

## ARTIKEL PENELITIAN

# Ketebalan Lapisan Serabut Saraf dan Sel Ganglion Retina pada Pasien dengan Bilik Mata Depan Sudut Tertutup Primer

Widya Artini

Departemen Ilmu Kesehatan Mata FK Universitas Indonesia-  
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo

Korespondensi: ikkesumantri@gmail.com  
Diterima 20 Oktober 2016; Disetujui 14 Maret 2017  
DOI: 10.23886/ejki.5.7463.6-11

**Abstrak**

Deteksi dini penipisan ketebalan lapisan serabut saraf dan sel ganglion retina pada pasien glaukoma dapat menunjukkan diagnosis lebih awal kerusakan saraf retina. Penelitian ini bertujuan untuk menilai ketebalan lapisan tersebut pada kelompok pasien dengan Bilik Mata Depansudut tertutup primer yaitu primary angle closure suspect (PACS), primary angle closure (PAC), dan glaukoma primer sudut tertutup (GPSTp). Semua pasien yang datang ke Poliklinik Departemen Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia-RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo dari Juli sampai September 2015 dievaluasi keadaan saraf mata dengan ocular coherence tomography spectral domain. Uji t tidak berpasangan dan Mann Whitney digunakan untuk membedakan tebal lapisan serabut saraf retina dan lapisan sel ganglion retina pada ke-3 kelompok. Pasien yang diikutsertakan dalam penelitian sebanyak 40 orang terdiri atas: PACS 23 mata, PAC 15 mata, dan GPSTp 38 mata (jumlah 76 mata) dengan proporsi perempuan 75%. Tebal rerata (simpang baku) lapisan serabut saraf retina di bagian superior pada PACS, PAC dan GPSTp adalah 120,1(22,2) $\mu$ m, 119,41(21,05) $\mu$ m, dan 88,44(20,02) $\mu$ m yang berbeda bermakna antara kelompok mata PAC dan GPSTp ( $p < 0,001$ ). Tebal rerata (SB) sel ganglion (SGL) di sektor superior pada PACS, PAC dan GPSTp adalah 82,1(6,2) $\mu$ m, 80,50(6,4) $\mu$ m dan 69,5(4,3) $\mu$ m dan terdapat perbedaan bermakna antara mata PAC dan GPSTp ( $p < 0,001$ ). Mata GPSTp menunjukkan lapisan serabut saraf dan SGL retina paling tipis dan mata PAC yang menuju ke arah PACG memperlihatkan SGL menipis. Perlu dilakukan pengawasan untuk kelompok PACS dan PACG. Pemeriksaan terutama dilakukan pada pasien yang mempunyai faktor risiko.

**Kata kunci:** primary angle closure suspect, primary angle closure, primary closure glaucoma, lapisan serabut saraf retina, sel ganglion retina

## Retinal Nerve Fiber Layer and Macula Ganglion Cell Thickness in Eyes with Primary Angle Closure

**Abstract**

Decreased thickness of retina nerve fiber layer (RNFL) and ganglion cells of inner plexiform layer (GLIPL) in patients with glaucoma suspect can represent early detection of retina nerve defect. This retrospective study aims to determine the thickness of GLCIPL of patients with primary angle closure suspect (PACS), primary angle closure (PAC), and primary angle closure glaucoma (PACG). All patients who came to Department of Ophthalmology Faculty of Medicine Universitas Indonesia - Dr. Cipto Mangunkusumo General Hospital from July to September 2015 were examined for the thickness of RNFL and GLIPL with ocular coherence tomography. Mann Whitney test was performed to analyse the thickness of RNFL and GLCIPL among 3 groups. Seventy six eyes from 40 patients within 75% female were enrolled with the distribution of 23 eyes with PACS, 15 eyes with PAC and 38 eyes with PACG. The mean (standard deviation) thickness of superior RNFL in PACS, PAC and PACG were 120.1(22.2) $\mu$ m, 119.41(21.05) $\mu$ m and 88.44(20.02)  $\mu$ m. Significant difference was found between PAC and PACG ( $p < 0.001$ ). The mean (SD) thickness of GLCIPL in the superior sector of PACS, PAC, and PACG were 82.1(6.2) $\mu$ m, 80.50(6.4) $\mu$ m and 69.5(4.3) $\mu$ m, which the GLCIPL thickness between PAC and PACG was significant different ( $p < 0.001$ ). Primary angle closure glaucoma eyes showed the RNFL and GLCIPL was the thinnest, mean while in PAC eyes tend to thinner than PACS. Closed observation should be carried out in PAC eyes, especially in risk factors patients.

