

TINJAUAN PUSTAKA

Peran Pencitraan dalam Diagnosis Uveitis**Ratna Sitompul****Departemen Ilmu Kesehatan Mata, FK Universitas Indonesia
RSUP Nasional dr. Cipto Mangunkusumo**

Korespondensi: ratna_sitompul@yahoo.com
Diterima 21 Maret 2016; Disetujui 14 Agustus 2016
DOI:10.23886/ejki.4.6290.130-40

Abstrak

Uveitis merupakan penyakit inflamasi yang dapat melibatkan berbagai bagian mata seperti iris, badan siliar, pars plana, vitreus, koroid dan retina. Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh inflamasi lokal di mata atau merupakan bagian dari penyakit inflamasi sistemik akibat autoimun, infeksi dan keganasan. Uveitis dapat menimbulkan gejala nyeri, fotofobia, penurunan tajam penglihatan hingga kebutaan. Oleh karena itu, diagnosis harus segera ditegakkan agar tata laksana uveitis dapat dilakukan dengan cepat dan tepat. Diagnosis uveitis dapat ditetapkan berdasarkan anamnesis, pemeriksaan mata secara klinis, pemeriksaan laboratorium dan pemeriksaan penunjang yaitu pencitraan. Slitlamp dan fotografi umum adalah teknik pencitraan sederhana yang dapat membantu menegakkan diagnosis uveitis. Pemeriksaan tersebut dapat digunakan untuk melihat tanda inflamasi di bagian luar mata hingga ke bilik mata depan. Untuk menilai derajat inflamasi secara kuantitatif dapat digunakan laser flare photometry (LFP) dan fotografi fundus berwarna dapat digunakan untuk melihat bagian posterior bola mata. fundus fluorescein angiography (FFA), indocyanine green angiography (ICG), dan fundus autofluorescence (FAF) bermanfaat untuk mengevaluasi integritas vaskular retina dan koroid. USG, optical coherence tomography (OCT), dan pencitraan multimodal merupakan teknik pencitraan non-kontak dan non-invasif yang dapat memperlihatkan gambaran retina, koroid, saraf optik dan lapisan serat saraf retina dengan baik. Magnetic resonance imaging (MRI) dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi inflamasi di mata. Berbagai teknik pencitraan tersebut dapat membantu dokter dalam menegakkan diagnosis uveitis serta memantau perjalanan penyakit dan keberhasilan terapi.

Kata kunci: uveitis, slit lamp, fotografi fundus, LFP, FFA, ICG, FAF, USG, OCT, MRI

The Role of Imaging in Uveitis Diagnosis**Abstract**

Uveitis is an inflammatory disease affecting iris, ciliary body, pars plana, vitreous, choroid and retina. Inflammation process can be either limited in uveal tract or as part of systemic inflammation caused by autoimmune, infection or cancer. Uveitis can cause photophobia, pain, reduced visual acuity and blindness if not properly treated. Therefore, right diagnosis and prompt treatment should be given immediately to reduce the morbidity. Diagnosis of uveitis is made based on anamnesis, ophtalmic and physical examination, followed by imaging to confirm the patologic changes in the eyes. Slit lamp and simple photography can be used to evaluate sign of inflammation in anterior chamber and outer part of the eye. Inflammation marker can be counted using laser flare photometry (LFP) and fundus photography can visualize pathologic changes in posterior part of the eyes. Fundus fluorescein angiography (FFA), indocyanine green angiography (ICG), and fundus autofluorescence (FAF) can be used to evaluate the integrity of vascular part in retina and choroid. Ultrasound (USG), optical coherence tomography (OCT), and multimodal imaging visualize retina, choroid, optic nerve and nerve fiber layer of retina using non-contact and non-invasif technique. MRI also used to evaluate inflammatory process in the eye. These imaging modalities are usefull to confirm the diagnosis of uveitis, monitor the disease progression and evalute the treatment.

Keywords: uveitis, slit lamp, fundus photography, LFP, FFA, ICG, FAF, USG, OCT, MRI

Pendahuluan

Uveitis adalah penyakit inflamasi di iris, badan siliar dan koroid yang menyusun jalur uveal di mata. Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh peradangan di mata atau merupakan bagian dari penyakit sistemik misalnya akibat autoimun, infeksi atau keganasan. Uveitis dapat menimbulkan berbagai komplikasi namun komplikasi terberat adalah terjadinya kebutaan. Oleh karena itu, uveitis harus diterapi dengan segera berdasarkan diagnosis yang tepat dan cepat.

Diagnosis uveitis dapat ditegakkan berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan fisik, namun pada uveitis intermediet dan uveitis posterior sulit untuk melihat tanda inflamasi dari pemeriksaan klinis saja. Dengan demikian dibutuhkan pemeriksaan penunjang (khususnya pencitraan) yang dapat membantu dalam menetapkan diagnosis sekaligus memantau perjalanan penyakit dan keberhasilan terapi.

Pencitraan bermanfaat untuk melihat perubahan struktur dan mengetahui derajat inflamasi.

Berbagai teknik pencitraan yang dapat digunakan adalah fotografi pada *slit lamp* dan funduskopi, *laser flare photometry* (LFP), *fundus fluorescein angiography* (FFA), *indocyanine green angiography* (ICG), *fundus autofluorescence* (FAF), *ultrasonography* (USG), *optical coherence tomography* (OCT), pencitraan multimodal, dan *magnetic resonance imaging* (MRI).

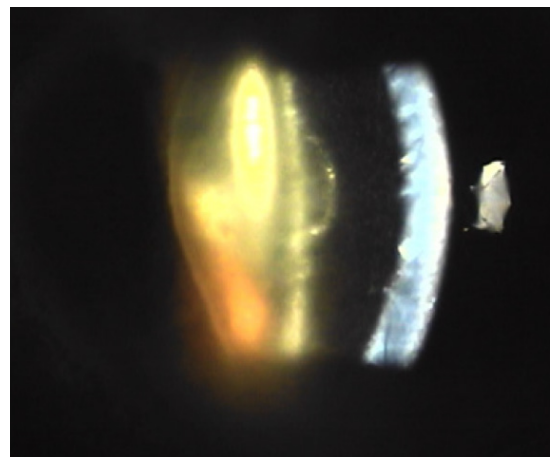
Pencitraan merupakan pemeriksaan penunjang yang penting dalam menegakkan diagnosis dan mengikuti perjalanan penyakit maupun mengikuti hasil terapi pada uveitis. Oleh karena itu, tujuan penulisan makalah ini adalah menambah pengetahuan dan pemahaman dokter tentang peran pencitraan di mata sehingga dapat memberikan penjelasan tambahan pada pasien mengenai pentingnya pemeriksaan penunjang ini.

