

PENGLIHATAN STEREOSKOPIS PADA MIOPIA RINGAN

Zara Yupita Azra¹, Riski Prihatningtias², Amallia N. Setyawati³

¹Mahasiswa Program Studi S-1 Ilmu Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

² Staf Pengajar Ilmu Kesehatan Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

³ Staf Pengajar Ilmu Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
JL. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. 02476928010

ABSTRAK

Latar Belakang : Retinopati diabetika merupakan komplikasi diabetes yang mempengaruhi kemampuan penglihatan dan diskriminasi warna. Retinopati diabetika terbagi menjadi retinopati diabetika non-proliferatif (NPDR) dan retinopati diabetika proliferasi (PDR). Kemampuan penglihatan dan diskriminasi warna memburuk seiring dengan meningkatnya derajat retinopati diabetika.

Tujuan : Menganalisis perbedaan skor buta warna pada pasien retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasi.

Metode : Penelitian ini adalah penelitian observasional analitik menggunakan rancangan belah lintang. Subyek penelitian adalah 31 mata penderita NPDR dan 31 mata PDR yang dipilih secara *consecutive sampling* dan dilakukan pemeriksaan skor buta warna dengan *Farnsworth Musell 28 hue test*. Data diolah dengan menggunakan uji parametrik t tidak berpasangan.

Hasil : Rerata skor buta warna pada pasien retinopati diabetika non-proliferatif sebesar $563,7 \pm 154,3$ dan rerata skor buta warna pada pasien retinopati diabetika proliferasi sebesar $841,6 \pm 212,9$. Terdapat perbedaan skor buta warna yang bermakna antara pasien NPDR dan PDR ($p < 0,00$)

Kesimpulan : Terdapat perbedaan yang signifikan antara skor buta warna pasien retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasi.

Kata Kunci : Penglihatan warna, Retinopati diabetika non-proliferatif, retinopati diabetika proliferasi

ABSTRACT

THE DIFFERENCE OF COLOR VISION SCORES BETWEEN PATIENTS WITH NON PROLIFERATIVE DIABETIC RETINOPATHY AND PROLIFERATIVE DIABETIC RETINOPATHY

Background : Diabetic retinopathy is one of diabetes complication which may affect visual function and color vision. It is classified in two types: non proliferative diabetic retinopathy and proliferative diabetic retinopathy. Impairment of visual function and color vision worsen as the stage of diabetic retinopathy increases.

Aim : To analyze the difference of color blindness score in patients with non proliferative diabetic retinopathy and proliferative retinopathy diabetic.

Methods: It was an observational analytical study with a cross-sectional design. The sampling method with consecutive sampling. Score of color vision was measured with Farnsworth Munsell 28 hue test. The data was analyzed subsequently using independent T Test.

Results : The mean score of color vision in patients with non-proliferative diabetic retinopathy was $563,7 \pm 154,3$ and the mean score of color vision in patients with proliferative diabetic retinopathy was $841,6 \pm 212,9$. The independent T test showed $p < 0,001$.

Conclusion : There is a significant difference of color vision score between patients with non proliferative diabetic retinopathy and proliferative diabetic retinopathy.

Key Words : Color Vision, Non Proliferative Diabetic Retinopathy, Proliferative Diabetic Retinopathy

PENDAHULUAN

Retinopati diabetika merupakan suatu kelainan pada mata yang menjadi salah satu komplikasi terberat dari penyakit diabetes.¹ Kelainan tersebut tidak hanya disebabkan oleh adanya gangguan mikrovaskular, namun juga disebabkan adanya gangguan neurologis. Faktor-faktor yang mempengaruhi risiko terjadinya retinopati diabetika adalah lamanya seseorang menderita diabetes dan derajat kontrol metabolik. Penderita diabetes dengan kontrol gula darah yang kurang baik dapat meningkatkan risiko terjadinya retinopati diabetika.³

Penelitian epidemiologi di Amerika, Australia, Eropa dan Asia melaporkan bahwa jumlah penderita retinopati diabetika akan meningkat dari yang semula berjumlah 100,8 juta pada tahun 2012 akan meningkat menjadi sebesar 154,9 juta pada tahun 2030 dengan 30% diantaranya terancam kebutaan.¹