**Keywords:** primary angle closure suspect, primary angle closure, primary angle closure glaucoma, retina nerve fiber layer, ganglion cells of inner plexiform layer

## Pendahuluan

Glaukoma primer sudut tertutup (GPSTp) adalah jenis glaukoma yang lebih sering menyebabkan kebutaan (3 kali lipat) dibandingkan glaukoma primer sudut terbuka. Terdapat sekitar 65 juta penderita glaukoma di dunia yang terdiri atas 21 juta penderita GPSTp.<sup>1</sup> Data WHO menunjukkan glaukoma merupakan salah satu penyebab kebutaan no 2 di dunia, demikian juga di Indonesia. Pada tahun 2040, jumlah penderita glaukoma diperkirakan mencapai 80 juta yang akan mengalami kebutaan.<sup>2</sup> GPSTp lebih sering terdapat pada ras Asia dibandingkan Kaukasia dan Afrika dengan perempuan memiliki risiko menderita GPSTp 3.4 kali lebih besar dibandingkan laki-laki. Hal tersebut disebabkan faktor predisposisi yang lebih besar seperti bola mata lebih kecil, lebih pendek dan letak struktur anatomi di bagian depan mata saling berhimpitan.<sup>3-5</sup>

The International Society of Geographical Epidemiological Organization (ISGEO) membuat klasifikasi kelompok primer sudut tertutup berdasarkan perjalanan penyakit sebagai berikut: (1) *Primary angle closure suspect* (PACS)-primer sudut tertutup suspek: seluas 270° iridotrabekular berhimpitan tanpa perlekatan (sinekia anterior perifer/SAP), dengan tekanan intra-okular (TIO), papil saraf mata N II dan lapang pandang normal; (2) *Primary angle closure* (PAC)-primer sudut tertutup terlihat 270° iridotrabekular kontak dengan SAP dan peningkatan TIO, sedangkan papil saraf mata dan lapang pandang normal; (3) Glaukoma primer sudut tertutup (GPSTp): terlihat seluas 270° iridotrabekular melekat yaitu SAP yang menyebabkan peningkatan TIO dan kerusakan papil saraf optik dan luas lapang pandang.<sup>6</sup> Pada perjalanan penyakit kelompok primer sudut tertutup untuk menjadi kebutaan permanen; deteksi dini glaukoma sangat penting.

Persentase PACS yang menjadi PAC sebanyak 20% sedangkan dari PAC menjadi GPSTp sebesar 28%. Dengan demikian perjalanan progresif awal harus segera dideteksi dengan melakukan pemeriksaan TIO di masyarakat. Di rumah sakit dapat dilakukan pemeriksaan biomikroskopik metode van-herick, gonioskopi, dan *ocular coherence tomography* (OCT) untuk menilai serabut saraf retina. Akhir-akhir ini terdapat alat yang dapat mendeteksi lebih awal dengan menilai ada tidaknya penipisan atau berkurangnya sel ganglion di makula retina.<sup>7,8</sup>

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian untuk menilai ketebalan lapisan serabut saraf retina (LSSR) dan sel ganglion makula

lapisan pleksiform dalam atau *ganglion cell – inner plexiform layer* (GCIPL) pada penderita PACS, PAC dan GPSTp.

## Metode

Desain penelitian ini adalah deskriptif retrospektif pada pasien glaukoma sudut tertutup yang diperiksa diri di Departemen Medik Mata RS dr. Cipto Mangunkusumo (RSCM) - Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia (FKUI) pada bulan Juli-September 2015

Kriteria inklusi adalah pasien glaukoma yang diperiksa visus, TIO, biomikroskopik, gonioskopi, luas lapang pandang dan foto fundus yang didiagnosis sebagai PACS, PAC, dan GPSTp. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan OCT *spectral domain cirrus* HD 5000 (*Carl Zeiss Meditec*, Dublin, CA) dengan program glaukoma dan *macular ganglion cell analysis*.