Slit lamp dan Fotografi Umum

Pengambilan foto melalui *slit lamp* merupakan salah satu cara untuk mendokumentasikan abnormalitas struktur dan proses patologis yang terjadi di mata. Pengambilan foto dapat menggunakan kamera digital atau manual yang disambungkan langsung dengan mesin *slit lamp*. Struktur yang

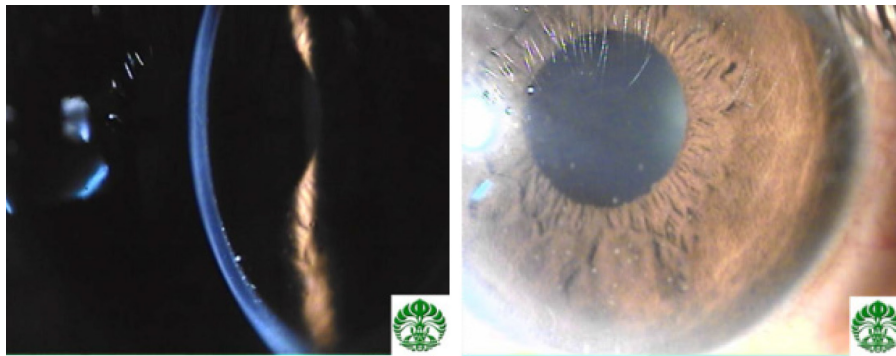
dapat didokumentasikan adalah kelopak mata, bulu mata, sklera, konjungtiva, kornea, lapisan air mata, bilik mata depan, iris, dan lensa.³

Pada kondisi inflamasi, sawar darah mata terganggu sehingga serum protein dan sel dapat keluar dari pembuluh darah mata dan masuk ke bilik mata depan, bilik mata belakang maupun vitreus. Kondisi inflamasi tersebut dapat diketahui dengan memeriksa cairan akuos melalui kornea yang jernih. Dua parameter inflamasi yang dapat diperiksa melalui *slit lamp* adalah *flare* dan sel. *Flare* terbentuk akibat protein di cairan akuos yang memantulkan cahaya dan tersebar dari berkas sinar yang datang sesuai dengan efek tyndall. Partikel dengan ukuran lebih kecil akan memberikan gambaran sel.^{1,2} Pada uveitis akut, dapat ditemukan sel dan *flare* di bilik mata depan (Gambar 1) serta presipitat keratik di endotel kornea (Gambar 2).



Gambar 1. Sel dan *Flare* di Bilik Mata Depan

Derajat inflamasi dapat dinilai dengan menghitung sel di bilik mata depan seluas 1x1mm lapang pemeriksaan *slit beam*. Hasilnya dinyatakan sebagai derajat 0 (sel <1), *trace* (sel 1-5), +1 (sel 6-15), +2 (sel 16-25), +3 (sel 26-50), dan +4 (sel >50). Hasil pemeriksaan *flare* dinyatakan sebagai derajat 0 (tidak ada), 1+ (*faint flare* = hampir tidak terdeteksi), +2 (*moderate flare* = iris dan lensa masih terlihat jelas), +3 (*marked flare* = iris dan lensa kabur), +4 (*intense flare* = menetap, akuos humor mengalami koagulasi dan mengandung fibrin).

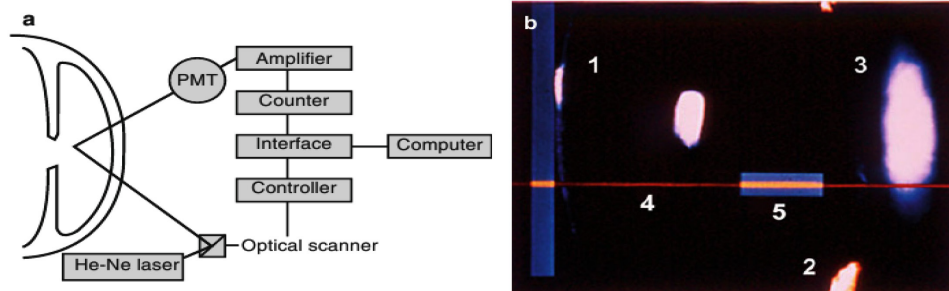


Gambar 2. Gambaran Presipitat Keratik pada Uveitis Dilihat dengan Slit Lamp

Laser Flare Photometry (LFP)

Laser flare photometry (LFP) digunakan untuk menghitung jumlah sel dan *flare* secara kuantitatif. LFP tersusun atas neon helium atau laser dioda yang menghasilkan sinar tenaga konstan. Sinar tersebut diarahkan ke bilik mata depan dengan sudut 45° dari

aksis antero-posterior. Sebuah detektor diletakkan dengan sudut 90° dari arah sinar untuk mendeteksi pantulan cahaya yang disebarkan melalui jendela persegi panjang berukuran $0,3 \times 0,5 \text{ mm}$ (Gambar 3). LFP menghitung pantulan cahaya dari molekul kecil seperti protein yang ada di bilik mata depan.³



Gambar 3. (a) Diagram Prinsip Kerja LFP. (b) Pandangan Pemeriksa saat Pemeriksaan. Area Perhitungan Harus di Bagian Tergelap dari Bilik Mata Depan⁵

Terdapat dua tipe pengukuran LFP. Tipe pertama menghitung sinar yang disebarkan akibat pantulan cahaya oleh molekul kecil di bilik mata depan dengan satuan foton per milisekon (ph/ms). Tipe kedua menghitung sinar yang disebarkan akibat pantulan dengan molekul kecil seperti protein atau molekul lebih besar seperti sel-sel inflamasi. Partikel/sel tersebut dihitung dalam volume $0,075 \text{ mm}$. Pada individu normal, rata-rata jumlah *flare* adalah $4,7 \pm 1,5 \text{ ph/ms}$. Angka tersebut dapat meningkat seiring bertambahnya usia.^{3,5}

LFP diindikasikan untuk pasien dengan inflamasi intraokular termasuk uveitis. LFP lebih superior dibandingkan *slit lamp* dalam menghitung *flare* dan sel. Kelebihan LFP adalah dapat menilai inflamasi subklinis, lebih akurat dan objektif dalam memantau respons terapi serta lebih sensitif dalam mendeteksi relaps. LFP juga dapat membantu