Hampir seluruh penderita yang menyandang diabetes melitus tipe I selama 20 tahun juga menyandang retinopati diabetika, sedangkan pada penderita diabetes melitus tipe II ada sebanyak 60% yang menyandang retinopati diabetika.¹ Penelitian prevalensi pada tahun 2013 memaparkan angka kejadian retinopati diabetika berdasarkan 2 tipe, yaitu retinopati diabetika proliferasif sebesar 18,46% dan retinopati diabetika non proliferasif sebesar 22,82%.⁴

Retinopati diabetika menjadi penyulit penyakit diabetes melitus yang dapat mengancam kemampuan penglihatan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya perubahan neurodegeneratif di bagian retina mata. Berdasarkan derajat keparahan, retinopati diabetika dibagi menjadi 2 tipe. Diawali dengan tipe retinopati diabetika non-proliferasif yang merupakan retinopati diabetika dasar yang belum terjadi pembentukan pembuluh darah baru dan pada umumnya belum terjadi gangguan penglihatan. Kemudian, dilanjutkan dengan tipe kedua yaitu retinopati diabetika proliferasif yang ditandai dengan terbentuknya pembuluh darah baru yang abnormal. Pembuluh darah baru tersebut bersifat rapuh yang nantinya akan mudah ruptur sehingga akan mengancam fungsi penglihatan.⁴

Beberapa penelitian membuktikan bahwa ada hubungan penyakit diabetes dengan kemampuan dalam penglihatan dan diskriminasi warna.^{2,5-9} Gangguan penglihatan

dan diskriminasi warna dapat terjadi bersamaan dengan retinopati diabetika. Tingkat keparahan gangguan penglihatan dan diskriminasi warna dapat meningkat seiring dengan meningkatnya derajat keparahan retinopati dan adanya edem pada makula.¹⁰

Hal ini terjadi karena pada retinopati diabetika terdapat penurunan sensitivitas retinal dan penipisan fotoreseptor retina yang akan mengganggu kemampuan dalam melihat dan mendiskriminasikan warna. Gangguan penglihatan warna atau buta warna merupakan kelainan pada mata, yang terpaud pada kondisi sel-sel retina tidak mampu merespon warna dengan semestinya.¹¹ Penelitian-penelitian yang dilakukan sejak tahun 1950 oleh beberapa investigator termasuk Verriest menunjukkan adanya kecenderungan penderita retinopati diabetika mengalami dikromatik tipe tritanopia.² Penderita tritanopia, disebut juga buta warna biru-kuning, mengalami gangguan pada axis penglihatan warna tritan yang disebabkan oleh hilangnya fotopigmen *S-cone*.^{2,12,13}

Pemeriksaan gangguan penglihatan warna dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti uji anomaloskop, uji Farnsworth Munsell 100 hue, uji Holmgren, dan uji Ishihara.¹³ Alat-alat tersebut sering digunakan untuk mengevaluasi penglihatan warna pada penderita diabetes dan penyakit sistemik lainnya. Pemeriksaan ini dapat dilakukan untuk mendeteksi tahap awal retinopati.⁵

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai skor pemeriksaan buta warna pada penderita tahap awal retinopati diabetik non-proliferatif dan retinopati diabetik proliferasi untuk melihat adanya perbedaan yang signifikan sehingga dapat digunakan untuk membedakan derajat retinopati diabetika.

METODE

Penelitian observasional analitik dengan desain penelitian *cross-sectional study* terhadap kelompok penderita retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasi. Kriteria inklusi penelitian ini adalah pasien dengan visus atau tajam penglihatan terbaik 3/60 atau lebih dan belum pernah mendapatkan terapi laser atau injeksi intravitreal maupun operasi vitrektomi.

Kriteria eksklusi penelitian ini adalah pasien dengan data catatan medik tidak lengkap, buta warna kongenital, kelainan retina lain selain retinopati diabetika, seperti degenerasi makula, retinitis pigmentosa, ablasio retina, kelainan nervus optikus, serta tidak bersedia ikut penelitian.

Sampel penelitian diperoleh dengan metode *consecutive sampling* lalu dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasif. Berdasarkan rumus besar sampel didapatkan minimal 31 mata pada masing-masing kelompok.

Variabel bebas penelitian ini adalah retinopati diabetika no-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasif.. Variabel terikat penelitian ini adalah skor buta warna.

