-Ophthalmology Review Manual. Eighth Edi. Denver; 2013. 150–177
24. Khurana AK. Comprehensive ophthalmology. 4 th editi. New Delhi: New

- Age International Limited; 2018. 287–311 hal.
25. Galetta GTLNJVS. Visual Loss: Optic Neuropaties. In: Neuro-ophthalmology : diagnosis and management. 3 th eds. Philadelphia : Saunders Elsevier; 2019. hal. 191–8.
 26. Miller NR, Subramanian PS PV. Walsh and Hoyt's clinical neuro- ophthalmology the essentials. Edisi ke-3. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2016. 68–12 hal.
 27. Barton JJS BM. Functional visual anatomy. A manual and atlas of perimetry. Humana Press Springer; 2013. 1–19 hal.
 28. Neil T. Choplin CET. Atlas Of Glaucoma. Second. India: Replika Press Pvt Ltd; 2014. 59–70
 29. Jack J. Kanski BB. Kanski's Clinical Ophthalmology : A Systematic Approach. 9th Editio. Elsevier Inc; 2019.
 30. Forrester JV, Dick AD, McMenamin PG, Roberts F PE. The eye basic sciences in practice. Edisi ke-4. Philadelphia: Elseiver; 2016. 59-68,92-102
 31. Thust SC, Miszkiel K DI. The Retro-bulbar visual pathway. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. Philadelphia: Elseiver; 2015.
 32. Lens A. Visual pathway. Ocular anatomy and physiology. Edisi ke. Thorofare USA: SLACK; 2008. 109–14
 33. Bowling B. Neuro-ophthalmology. In: Kanski's clinical ohthalmology. Edisi ke-8. Sydney: Elsevier; 2008. hal. 779–805.