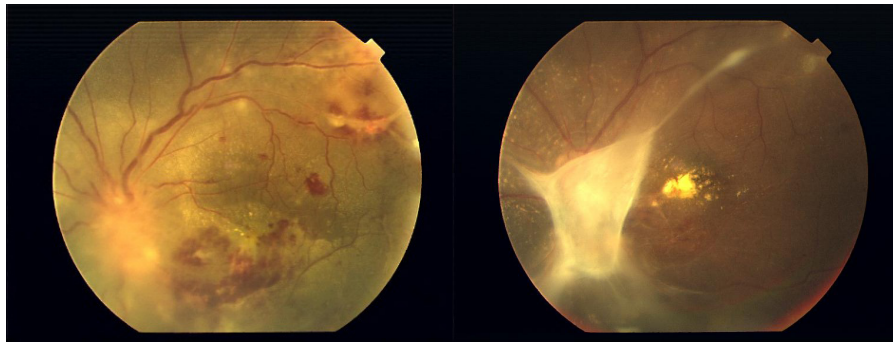
dalam titrasi dosis terapi dengan menilai penurunan jumlah *flare* sebagai parameter awal sebelum dapat mendeteksi perubahan parameter klinis lainnya sehingga dapat menghindari tatalaksana yang berlebihan.^{3,5}

Fotografi Fundus Berwarna

Fotografi fundus digunakan untuk mendokumentasikan lesi di retina dan atau koroid. Fotografi fundus juga dapat dilakukan secara serial yang sangat bermanfaat untuk mengevaluasi hasil terapi. Pada penelitian yang melibatkan jaringan retina dan koroid, fotografi fundus sering digunakan untuk menilai suatu kelainan, keberhasilan terapi atau perubahan lain karena adanya kesesuaian inter-observer yang baik.³

Fotografi stereo fundus memungkinkan rekonstruksi 3 dimensi vaskular retina dan koroid. Fotografi stereo fundus bermanfaat pada kasus ablasio retinae eksudatif, edema diskus optik, neovaskularisasi makula dan koroid. Selain itu, berguna untuk evaluasi retinitis, koroiditis,

edema makula, dan infeksi parasit seperti toksokariasis, sistiserkosis, onkosersiasis, infeksi sitomegalovirus, sindrom *masquerade*, vaskulitis retina, dan pemeriksaan kejernihan media refraksi pada vitritis (gambar 4).^{3,6}



Gambar 4. Vaskulitis Retina, Oklusi Vena dan Granuloma Optic Disk akibat Infeksi TB. (kiri) Sebelum Tatalaksanaan (kanan) Setelah 3 Bulan Tatalaksana

Fundus Fluorescein Angiography

Fundus fluorescein angiography (FFA) adalah fotografi fundus yang FFA memberikan informasi sirkulasi pembuluh darah retina dan koroid, detail epitel pigmen retina, sirkulasi retina serta menilai integritas pembuluh darah saat fluoresen bersirkulasi di koroid dan retina, sehingga FA memberikan gambaran interaksi dinamis antara fluoresen dengan struktur anatomi fundus okuli yang normal maupun abnormal.^{3,6}

FFA dilakukan dengan menyuntikkan 5ml natrium fluoresen (FNa) 10% IV, kemudian mata pasien disinari cahaya biru dan fundus dilihat melalui filter kuning. Fluoresen di pembuluh koroid dan retina akan menyerap sinar biru dan memancarkan sinar kuning sehingga sinar kuning akan melewati filter dan tervisualisasi. Hanya jaringan mengandung fluoresen yang dapat dilihat. Fotografi fundus dilakukan berurutan dengan cepat setelah injeksi zat warna fluoresen intravena (IV).^{3,6}

Pada keadaan normal, fluoresen tidak dapat melewati pembuluh darah retina dan pigmen epitelium retina, keduanya berfungsi sebagai *tight cellular junctions* retina. Sedangkan di sirkulasi koroid fluoresen bebas keluar melalui kapiler koroid menuju membran *bruch*. Setiap kebocoran fluoresen ke retina merupakan kondisi abnormal. Kapiler di prosesus siliaris bersifat permeabel sehingga fluoresen dapat segera terlihat di akuos setelah injeksi fluoresen. Fluoresen di akuos dan vitreus memancarkan sinar kuning yang merefleksikan struktur berwarna putih di dalam

mata seperti diskus optik, serat bermielin, dan eksudat kasar, sehingga tampak seolah-olah berfluoresensi (pseudofluoresen).^{3,6}

Fluoresen memerlukan waktu 10-15 detik untuk mencapai arteri siliaris brevis. Sirkulasi koroid terjadi satu detik lebih awal sebelum sirkulasi retina dan fluoresen berada di sirkulasi retina selama 15-20 detik. FFA dibagi menjadi lima fase (Gambar 5):

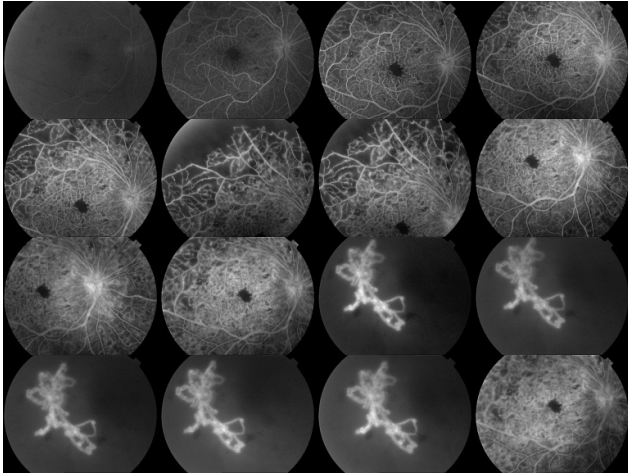
Fase koroid. Fluoresen masuk melalui arteri siliaris brevis dan mengisi lobus-lobus di kapiler koroid yang akan terlihat sebagai bercak-bercak, diikuti pengisian dan keluarnya fluoresen dari kapiler koroid yang memberikan gambaran kebocoran fluoresen difus. Pembuluh darah silioretina dan kapiler diskus optik prelaminar terisi pada fase ini.

Fase arteri. Pengisian arteri retina terjadi satu detik setelah pengisian koroid sedangkan pengisian seluruh arteri arteri retina membutuhkan waktu 12 detik.

Fase kapilaris. Fase kapiler terjadi dengan cepat setelah fase arteri. Jaringan kapiler periferia terlihat sangat mencolok karena sirkulasi koroid di bawahnya tersamarkan oleh pigmen luteal di retina dan pigmen melanin di epitel pigmen retina. Bagian tengah cincin kapiler merupakan zona avaskular fovea sehingga tidak ada fluoresen yang mencapai fovea.