Pada kedua kelompok penelitian dilakukan pengolahan dan analisis data secara studi analitik mengenai perbedaan skor buta warna pada pasien retinopati diabetika non-poliferatif dan retinopati diabetika proliferasif.

HASIL

Karakteristik Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Poliklinik Mata RSUP dr. Kariadi Semarang pada bulan April sampai Juni 2016 dengan melibatkan subjek penelitian sebanyak 62 mata dari 43 pasien retinopati diabetika. Dari data tersebut didapatkan 31 mata pasien tipe retinopati diabetika non-proliferatif (NPDR) dan 31 mata pasien tipe retinopati diabetika proliferasif (PDR) yang memenuhi kriteria penelitian. Data sampel penelitian tersebut didapatkan dengan menggunakan metode *consecutive sampling*. Karakteristik 62 mata dari 43 pasien dalam dua kelompok sebagai subjek penelitian ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian NPDR dan PDR

Karakteristik	n(%)	
	NPDR	PDR
Umur (Rerata±SD;median (min-max))	55,2±10,2;51(42-78)	53,4±7,3;53(39-68)
Jenis Kelamin		
- Laki-laki	7 (41,2%)	13 (50%)
- Perempuan	10 (58,8%)	13 (50%)
Mata yang diperiksa		
- Mata Kanan	15 (48,4%)	16 (51,6%)
- Mata Kiri	16 (51,6%)	15 (48,4%)
Tajam penglihatan		
- Baik 6/6-6/18)	11 (35,5%)	8 (25,8%)
- Sedang (6/18-6/60)	9 (29,0%)	9 (29,0%)
- Buruk (6/60-3/60)	11 (35,5%)	14 (45,2%)

CSME		
- Ya	18 (58,1%)	20 (64,5%)
- Tidak	13 (41,9%)	11 (35,5%)
Gangguan diskriminasi warna		
- Tritan	23 (74,2%)	24 (77,4%)
- Tetartan	8 (25,8%)	6 (19,4%)
- Protan	0 (0%)	1 (3,2%)

SB=Sim pang Baku; Min=Minimum; Maks=Maksimum

Tabel 1 menunjukkan jumlah total subjek penelitian dalam penelitian ini adalah sebesar 62 mata dari 43 pasien dan terbagi menjadi dua kelompok, yaitu 17 pasien NPDR dan 26 pasien PDR. Rerata usia pasien kelompok NPDR adalah $55,2 \pm 10,2$, sedangkan kelompok PDR adalah $53,4 \pm 7,3$. Subjek penelitian kelompok NPDR terdiri dari 7 (41,2%) pasien laki-laki dan 10 (58,8%) perempuan, sedangkan kelompok PDR memiliki jumlah pasien laki-laki dan perempuan yang sama yaitu masing-masing berjumlah 13 pasien. Mata yang dilakukan pemeriksaan skor buta warna pada kelompok NPDR adalah 15 (48,%) mata kanan dan 16 (51,6%) mata kiri, sedangkan kelompok PDR terdiri dari 16 (51,6%) mata kanan dan 15 (48,4%) mata kiri.

Tajam penglihatan pada penelitian ini terbagi dalam tiga derajat, yaitu derajat ringan, sedang, dan berat. Kelompok NPDR terdiri dari 11 (35,5%) mata dengan tajam penglihatan baik, 9 (29%) tajam penglihatan sedang, dan 11 (35,5%) tajam penglihatan buruk. Tajam penglihatan mata yang digunakan dalam kelompok PDR paling banyak adalah tajam penglihatan buruk dengan jumlah 14 (45,2%) mata, sedangkan tajam penglihatan sedang sebanyak 9 (29%) mata dan tajam penglihatan baik sebanyak 8 (25,8%) mata.

Clinically significant macular edema (CSME) adalah kelainan pada makula yang dapat mempengaruhi fungsi penglihatan dan dapat terjadi pada retinopati diabetika non-proliferasif maupun retinopati diabetika proliferasif. Subjek penelitian dalam kelompok NPDR yang disertai keadaan CSME adalah sebesar 18 (58,1%) mata, sedangkan kelompok PDR yang disertai CSME sebesar 20 (64,5%) mata.