Kriteria eksklusi adalah pasien yang data rekam medisnya tidak lengkap (tidak diperiksa *macular ganglion cell analysis*), glaukoma absolut, pasien miopia dengan minus di atas 3, glaukoma sekunder, dan terdapat kelainan okular terutama di retina.

Subyek penelitian dipilih melalui penelusuran rekam medik dengan melihat daftar pemeriksaan mata, tajam penglihatan, TIO, gonioskopi, foto fundus dan luas pandang. OCT *high definition* 5000 sebagai baku standar digunakan untuk memeriksa lapisan serabut saraf retina dan saraf optik. Selanjutnya dilakukan *macular ganglion cell analysis scan* dengan mode *macular cube scan* 512x128 dan diperoleh nilai *macular ganglion cell inner plexiform layer* (mGCIPL). Setelah didapatkan gambar makula dengan jelas, *signal strength* di atas 7, gambar diambil dan disimpan.

Seluruh data yang memenuhi kriteria penelitian dimasukkan ke tabel induk. Data katagorik ditulis sebagai persentase dan data numerik dalam nilai median dan rentang. Data diolah menggunakan *microsoft excel* dan SPSS versi 20. Perbandingan nilai numerik antara PACS, PAC dan GPSTp dianalisis antar kelompok dengan ujiMann Whitney (signifikan pada  $\alpha=0,5\%$ ).

## Hasil

Dari penelusuran rekam medis diperoleh 76 mata dari 40 pasien dengan 75% perempuan berusia  $64\pm 18$  (rentang 38-83) tahun. Terdapat 4 mata yang menderita glaukoma absolut atau penglihatannya sudah nol sehingga tidak masuk kriteria inklusi. Pasien GPSTp 38 mata, PAC 15 mata dan pasien PACS sebanyak 23 mata (Tabel 1).

**Tabel 1. Karakteristik Pasien dengan Bilik Mata Depan Mata Sudut Tertutup Primer**

Karakteristik	n
Jumlah Mata	76
Jenis Kelamin	
Laki - laki	10 (25%)
Perempuan	30 (75%)
Usia (tahun)	64 (38 - 83)
Tindakan	
PACS + PAC	
Laser iridektomi	38
GPSTp	
Trabekulektomi + Katarak	18
Trabekulektomi	20
Diagnosis	
PACS	23 (30%)
PAC	15 (20%)
GPSTp	38 (50%)

**Tabel 2. Data Klinis Pasien PAC dan GPSTp**

Karakteristik	Median	PAC (n=15) (Min – Maks)	Median	GPSTp (n=38) (Min – Maks)	Nilai p <sup>a</sup>
TIO (mmHg)	13,5	13-21	16-21	10 – 21	0,127
CDR	0,5	0,3 – 0,5	0,7	0,6 – 0,7	<0,001
Lapang pandang (MD)	-3,4	-1,5 – -5,9	-7,6	-6,1 – -12,0	<0,001

TIO: tekanan intra okular. CDR: *cup disk ratio*. MD: *Mean deviasi*. p\* uji Mann Whitney

Terdapat perbedaan bermakna antara kelompok PAC dan GPSTp dalam CDR dan lapang pandang ( $p < 0,001$ ) namun tidak berbeda

bermakna pada TIO karena semua pasien telah dilakukan tindakan bedah glaukoma (Tabel 2).

**Tabel 3. Ketebalan Rerata LSSR dan mGCIPL pada PACS, PAC dan GPSTp**

Ketebalan	PACS (n 23)	PAC (n 15)	GPSTp (n 38)	p
LSSR( $\mu$ m)				
Superior (SB)	120,1(22,2)	119,41(21,05)	88,44(20,02)	0,001*
Inferior (SB)	122,2(25,6)	112,60(10,20)	85,70 (29,3)	0,001*
GCIPL ( $\mu$ m)				
Superior (SB)	82,1(6,2)	80,50(6,4)	69,5(4,3)	<0,001*
Inferior (SB)	84,1(7,1)	83,2(3,2)	69,0( 2,1)	<0,001 *

SB: simpang baku, p\* perbandingan PAC dengan GPSTp (uji t tak berpasangan)

p\*perbandingan PAC dengan PACG (uji t tak berpasangan).