Fase vena. Pada pengisian awal vena, fluoresen tampak sebagai garis halus yang menghilang setelah seluruh vena terisi.

Fase akhir. Setelah 10-15 menit, hanya sebagian kecil fluoresen yang tersisa di sirkulasi darah. Fluoresen yang meninggalkan sirkulasi menuju struktur okular tampak jelas pada fase ini.



Gambar 5. Fase FFA

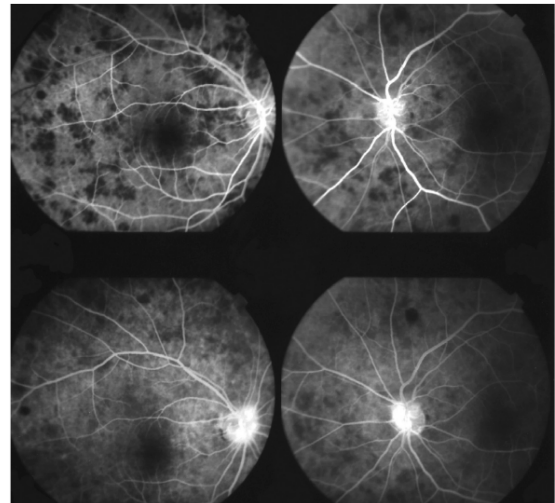
Pada uveitis, FFA bermanfaat mendokumentasikan fundus saat awal, membedakan uveitis aktif atau tidak aktif, selama perjalanan penyakit, mengikuti respons terapi, mengonfirmasi kelainan yang terjadi seperti edema makula sistoid, mengidentifikasi daerah kapiler non-perfusi, neovaskularisasi retina dan neovaskularisasi koroid.

Pada retinitis dan retinokoroiditis, FFA bermanfaat untuk melihat lesi inflamasi di retina dan pembuluh darah retina (gambar 6). Pada retinokoroiditis akibat toksoplasmosis okular akut dapat ditemukan lesi hipofluoresens pada tahap awal dan hiperfluoresens kuat pada fase akhir dengan bagian tepi lesi retinokoroiditis yang tidak tegas. Juga dapat ditemukan hiperfluoresense pada papil nervus optik dan kebocoran pembuluh daerah. Keadaan ini menunjukkan terjadi peradangan yang lebih luas pada korioretinitis akibat toksoplasmosis dibandingkan dengan pemeriksaan funduskopi.^{3,6}

Edema makula sistoid adalah terkumpulnya cairan menyerupai kista di makula yang dapat terjadi pasca operasi, degenerasi makula atau retinopati diabetik. Pada edema makula sistoid, FFA memberikan gambaran telangiectasia di paraoveal, kebocoran yang progresif dan akumulasi zat pewarna di area kistik menyebabkan gambaran hiperfluoresens dengan konfigurasi *flower petal*.

FFA dapat menunjukkan area iskemi seperti pada oklusi vaskular retina, neovaskularisasi dan vaskulitis retina. Selain itu FFA dapat mendeteksi makroaneurisma pada sarkoidosis. Pada sindrom

VKH dan *choriocapillaropathies* dapat ditemukan keterlambatan perfusi pembuluh kapiler koroid yang tampak sebagai gambaran hipofluoresensi diikuti titik-titik hiperfluoresensi akibat pengumpulan zat warna di subretina dan hiperfluoresensi diskus optik.



Gambar 6. Koroiditis akibat Infeksi Kriptokokus pada Penderita AIDS. Fluoresens Angiogram Memperlihatkan Gambaran Lesi Bulat di Bawah

Indocyanine Green Angiography

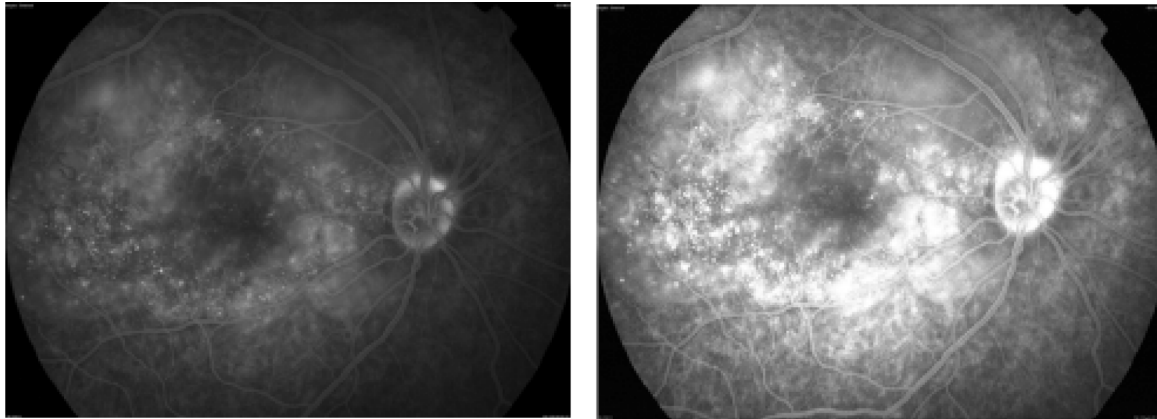
Indocyanine green angiography (ICG) adalah FFA yang menggunakan zat warna *indocyanine* hijau yang berfluoresensi dengan sinar infra merah (sinar tidak terlihat). Panjang gelombang infra merah mampu menembus lapisan retina sehingga sirkulasi di lapisan koroid terlihat saat difoto dengan kamera infra merah sensitif. Hal ini menyebabkan ICG lebih unggul dibandingkan FFA untuk melihat lapisan koroid dan dapat membantu lebih rinci melihat perubahan pada koroid.