Sebagian besar gangguan diskriminasi warna yang terjadi pada kelompok NPDR maupun PDR adalah gangguan diskriminasi warna tritan. Gangguan diskriminasi warna tritan merupakan gangguan dalam membedakan warna biru-kuning dan kelabu. Gangguan diskriminasi warna yang didapatkan dari penelitian ini ada tiga tipe yaitu tritan, tetartan, dan protan. Kelompok NPDR yang memiliki gangguan diskriminasi warna tritan adalah sebanyak

23 (74,2%) mata, sedangkan pada kelompok PDR sebanyak 24 (77,4%) mata. Gangguan diskriminasi warna tetartan pada kelompok NPDR adalah sebanyak 8 (25,8%) mata, sedangkan kelompok PDR sebanyak 6 (19,4%) mata. Gangguan diskriminasi warna lain yang terjadi pada subjek penelitian ini adalah protan, namun hanya ditemukan pada kelompok PDR dengan jumlah 1 (3,2%) mata.

Analisis Diferensial

Penelitian ini menggunakan total sampel sebesar 62 mata yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu retinopati diabetika non-proliferatif (NPDR) dan retinopati diabetika proliferasif (PDR) dengan jumlah sampel masing-masing kelompok sebanyak 31 mata. Setiap kelompok dilakukan pemeriksaan skor buta warna dengan menggunakan alat *Farnsworth Munsell 18 hue test*. Data deskriptif hasil skor buta warna dari setiap kelompok subjek penelitian ditampilkan pada tabel berikut.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan skor buta warna antara pasien retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasif. Perbedaan skor buta warna ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Perbedaan rerata skor buta warna PDR dan NPDR

	NPDR	PDR	Beda rerata	P
Skor Buta Warna	563,7±154,3;	841,6±212,9;	277,9	0,000*
Rerata±SB; median (min-maks)	543(258-783)	910(463-1162)		

*Uji t tidak berpasangan

Pada tabel 2 tampak adanya perbedaan rerata skor buta warna pada pasien retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasif sebesar 277,9. Berdasarkan hasil uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov didapatkan nilai $p > 0,05$, yang berarti distribusi data normal. Oleh karena itu, data dianalisis dengan menggunakan uji parametrik t tidak berpasangan. Hasil uji t tidak berpasangan didapatkan nilai $p < 0,05$ yaitu sebesar 0,00. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna antara skor buta warna pasien retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasif.

Perbedaan rerata skor buta warna pada pasien retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasif dengan atau tanpa CSME ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil skor buta warna NPDR dan PDR dengan atau tanpa CSME

Kelompok	Skor Buta Warna (Rerata±SD;Med(min-max))	<i>p</i>
NPDR		0,011*
- Dengan CSME	623,8±127,74;637(396-783)	
- Tanpa CSME	480,3±153,2;465(258-735)	
PDR		0,951**
- Dengan CSME	827,2±241,75;831)463-1162)	
- Tanpa CSME	867,6±154,5;910(474-1038)	

*Uji t tidak berpasangan **Uji *Mann-whitney*

Tabel 3 menunjukkan hasil rerata skor buta warna pada pasien retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasif dengan atau tanpa CSME. Berdasarkan hasil uji normalitas pada kelompok NPDR dengan uji Saphiro-wilk didapatkan hasil $p > 0,005$ yang berarti distribusi data normal. Oleh karena itu, data kelompok NPDR dianalisis dengan uji parametrik t tidak berpasangan. Hasil uji t tidak berpasangan pada kelompok NPDR didapatkan nilai $p < 0,005$ yaitu 0,011. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan skor buta warna yang bermakna pada pasien NPDR dengan CSME dan tanpa CSME

Pada kelompok PDR didapatkan hasil uji normalitas dengan uji Saphiiro-wilk yaitu $p < 0,005$, sehingga data dianalisis dengan uji non-parametrik *Mann-whitney*. Hasil uji *Mann-whitney* pada kelompok PDR didapatkan nilai $p > 0,005$ yaitu sebesar 0,951. Hal tersebut menunjukkan terdapat perbedaan skor yang tidak bermakna pada pasien retinopati diabetika proliferasif dengan dan tanpa CSME

Hal ini sesuai dengan penelitian Bresnick dkk yang menyatakan bahwa kemampuan penglihatan dan diskriminasi warna pada penderita retinopati diabetika dapat memburuk seiring dengan meningkatnya derajat retinopati diabetika yang diderita.^{6,31,32}