Nilai rerata LSSR PACS adalah yang paling tebal sedangkan GPSTp mempunyai rerata ketebalan LSSR paling tipis di daerah superior dan inferior. Terdapat perbedaan bermakna tebal PAC dan GPSTp ( $p < 0,001$ ). Rerata ketebalan GCIPL

pada mata dengan PACS lebih tebal dibandingkan kelompok GPSTpv dan terdapat perbedaan bermakna antara rerata tebal PAC dan GPSTpv ( $p < 0,001$ ) seperti tercantum di Tabel 3.

**Tabel 4. Ketebalan Minimal LSSR dan mGCIPL pada PACS, PAC dan GPSTp**

Ketebalan	PACS	PAC	GPSTp	p
LSSR ( $\mu\text{m}$ )				
Superior	100,1 (85-105)	98,35 (81-100)	80,2 (77-87)	<0,001
Inferior	98,2 (84-103)	97,1 (95-105)	78,2 (71-86)	<0,001
GCIPL ( $\mu\text{m}$ )				
Superior	78,1 (75-81)	73,3 (69-80)	62,32 (60-66)	<0,001
Inferior	78,1(74-82)	71,1 (69-75)	60,2 (58-63)	

p:perbandingan PAC dengan PACG (ujiMann Whitney)

Pada Tabel 4 terlihat bahwa nilai median dengan rentang minimal ketebalan minimum rerata LSSR PACS adalah 100,1(85-105) $\mu\text{m}$ , tebal PAC 98,35(81-100) $\mu\text{m}$  dan tertipis pada kelompok PACG yaitu 80,2 (77-87) $\mu\text{m}$  yang masih berbeda bermakna dengan kelompok PAC  $p < 0,001$ . Nilai minimal median dengan rentang ketebalan GCIPL pada mata dengan PACS paling tebal dan PAC mulai menipis. Kelompok PAC dibandingkan GPSTp dalam nilai minimal median dengan rentang ketebalan GCIPL berbeda bermakna (uji Mann Whitney,  $p = 0,001$ ) dan yang tertipis adalah di sektor inferior.

### Diskusi

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pemeriksaan alat canggih OCT Cirrus HD 5000 menggunakan algoritma *ganglion cell analysis* (GCA) untuk menilai ketebalan sel ganglion di lapisan *inner plexiform* daerah makula dapat mengevaluasi secara kuantitatif perubahan ketebalan lapisan sel ganglion dengan presisi baik. Selanjutnya dapat disarankan untuk menilai progresifitas kerusakan saraf akibat glaukoma sudut tertutup terutama pada saat kondisi rawan PAC yang belum menunjukkan tanda kerusakan saraf optik yang signifikan menjadi glaukoma yaitu sudah terjadi kerusakan saraf optik dan sel ganglion. Meskipun demikian LSSR tetap merupakan standar baku untuk menilai ketebalan sel ganglion sesuai definisi glaukoma terbaru.<sup>9</sup>

Glaukoma merupakan keadaan terjadinya kerusakan LSSR dan papil saraf optik, terutama ditandai dengan kematian *retinal ganglion cells* (RGCs). Banyaknya faktor risiko turut berperan sebagai penyebab tersebut.<sup>9-11</sup> Kematian sel ganglion disebabkan apoptosis dan kematian sel yang awal mulanya akibat tekanan mekanik yaitu TIO di atas normal.

Dewasa ini banyak pasien tanpa disertai naiknya TIO namun kematian sel ganglion tetap berjalan. Berbagai faktor yang diduga sebagai

pemicu adalah apoptosis akibat faktor genetik, stres oksidasi (ROS, nitrat oksida), vaskularisasi yang tidak baik (iskemia-hipoksia), inflamasi sitokin (tumor nekrosis faktor-TNF), blokade neurotropin dan faktor pemicu lain seperti merokok dan diet.<sup>12,13</sup>