Pada kegagalan perfusi koriokapiler, ICG menunjukkan daerah hipofluoresens dan infiltrasi stroma oleh sel inflamasi yang ditandai dengan bercak-bercak tersebar merata pada fase awal, diikuti gambaran berkabut di pembuluh koroid pada fase tengah yang menjadi difus pada fase akhir. Pada kebocoran besar pembuluh darah di stroma koroid tampak sebagai hiperfluoresensi difus yang menunjukkan inflamasi berat. Hiperfluoresensi (pinpoint) pada fase akhir menunjukkan penyakit granulomatosa (gambar 7).³

Berdasarkan ICG, inflamasi koroid dapat diklasifikasikan lebih rinci menjadi inflamasi primer di kapiler koroid atau di stroma koroid. Inflamasi primer di kapiler koroid terjadi pada pembesaran

akut bintik buta, kerusakan akut epitel pigmen plakoid posterior multifokal, koroiditis multifokal, koroiditis serpiginosa, dan kondisi yang jarang seperti neuroretinopati makula akut. Inflamasi di

stroma koroid terjadi pada sindrom VKH, oftalmia simpatika, korioretinopati *birdshot*, koroiditis di stroma sebagai akibat inflamasi sistemik seperti sarkoidosis, tuberkulosis, sifilis dan koroiditis akibat infeksi lainnya.³



Gambar 7. (Kiri) Hasil FFA di Mata Kanan pada Fase Akhir Menunjukkan Hiperfluoresensi Pungtata dan Multipel dengan Penumpukan Zat Warna yang Menunjukkan Serous Retinal Detachment dan Hiperfluoresensi di Optic Disk. (Kanan) Hasil ICG pada Pasien yang Sama Menunjukkan Lesi Hiperfluoresen Pinpoint Mengindikasikan Penyakit Granulomatosa dengan Hiperfluoresensi Disk.³

Fundus Autofluorescence

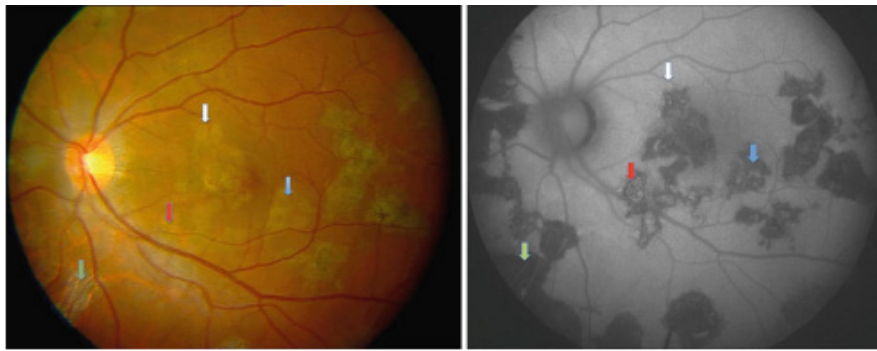
Fundus autofluoresens (FAF) merupakan teknik pencitraan non invasif menggunakan *confocal scanning laser ophthalmoscope* (cSLO) yang mampu mendeteksi fluorofor fisiologis maupun patologis di fundus okuli. Sumber utama fluorofor adalah A2-E pada granula lipofusin sebagai produk sisa akibat degradasi tidak sempurna segmen luar fotoreseptor (photoreceptor outer segments), yang menumpuk di liposom sel epitel pigmen retina.

Oleh karena itu, pemeriksaan ini dapat merefleksikan metabolisme sel epitel retina berpigmen yang menggambarkan aktivitas penyakit. FAF digunakan untuk memantau aktivitas penyakit di sel epitel berpigmen seperti *nonexudative age-related macular degeneration*, intoksikasi obat, gangguan viteliform, penyakit retina bawaan, serta koroiditis serpiginosa (gambar 8). Koroiditis serpiginosa diklasifikasikan dalam 4 tahap:^{3,6} Tahap 1: koroiditis serpiginosa dengan tepi aktif (area hiper-autofluoresens)

- Tahap 2: gabungan lesi yang menyembuh dengan autofluoresens (didominasi hiperfluoresens)
- Tahap 3: lesi menyembuh progresif (campuran autofluoresen dengan hipofluoresen dominan)
- Tahap 4: seluruh lesi telah menyembuh dan terbentuk jejas (hipofluoresen total).

Pada uveitis, dapat terlihat gambaran hipo dan hiper-autofluoresen. Pada pasien dengan penurunan tajam akibat sindrom dot akan tampak gambaran hipo-autofluoresen di area fovea. Pada kondisi edema makula sistik, tampak hiper-autofluoresen di area fovea disertai gambaran hiper-autofluoresen dengan konfigurasi petaloid di regio prefovea.^{3,6,7}

Penggunaan FAF secara luas dapat memperlihatkan abnormalitas perifer seperti spot hipofluoresen multifokal, spot hiperfluoresen, dan pola mirip selada pada pasien dengan sindrom vogt-koyanagi-harada (VKH) kronik.^{3,6,7}

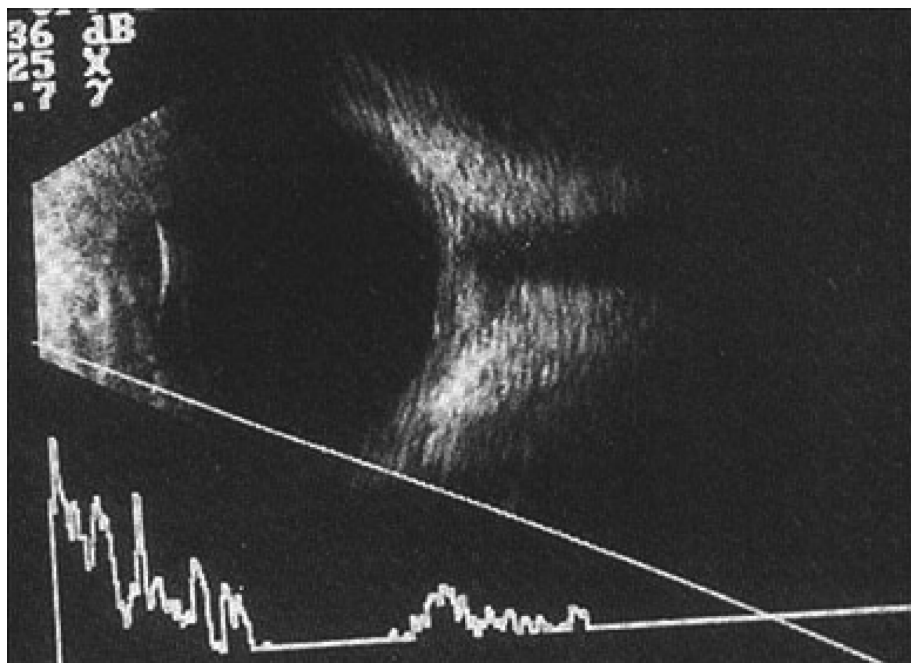


Gambar 8. Hasil Fotografi Fundus (Kiri) dengan Koroiditis Serpiginosa Dibandingkan FAF (Kanan). Tahap 1: Area Hiperfluoresen di Tepi Aktif (panah putih), Tahap 2: Lesi Menyembuh dengan Gambaran Campuran Autofluoresen Didominasi Hiperfluoresens (panah merah), Tahap 3: Penyembuhan Lesi Progresif, Tampak Campuran Autofluoresen Didominasi Hipofluoresens (panah biru), Tahap 4: Penyembuhan Total dengan Gambaran Hipofluoresen (panah hijau)³