Gangguan penglihatan dan diskriminasi warna disebabkan oleh adanya peningkatan kadar superoksida dan *reactive oxygen species* (ROS) yang berperan penting dalam patogenesis retinopati diabetika pada penderita diabetes. Stres oksidatif dapat menyebabkan inflamasi dan kerusakan vaskular pada retina mata sehingga dapat mempengaruhi keadaan sel pigmen kerucut yang berperan penting dalam penglihatan warna. Beberapa studi penelitian menunjukkan adanya peningkatan capcase-3 dan atrofi fotoreseptor pada retina sehingga lapisan retina yang terdiri dari sel pigmen kerucut dan batang mengalami penipisan yang disebabkan oleh adanya peningkatan jumlah apoptosis sel dan fotoreseptor.³¹

Derajat retinopati diabetika dibedakan menjadi dua, yaitu retinopati diabetika non-proliferatif dan retinopati diabetika proliferasi. Retinopati diabetika non proliferasi terbagi dalam 3 derajat yaitu derajat ringan, sedang dan berat.^{16,17,18} Perbedaan pada derajat retinopati diabetika proliferasi dapat dilihat dari terbentuknya pembuluh darah baru pada retina, sedangkan pada retinopati diabetika non-proliferasi ditandai dengan adanya mikroaneurisma dan eksudat tanpa adanya pembentukan pembuluh darah baru kecuali pada derajat yang sudah sangat buruk.^{18,24}

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor buta warna pada retinopati diabetika non proliferasi yang disertai dengan CSME memiliki skor yang lebih buruk dibandingkan dengan kelompok tanpa CSME. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Bresnick dkk bahwa keadaan CSME dapat memperburuk kemampuan penglihatan dan diskriminasi warna karena makula terdiri dari fotoreseptor yang berperan dalam penglihatan dan diskriminasi warna.^{31,32}

Pada kelompok PDR dilakukan uji analisis non-parametrik *Mann-whitney* dan didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan skor buta warna yang bermakna antara pasien retinopati diabetika proliferasi dengan CSME dan tanpa CSME. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti usia dan adanya eksudat serta pembuluh darah baru.³⁴ Sesuai dengan penelitian Currie dkk yang menyatakan bahwa kemampuan penglihatan dan diskriminasi warna akan berkurang seiring dengan bertambahnya usia.³⁵ Hal ini terjadi karena proses penuaan salah satunya dapat disebabkan oleh degenerasi pada lensa sehingga terjadi penguningan lensa akibat akumulasi pigmen kuning yang dapat mengganggu dalam proses diskriminasi warna. Selain itu, proses penuaan juga mempengaruhi keadaan retina sehingga menyebabkan penurunan sensitivitas kontras dan gangguan pada epitel pigmen retina yang berperan penting pada fungsi sel kerucut dalam penglihatan warna.³⁵

Selain usia, keadaan klinis pada retinopati diabetika proliferasi yang sudah parah juga dapat mempengaruhi fungsi penglihatan dan diskriminasi warna. Sesuai dengan penelitian Fong dkk yang menyatakan bahwa keparahan gangguan dalam penglihatan dan diskriminasi warna dapat dipengaruhi oleh adanya pembuluh darah baru yang abnormal serta eksudat yang terjadi pada pasien retinopati diabetika proliferasi.³¹

Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi hasil yaitu terbatasnya jumlah data yang dibandingkan karena tidak seimbang jumlah sampel data retinopati diabetika proliferasi dengan CSME dan tanpa CSME yang dianalisis. Selain itu, kondisi pencahayaan saat

pemeriksaan yang berbeda karena lokasi pemeriksaan yang berbeda-beda juga dapat mempengaruhi hasil skor buta warna.