Pada masa lampau kerusakan saraf optik dinilai berdasarkan kerusakan papil saraf optik dan kerusakan lapang pandang akibat tingginya TIO (TIO normal 10-21 mmHg). Pemeriksaan lapang pandang yang terjadi titik buta, tidak menggambarkan kerusakan sel ganglion sebenarnya karena secara anatomis, retina manusia mempunyai sekitar 1 juta GCIPL dan 50% sel berada di daerah 4,5 mm dari fovea.<sup>12</sup> Berdasarkan penelitian Kerringan et al,<sup>14</sup> kerusakan sel ganglion sampai dengan 35% masih memberikan hasil pemeriksaan lapang pandang yang baik. Dengan GCA diharapkan dapat mendeteksi lebih awal kerusakan sel karena kebutaan bersifat permanen sehingga yang dapat dilakukan adalah mempertahankan penglihatan. Penemuan dini harus segera dilakukan terutama bagi orang yang mempunyai faktor risiko tinggi. Oleh karena itu pemeriksaan gangguan sel ganglion sebelum terjadi glaukoma merupakan tindakan yang tidak berlebihan. Hal tersebut dapat dilihat pada penelitian Shinet al<sup>15</sup> dalam mendeteksi dini kerusakan sel ganglion pada pasien glaukoma sudut terbuka.

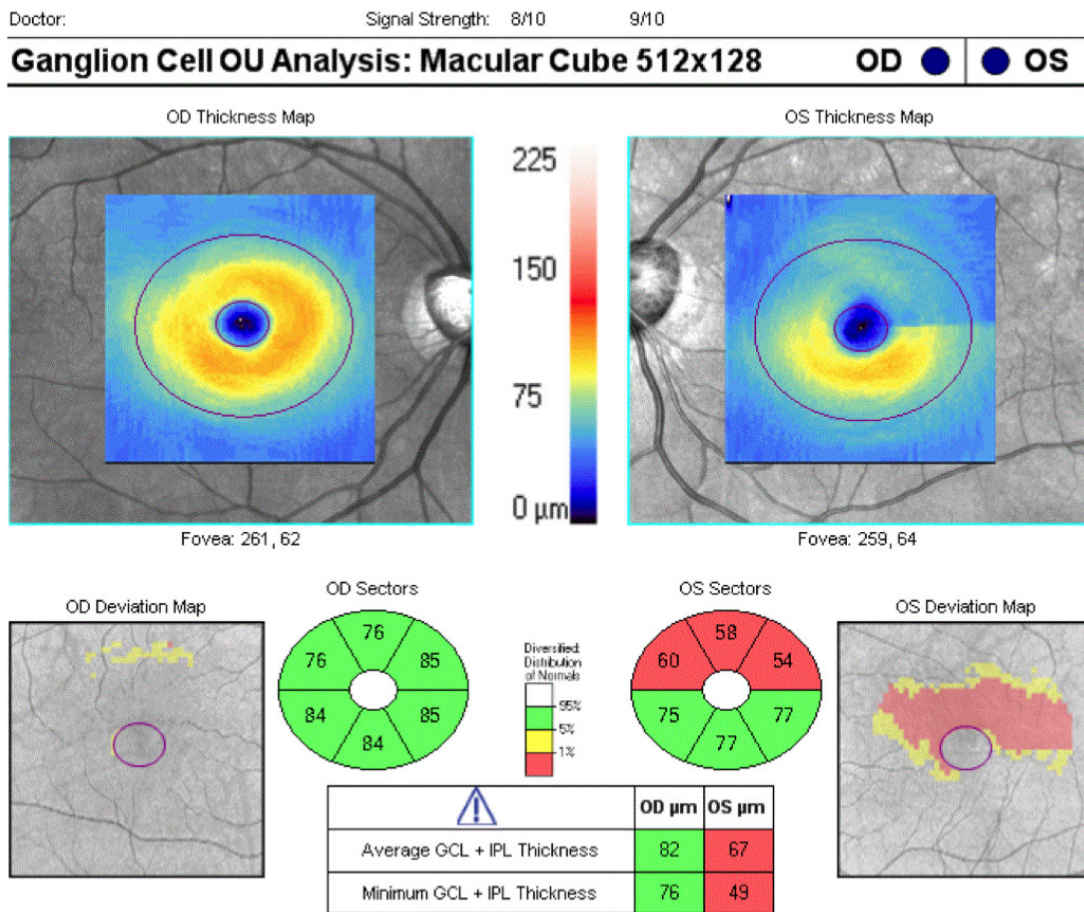
Glaukoma dapat mempengaruhi kompleks sel ganglion-*ganglion cell complex* (GCC) yang merupakan kumpulan tiga lapis paling dalam yaitu *cell bodies* dan lapisan *inner plexiform* dan dendrit. Stimulus cahaya akan dialirkan dari reseptor cahaya yaitu sel kerucut di daerah makula yang dilanjutkan melalui akson ke sel ganglion ke lapisan serabut saraf retina, nervus II menuju otak, sehingga seseorang dapat melihat.