Ultrasonografi (USG)

USG adalah pemeriksaan pencitraan yang berperan penting khususnya pada uveitis. Pemeriksaan ini digunakan untuk memvisualisasi segmen posterior mata yaitu fundus pada keadaan media refraksi keruh. USG dapat memeriksa lokasi, ekstensi, dan densitas vitritis. Pada uveitis intermediet, USG dengan frekuensi 20-MHz dapat mendeteksi *snow bank*. Selain itu USG dapat

memperlihatkan terlepasnya vitreus posterior maupun skleritis posterior difus yang terlihat sebagai edema yang berisi cairan sehingga tampak sebagai regio ekholusen di belakang sklera dalam ruang tenon dan memperlihatkan gambaran seperti huruf T (Gambar 9).³ USG juga bermanfaat pada sindrom VKH karena dapat menunjukkan penebalan koroid difus dengan refleksi rendah hingga sedang terutama di kutub posterior mata.³

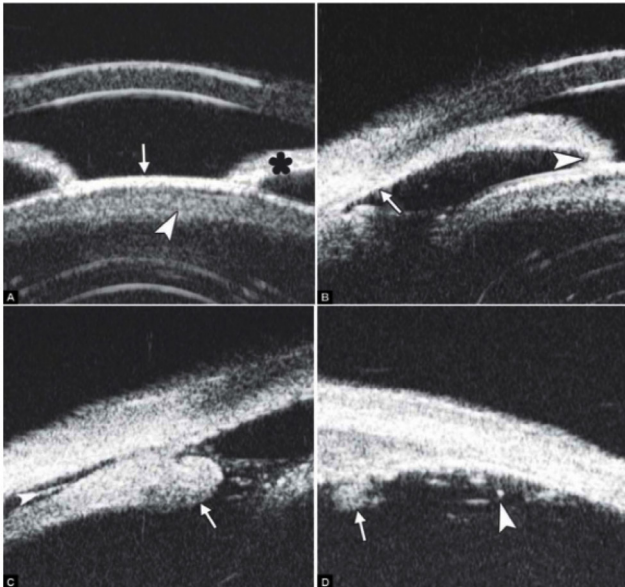


Gambar 9. Pemeriksaan USG: Gambaran Huruf T pada Skleritis Posterior

Ultrasound Biomicroscopy

Ultrasound biomicroscopy (UBM) merupakan modalitas pencitraan non-kontak dan non-invasif yang dapat memvisualisasikan struktur anterior mata secara biomikroskopik dan *cross-sectional* dengan resolusi tinggi. UBM menggunakan ultrasound frekuensi tinggi (35-100 MHz) untuk meningkatkan resolusi mikroskopik. Visualisasi dapat mencapai penetrasi sedalam 4-5mm sehingga dapat diperoleh gambaran struktur segmen anterior dan badan siliar. UBM juga dapat memvisualisasikan konjungtiva, sklera, dan retina perifer (gambar 10).³

UBM sangat baik untuk memeriksa badan siliar walaupun pada keadaan media keruh, melihat sel-sel inflamasi di bilik mata depan dan belakang, eksudat dan edema badan siliar serta memantau keberhasilan terapi.³



Gambar 10. Uveitis Intermediet pada UBM

Optical Coherence Tomography

Optical coherence tomography (OCT) merupakan teknik pencitraan non-kontak dan non-invasif yang dapat memperlihatkan gambaran retina, koroid, saraf optik, lapisan serat saraf retina, dan struktur anterior mata. Mekanisme OCT mirip dengan *B-scan ultrasound* namun OCT menggunakan gelombang cahaya, bukan gelombang suara. OCT memberikan gambaran potong lintang dengan resolusi tinggi dan *real-time* sehingga disebut juga biopsi optik.

Terdapat 2 jenis OCT yaitu *time-domain* OCT (TDOCT) dan *spectral-domain* OCT (SDOCT). Pada TDOCT, sinar dengan koherensi rendah mirip sinar infra merah dari dioda sumber cahaya dipancarkan

ke retina dan kaca sebagai perbandingan. Setelah itu sinar hasil pantulan dari kaca dan mata akan membentuk pola gabungan yang akan ditangkap dan dianalisis oleh detektor sinar sehingga terbentuk gambaran potong lintang. Untuk melihat kedalaman, kaca digerakkan dan perubahan pola pantulan diamati dan diambil gambarnya secara sekuensial.

SDOCT menggunakan mekanisme yang sama dengan TDOCT. Perbedaannya adalah untuk menentukan kedalaman, kaca berada dalam posisi statis dan terdapat kamera yang mengambil gambar secara simultan. SDOCT memiliki resolusi lebih baik dan lebih sensitif serta dapat digunakan untuk merekonstruksi gambaran 3D.^{3,7,10}

Untuk memperoleh gambaran optimal pada OCT dibutuhkan media refraksi yang jernih sehingga OCT tidak dianjurkan pada kekeruhan kornea, katarak matur, dan perdarahan vitreus. Meskipun demikian, SDOCT lebih superior dibandingkan TDOCT dalam mengidentifikasi makula pada kondisi normal atau patologi pada uveitis dengan kejernihan media refraksi yang buruk. Saat ini telah dikembangkan SDOCT resolusi sangat tinggi. *High-definition* SDOCT memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi uveitis karena dapat melihat struktur patologis pada pasien dengan media refraksi jernih maupun keruh dibandingkan *time-domain* OCT. Pada SDOCT waktu yang dibutuhkan untuk melakukan akuisisi lebih pendek sehingga hasil gambaran lebih baik. *High-definition* SDOCT juga mampu mendeteksi lepasnya vitreus posterior, ruang kistik retina, lubang lamelar luar dan kerusakan jembatan antara segmen dalam dan luar fovea.^{3,7,10}

OCT dapat membantu melokalisasi lesi patologis dan mampu mendefinisikan kedalaman, luas dan ketebalan lesi. OCT dapat mendeteksi penyakit makula, seperti *age-related macular degeneration*, oklusi vena retina, dan retinopati diabetik. OCT juga dapat melihat edema makula secara kuantitatif termasuk edema makula kistik. OCT memiliki sensitifitas 89% dalam mendiagnosis edema makula kistik, lebih baik dibandingkan FFA.^{3,7,10}