Hukum Kollner menyatakan bahwa gangguan penglihatan warna terbagi menjadi dua, yaitu gangguan penglihatan merah-hijau dan biru-kuning. Gangguan penglihatan warna merah-hijau terjadi pada lesi saraf optik ataupun jalur penglihatan, sedangkan gangguan penglihatan warna biru-kuning dapat terjadi akibat kelainan epitel sensori retina atau lapis kerucut dan batang retina.^{12,13} Hasil pemeriksaan buta warna pada penelitian ini menunjukkan tipe buta warna yang terjadi pada sebagian besar mata pada kelompok retinopati diabetika non-proliferasif dan retinopati diabetika proliferasif adalah tipe tritan

Tipe buta warna tritan dan tetartan merupakan gangguan penglihatan warna pada axis biru-kuning. Tipe buta warna tritan sulit membedakan warna kuning-hijau dengan abu-abu, sedangkan tipe buta warna tetartan sulit membedakan warna kuning atau hijau dengan abu-abu.^{12,13,28} Hasil ini sesuai dengan beberapa studi penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya bahwa pada sebagian besar penderita retinopati diabetika dapat terjadi gangguan penglihatan warna tritan, yaitu warna biru-kuning.^{2,32}

Studi penelitian yang dilakukan Verriest dkk menyatakan bahwa penderita diabetes dapat mengalami gangguan penglihatan warna pada aksis biru-kuning atau tritanopia.² Penelitian yang dilakukan oleh Galal M Ismail juga menyatakan bahwa pada pasien retinopati diabetika akan mengalami penurunan kemampuan dalam penglihatan warna aksis biru-kuning dan hijau-biru. Hal tersebut disebabkan oleh rusaknya fotopigmen *S-cone* secara selektif yang berperan dalam penglihatan warna biru-kuning.³² Penelitian yang dilakukan oleh Nam-Chun Cho dkk membuktikan bahwa *Selective S-cones fragility* mengakibatkan adanya penurunan kepadatan *S-cones* yang lebih significant dibandingkan dengan L- dan M-cone sehingga gangguan penglihatan warna biru-kuning menjadi lebih dominan dibandingkan dengan gangguan penglihatan warna lain.^{31,32}

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pasien retinopati diabetika non-proliferasif memiliki rerata skor buta warna sebesar $563,7 \pm 154,33$ dengan rentang skor 258 – 783, sedangkan pasien retinopati diabetika proliferasif memiliki rerata skor buta warna sebesar $841,6 \pm 212,99$ dengan rentang skor 463-1162. Terdapat perbedaan skor buta warna pada pasien retinopati diabetika non-proliferasif

dan retinopati diabetika proliferasif yang signifikan. Tipe buta warna yang terjadi pada sebagian besar pada retinopati diabetika non-proliferasif maupun retinopati diabetika proliferasif adalah tipe buta warna tritanopia atau biru-kuning.

Saran

Perlu dilakukan penelitian mengenai perbedaan skor buta warna pada tiap derajat retinopati diabetika non-proliferasif, yaitu derajat ringan, sedang dan berat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sumual HJG, Ilmu B, Mata K, Rsup BLU, Kandou PRD. Kecenderungan penderita retinopati diabetik 2. 2014;2.
2. Wolff BE, Schneck ME, Dhamdhare K, Harrison WW, Barez S, Adams AJ. Color vision and neuroretinal function in diabetes. 2014.
3. Oftalmologi J, Vol I, Hal A, Oftalmologi J, Vol I, Surabaya RSUS. Gambaran retinopati diabetik pada kunjungan pertama penderita diabetes melitus di unit rawat jalan mata rsu dr. soetomo surabaya. 2010;5(2).
4. Kitriastuti M. Gambaran Retinopati Diabetik pada Kunjungan Pertama Penderita Diabetes Melitus di Unit Rawat Jalan Mata RSU DR. Soetomo Surabaya. 2007:147-155.
5. Al Saeidi R, Kernt M, Kreutzer TC, Rudolph G, Neubauer AS, Haritoglou C. Quantitative computerized color vision testing in diabetic retinopathy: A possible screening tool? *Oman J Ophthalmol*. 2013;6(Suppl 1):S36-S39.
6. Bresnick GH, Condit RS, Palta M, Korth K, Groo A, Syrjala S. Association of Hue Discrimination Loss and Diabetic Retinopathy. 2015.
7. Gella L, Raman R, Kulothungan V, Pal SS. Impairment of Colour Vision in Diabetes with No Retinopathy : Sankara Nethralaya Diabetic Retinopathy Epidemiology and Molecular Genetics Study (SNDREAMS- II , Report 3). 2015;04:1-9.
8. Informatics AM. Diagnosis System for Diabetic Retinopathy to Prevent Vision. 2013;33(3):1-11.
9. Roy MS, Frcs C. Color Vision Defects in Early Diabetic Retinopathy. 2015;(C).
10. Grauslund J, Green A, Sjølie AK. Prevalence and 25 year incidence of proliferative retinopathy among Danish type 1 diabetic patients; 2009.
11. Pseudocode J. Aplikasi tes buta warna dengan metode isihara pada. 2014;1:51-59.
12. Kuntjoro K, Halim Y, Internship D, Fakultas A, Universitas K, Atma K. Patofisiologi