Algoritma GCA dapat memberikan gambaran topografi ketebalan GCIPL, rerata ketebalan mGCIPL pada 6 sektor (superotemporal, superior, superiornasal, inferonasal, inferior, inferotemporal), ketebalan minimum mGCIPL. Ketebalan minimum



mGCIPL diperkirakan dengan memilih rerata ketebalan minimum mGCIPL dari 360 jari-jari dari setiap 1 derajat pengukuran pada radius 14,13mm<sup>2</sup> daerah annulus eliptikal sekitar fovea. Hasil scan makula dan papil optik dibandingkan dengan *normative database* di mesin OCT. Dari perbandingan hasil scan dan *normative database* didapatkan peta deviasi yang ditandai dengan titik superpiksel berwarna. Daerah yang berwarna merah/kuning pada *deviation map* adalah daerah

abnormal. Area dengan ketebalan mGCIPL yang terdapat pada <5% dari data normatif berwarna kuning, sedangkan area dengan ketebalan mGCIPL yang terdapat pada <1% dari data normatif berwarna merah. Daerah yang tidak berwarna menunjukkan daerah GCIPL dengan ketebalan normal. Untuk peta ketebalan GCIPL, daerah dengan GCIPL yang tebal ditunjukkan oleh warna merah/kuning, sedangkan daerah yang tipis ditandai warna biru/hitam.<sup>17</sup>



**Gambar 2. Ganglion Cell Complex Analysis: Gambar di Atas Memperlihatkan Gambaran Umum Sel Ganglion Komplek dan Gambar di Bawah Memperlihatkan Ketebalan Secara Sektoral yang Didapat Dinilai Secara Kuantitatif.<sup>17</sup>**

Mwanza et al<sup>18</sup> melaporkan nilai rerata ketebalan sel ganglion pada orang normal sebesar 82,1±6,2 $\mu\text{m}$  yang tidak berbeda dari penelitian ini; menunjukkan ketebalan rerata GCIPL pada pasien PACS. Pada penelitian ini baik ketebalan rerata maupun minimal, kelompok PAC masih lebih tebal dibandingkan sel ganglion GPSTp. Pada pasien glaukoma kerusakan sel ganglion tampak nyata. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada glaukoma sudut

terbuka memberikan hasil serupa, bahwa penderita glaukoma selain terjadi penipisan LSSR dan papil optik juga terjadi kerusakan di sel ganglion.<sup>17</sup>

Penelitian Mwanza et al<sup>19</sup> juga menunjukkan bahwa penipisan sel ganglion dapat dipengaruhi oleh usia tua, panjang aksial yang lebih panjang, jenis kelamin (laki-laki), sedangkan ketebalan kornea, dan topografi papil optik tidak mempengaruhi.<sup>17</sup> Analisis ganglion makula sudah banyak dilakukan untuk mendeteksi dini kerusakan

akibat glaukoma. Sung et al<sup>20</sup> melaporkan bahwa pengukuran ketebalan GCIPL lebih baik dalam melihat kerusakan dibandingkan pengukuran ketebalan RNFL pada pasien pre-perimetrik glaukoma dengan sensitivitas 90% dan spesifisitas 98%. Penelitian awal dalam hal sensitivitas dan spesifisitas masih di bawah penelitian mereka.

Kekurangan penelitian ini adalah jumlah sampel yang kecil karena masih merupakan penelitian awal. Kelebihannya adalah penelitian ini yang pertama untuk menilai sel ganglion sel pada glaukoma primer sudut tertutup dibandingkan kelompok bilik mata depan sudut tertutup primer dari perjalanan awalnya. Pengawasan terencana dan terus menerus dapat menjadi bahan bahwa kelompok PACS dan PAC tidak dapat dilepas tanpa diawasi ketat. Bagi rumah sakit besar yang memiliki alat sudah waktunya memeriksa sel ganglion untuk menilai progresitas penyakit yang membutuhkan ini.