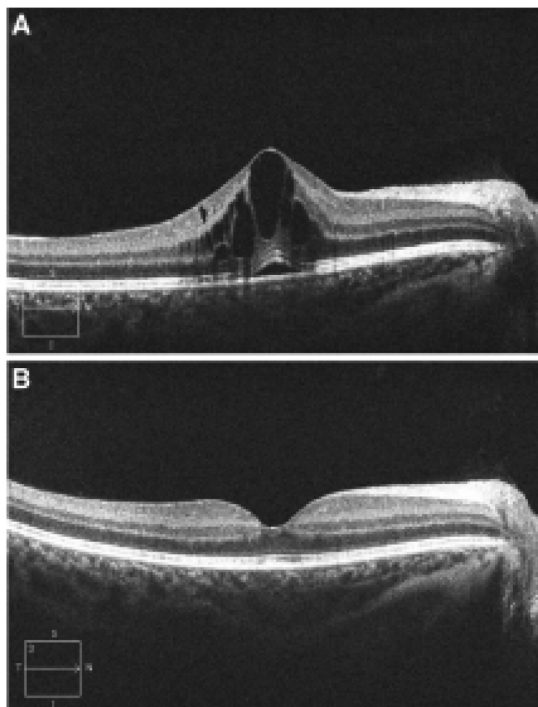
Pada uveitis, OCT bermanfaat dalam mengevaluasi tingkat peradangan. OCT membantu memberikan gambaran reaksi inflamasi di bilik mata depan, melihat kondisi makula, melihat membran epiretina, traksi vitreomakula, sebagai manifestasi yang terjadi pada uveitis anterior, intermediet dan posterior. Pasien uveitis umumnya mengakibatkan membran epiretina yang tampak

pada pemeriksaan OCT. Membran epiretina fokal yang menempel di retina, keterlibatan fovea dan rusaknya jembatan antara segmen dalam dan luar fovea umumnya berhubungan dengan penurunan tajam penglihatan.^{3,7,10}

OCT untuk segmen anterior mata bermanfaat melihat titik-titik hipereflektif yang dapat dihitung secara otomatis dan menunjukkan banyaknya sel di bilik mata depan. OCT tidak dapat untuk mengevaluasi badan siliar dan pars plana karena terdapat lapisan posterior iris yang berpigmen dan menghambat transmisi cahaya.^{3,7,10}

Saat ini, OCT menjadi standar pemeriksaan dalam evaluasi kondisi patologi makula terutama pada uveitis. Edema makula pada uveitis dideskripsikan sebagai berikut:^{3,7,10}

- Edema makula difus (54,8%): penebalan retina tampak seperti spons dengan kemampuan refleksi rendah
- Edema makula kronik (25%): terlihat sebagai area kistik intraretina
- *Serous retinal detachment* (5,9%): akumulasi cairan di antara sel epitel berpigmen retina dengan lapisan neurosensorik retina (gambar 11).
- Gabungan edema makula difus dengan ablasi retinae.



Gambar 11. Hasil HD-SDOCT pada (A) Edema Makula Kistik dan Serous Retinal Detachment (B) Resolusi Setelah Tata Laksana¹⁰

Adanya gambaran cairan subretina pada OCT berhubungan dengan penebalan makula dan tajam penglihatan yang lebih buruk. Meskipun demikian *serous retinal detachment* dan edema makula pada uveitis memiliki respons pengobatan yang baik setelah 3-6 bulan. Tebal makula yang dapat dilihat dari OCT lebih objektif dan berkorelasi dengan ketajaman visus dibandingkan dengan menghitung sel dan *flare* pada uveitis. Perubahan 20% ketebalan retina berpengaruh terhadap ketajaman visus.

Inflamasi di mata juga dapat terlihat sebagai terbentuknya lapisan neovaskularisasi di koroid seperti pada *age-related macular degeneration*.^{3,7,10} Pada sindrom VKH, OCT dapat memantau terjadinya *serous retinal detachment*.^{3,7,10}

Pencitraan Multimodal

Pencitraan multimodal dilakukan dengan menggabungkan SDOCT dengan cSLO sehingga digunakan dua berkas sinar untuk melakukan pemeriksaan. Alat itu disebut spectralis HRA-OCT yang dapat digunakan untuk menangkap gambaran infrared, *red-free*, angiografi fluoresen, *indocyanine green angiography* (ICGA), auto fluoresen (AF) dan OCT. Dengan modalitas tersebut, gambar potong lintang yang ditangkap akan memiliki resolusi tinggi dan menampilkan seluruh ketebalan koroid sehingga memudahkan dalam mempelajari kondisi patologis. Pada sindrom VKH, spectralis HRA-OCT memperlihatkan gambaran hilangnya hiper-refleksitas fokal di bagian dalam koroid.³

Magnetic Resonance Imaging

Magnetic resonance imaging (MRI) dapat digunakan untuk mevisualisasi syaraf kranial, intraorbital serta mendeteksi *space occupying lesion* dan mendeteksi lesi yang mengisi rongga orbita, regio intrakranial dan hipofiseal.

Oleh karena itu MRI paling sering digunakan untuk mengevaluasi nervus kranialis dan keadaan intraorbital

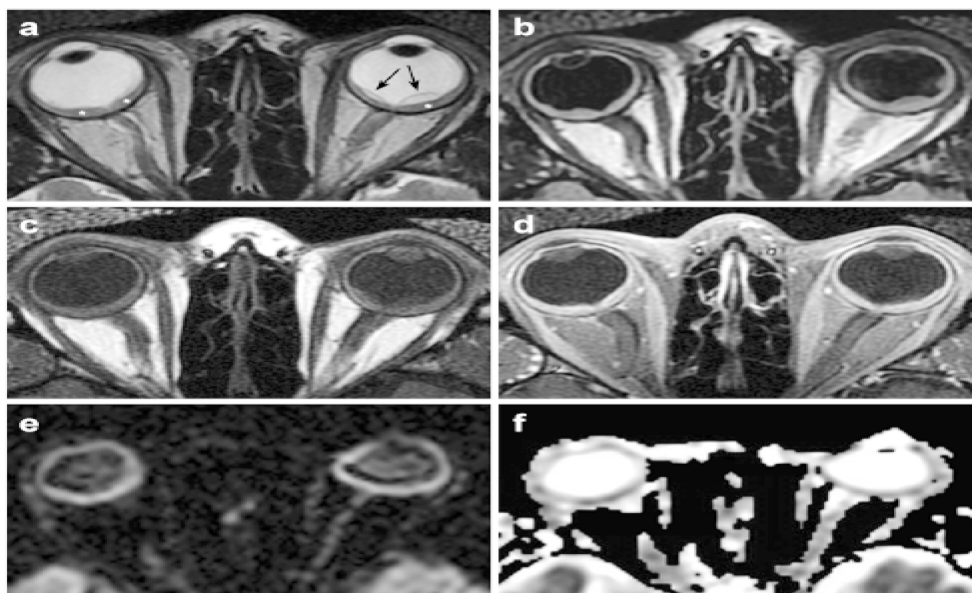
Gambaran orbita dapat diperoleh dengan MRI kranial menggunakan *receiver coil* yang biasa digunakan untuk MRI seluruh tubuh atau kepala. Saat ini terdapat berbagai *coil* khusus untuk orbita sehingga menghasilkan gambaran yang lebih baik dan rinci. Gambar terbaik diperoleh dengan melakukan pemeriksaan pada kondisi mata yang ditutup dengan plaster dan kasa dibasahi air.^{11,12}