- dan Diagnosis Buta Warna. 2014;41(4):268-271.
13. Agusta S, Mulia T, Sidik M, et al. Instrumen Pengujian Buta Warna Otomatis. 2012;3(1):15-22.
 14. Gualtieri M, Feitosa-santana C, Lago M, Nishi M, Fix D. Early visual changes in diabetic patients with no retinopathy measured by color discrimination and electroretinography. 2013:227-234.
 15. Andrade LCO, Souza GS, Maria E, et al. Influence of retinopathy on the achromatic and chromatic vision of patients with type 2 diabetes. 2014:1-10.
 16. American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course: Section 12: Retina and Vitreous. California: American Academy of Ophthalmology; 2015.
 17. Sitompul R. Retinopati Diabetik. 2011;(Dm):337-341.
 18. Ilyas S, Sri Rahayu Y. *Ilmu Penyakit Mata*. 5th ed. Badan Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2014.
 19. Gardner TW. Diabetic Retinopathy. 2012.
 20. Gardner TW, Antonetti DA, Barber AJ, Lanoue KF, Levison SW. Diabetic Retinopathy : More Than Meets the Eye. 2002;47(December):253-262.
 21. Tarr JM, Kaul K, Chopra M, Kohner EM, Chibber R. Pathophysiology of Diabetic Retinopathy. 2013;2013.
 22. Thomas A, Armando G. Diabetic retinopathy and diabetic macular edema : Pathophysiology , screening , and novel therapies. 2003.
 23. Diabetic D. Retinopathy Viewed Neurosensory Disorder Diabetic. 2015.
 24. Nasution K. Deteksi Dini Retinopati Diabetik di Pelayanan Primer Indonesia , Mungkinkah ? 2008:307-309.
 25. Chang J, Garg NK, Lunde E, Han K, Jain S, Azar DT. MAJOR REVIEW Corneal Neovascularization : An Anti-VEGF Therapy Review. *Surv Ophthalmol*. 2012;57(5):415-429.
 26. Murray IJ, Parry NRA, Mckeefry DJ. Sex-related differences in peripheral human color vision : A color matching study. 2016;12(2016):1-10.
 27. Gupta A, Laxmi G, Nittala MG, Raman R. Structural and functional correlates in color vision deficiency. *Eye*. 2011;25(7):909-917.
 28. Siregar NH. Buta warna. 2014.
 29. Congenital F, Color A, Defects V. Roth 28 Color Test Instructions Introduction Roth 28 Color Test Pre-test Considerations. 2015;3:1-7.

30. Christiana. Perbedaan Ketebalan Lapisan Serabut Saraf Retina dan Skor Kesalahan Total Buta Warna pada Glaukoma Sudut Terbuka Primer Derajat Sedang dan Berat. 2011.
31. Kern TS, Berkowitz BA. Photoreceptors in diabetic retinopathy. 2015;6(4):371-380.
32. Cho N, Poulsen GL, Hoeve JN Ver, Nork TM. Selective Loss of S-Cones in Diabetic Retinopathy. 2015;118.
33. Green FD, Ghafour IM, Allan D, Barrie T, Mcclure E. Colour vision of diabetics. 1985:533-536.
34. Shin YJ, Park KH, Hwang J-M, et al. A Novel Color Vision Test for Detection of Diabetic Macular Edema. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55:25-32
35. Salvi SM, Akhtar S, Z Currie. Ageing Changes in The Eye. *Postgrad Med J*. 2006;82:581-587
36. Wolff BE, Bearnse MA, Schneck ME, Dhamdhare K, Harrison WW, Barez S, Adams AJ. Colour Vision and Neuroretinal Function in Diabetes. *Documenta Ophthalmologica*.2015;130(2):131-139