### Kesimpulan

Pada glaukoma primer sudut tertutup, semakin lanjut tingkat glaukoma semakin menipis lapisan sel ganglion di lapisan *inner plexiform*. Perlu pengawasan melekat untuk kelompok PAC dan PACS serta melakukan pemeriksaan OCT terutama bagi pasien yang mempunyai faktor risiko

### Daftar Pustaka

- Broadway DC. Glaucoma [internet]. 2016 [diakses: 4 Desember 2016]. Diunduh dari: <http://www.iapb.org/vision-2020/what-is-avoidable-blindness/glaucoma>.
- Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014;121(11):2081-90.
- Wang N, Li S, Liang Y. Classification. Dalam: Hong C, Yamamoto T, ed. Angle closure glaucoma. Amsterdam: Kugler; 2007.p.41-56.
- AAO. Introduction to glaucoma: terminology, epidemiology, and hereditary. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2012.
- Stamper RL, Lieberman MF, Drake MV. Becker-Shaffer's diagnosis and therapy of the glaucomas. China:Elsevier; 2009.
- Sea SKL, Foster PJ, Chew PTK, Oen F, Fam HB, Lim ASM. Incidence of acute primary-angle closure in Singapore: an island-wide survey. *Arch Ophthalmol*. 1997;115(11):1436-40.
- Lowe R. Aetiology of the anatomical basis for primary angle closure glaucoma. Biometrical comparisons between normal eyes and eyes with primary angle-closure glaucoma. *Br J Ophthalmology*. 1970;54:161-9.
- Tornquist R. Shallow anterior chamber in acute glaucoma; a clinical and genetic study. *Acta Ophthalmol suppl*. 1953;39:1-74.
- Asia Pacific Glaucoma Society. APGS Guidline 2016.
- Curcio CA. Topography of ganglion cells in human retina. *J Comp Neurol*. 1990;300:5-25.
- Hwang YH, Jeong YC, Kim HK, Sohn YH. Macular ganglion cell analysis for early detection of glaucoma. *Ophthalmology*. 2014;121(8):1508-15.
- Munemasa Y, Kitaoka Y. Molecular mechanisms of retinal ganglion cell degeneration in glaucoma and future prospects for cell body and axonal protection. *Front Cell Neurosci*. 2012;6:60.
- Flammer J, Orgül S, Costa VP, Orzalesi N, Kriegelstein GK, Serra LM, et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res*. 2002;21(4):359-93.
- Kerrigan-Baumrind LA, Quigley HA, Pease ME, Kerrigan DF, Mitchell RS. Number of ganglion cells in glaucoma eyes compared with threshold visual field tests in the same persons. *Invest Ophthalmol & Vis Sci*. 2000;41(3):741-8.
- Shin HY, Park HY, Jung KI, Choi JA, Park CK. Glaucoma diagnostic ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness differs according to the location of visual field loss. *Ophthalmology*. 2014;121(1):93-9.
- Lam LA. Guide to interpreting spectral domain optical coherence tomography. Roma: INC; 2009.
- Kim MJ, Park KH, Yoo BW, Jeoung JW, Kim HC, Kim DM. Comparison of macular GCIPL and peripapillary RNFL deviation maps for detection of glaucomatous eye with localized RNFL defect. *Acta Ophthalmol*. 2015;93:22-8.
- Mwanza JC, Oakley JD, Burdenz DL, Chang RT, Knight ORJ, Feuer WJ. Macular ganglion cell- inner plexiform layer: automated detection and thickness reproducibility with spectral domain-optical coherence tomography in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(11):8323-9.
- Mwanza JC, Durbin MK, Burdenz DL, Girkin CA, Leung CK, Liebmann JM, et al. Profile and predictors of normal ganglion cell-inner plexiform layer thickness measured with frequency-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol & Vis Sci*. 2011;52(11):7872- 9.
- Sun M, Yoon JH, Park SW. Diagnostic validity of macular ganglion cell-inner plexiform layer thickness deviation map algorithm using cirrus HD-OCT in preperimetric and early glaucoma. *J Glaucoma*. 2014;23(8):144-51.