Pemeriksaan MRI di mata dapat menggunakan T1 atau T2-weighting. Gambar yang dihasilkan

menggunakan T1-weighting memberikan tampilan anatomi mata yang lebih rinci namun sinyal dari lemak orbita yang kuat dapat menghalangi struktur kecil didekatnya. Pemeriksaan dengan teknik T2-weighting dapat meningkatkan visualisasi permukaan dalam bola mata karena vitreus akan terlihat lebih cerah, namun ketajamannya lebih rendah dan artefak lebih mudah terbentuk. Penggunaan kontras seperti *gadolinium diethylenetriaminepenta-acetic acid* (Gd-DTPA) dapat memberi gambaran rinci terutama di jaringan yang kaya vaskularisasi seperti uvea.^{11,12} Pada uveitis, terjadi inflamasi di jaringan uvea yang kaya vaskularisasi sehingga akan tampak penyangatan abnormal dari gadolinium.

Pada sindrom VKH, inflamasi koroid tampak sebagai penebalan koroid dan atau penyangatan koroid yang berlebihan (gambar 12).^{11,12}

Pada kondisi normal, lapisan retina tampak sebagai lapisan yang melekat, namun pada peradangan dapat terjadi terlepasnya retina (*retinal detachment*) yang mengakibatkan retina tampak sebagai lapisan yang terpisah. Pada retinitis dan retinopati, tampak penebalan retina abnormal dan penyangatan pada MRI-T1 dengan kontras. CT scan dan MRI juga digunakan untuk membantu mendiagnosis skleritis posterior. Pada kondisi tersebut tampak gambaran penebalan sklera dan penyangatan.



Gambar 12. Panuveitis Bilateral pada Sindrom VKH. (A) T2W1 Potongan Aksial, (B) Gambaran FLAIR, (C) T1W1 (D) T1W1 dengan Kontras dan Saturasi Lemak. Panah Menunjukkan Retinal Detachment, Tanda Putih Menunjukkan Efusi Subretina.¹¹

Saat ini dikembangkan *functional* MRI (fMRI) untuk melihat fungsi retina dan proses fisiologis mata. Prinsipnya adalah aktivitas di retina menyebabkan perubahan kadar oksigen dalam darah. Saat ini, metode untuk mengukur konsentrasi oksigen di retina adalah menggunakan elektroda, namun pemasangan alat tersebut sangat invasif sehingga tidak praktis digunakan. Perubahan kadar oksigen tersebut juga dapat dideteksi dan diubah menjadi intensitas sinyal. fMRI dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi oksigen di retina terutama pada kondisi patologis tertentu misalnya retinopati diabetik yang menyebabkan hipoksia retina. Dengan demikian metode non-invasif dengan MRI menjadi pertimbangan dalam

mengukur konsentrasi oksigen permukaan retina yang tidak dipengaruhi oleh kekeruhan media refraksi.^{11,12}

Kegunaan MRI lainnya adalah untuk memahami jalur difusi intraokular seperti untuk mempelajari penyebaran obat. Jalur difusi cairan anterior dimulai dari badan siliar ke bilik mata depan dengan sinyal paling kuat di *trabecular meshwork* yang menandakan larutan dapat melewati sawar darah mata.^{11,12} Keterbatasan MRI adalah biaya pemeriksaan yang mahal, alat yang digunakan sangat besar dan proses pemeriksaan sering dianggap tidak nyaman. MRI relatif memiliki akuisisi yang lambat sehingga gambar yang terbentuk rentan terhadap artefak akibat pergerakan pasien.^{11,12}

Penutup

Berbagai modalitas pencitraan dapat digunakan untuk membantu menegaskan diagnosis uveitis. Untuk melihat tanda inflamasi pada uveitis terutama di bagian anterior dapat digunakan *slit lamp* dan LFP. Modalitas lain seperti fotografi fundus, FFA, ICG, FAF, USG, OCT, pencitraan multimodal hingga MRI dapat digunakan untuk melihat proses patologis akibat inflamasi, jaringan yang terlibat, luas kelainan dan mengikuti hasil terapi di mata terutama di bagian posterior. Dengan berbagai modalitas pencitraan tersebut diharapkan diagnosis uveitis dapat dilakukan dengan cepat dan tepat sehingga tata laksana dapat segera diberikan. Selain itu, berbagai teknik pencitraan tersebut juga dapat digunakan untuk memantau perjalanan penyakit dan keberhasilan terapi.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ketua dan Staf Divisi Infeksi Immunologi Departemen Ilmu Kesehatan Mata FKUI-RSCM, khususnya dr. Lukman Edwar, SpM yang telah memberikan foto-foto untuk diterbitkan di makalah ini.

Daftar Pustaka

1. Kanski J, Bowling B. Kanski's clinical ophthalmology: a systematic approach. Edisi ke-8. Sydney: Elsevier; 2016.
2. Islam N, Pavesio C. Uveitis (acute anterior). BMJ Clin Evid. 2010:0705.
3. Gupta V. Imaging in uveitis. Dalam: Biswas J, Majumder PD, editors. Uveitis: an update. New Delhi: Springer; 2016. p. 67-74.
4. Nussenblatt RB, Whitcup SM. Uveitis: fundamentals and clinical practice. Edisi ke-4. California: Mosby-Elsevier; 2010.
5. Herborn CP, Tugal-Tutkun I. Laser flare photometry. Dalam: Zierhut M, Pavesio C, Ohno S, Orefice F, Rao NA, editors. Intraocular inflammation. Berlin: Springer; 2016. p. 227-35.
6. Gupta V, Al-Dhibi HA, Arevalo JF. Retinal imaging in uveitis. Saudi Journal of Ophthalmology. 2014;28:95–103.