



Efektivitas Perangkat dan Alat Bantu Penglihatan Warna untuk Pasien Buta Warna

Petra Irfanya Mutiara Kartika, Antonia Kartika Indriati
Pusat Mata Nasional Rumah Sakit Mata Cicendo, Bandung, Indonesia

ABSTRAK

Pendahuluan: Buta warna atau defisiensi penglihatan warna adalah kelainan mata yang dapat menurunkan kualitas hidup penderitanya. Beberapa tahun terakhir, lensa kontak berwarna (*tinted contact lens*) telah diteliti sebagai alat yang berpotensi mengoreksi buta warna. **Metode:** Tinjauan ini bertujuan untuk mengidentifikasi efektivitas penggunaan alat bantu dan perangkat buta warna pada pasien buta warna sebagai alternatif untuk meningkatkan kualitas hidupnya. Penelusuran artikel melalui *database* elektronik Google Scholar dan PubMed dengan kata kunci "*color vision deficiency device*", "*color blindness device*", dan "*color vision deficiency management*". Kriteria inklusi meliputi artikel yang dipublikasikan antara tahun 2018-2023, teks lengkap, ditulis dalam Bahasa Inggris, kesesuaian judul dengan abstrak, serta kesahihan metode penelitian. **Hasil:** Pencarian literatur menemukan 98 artikel, dan sebanyak 8 artikel sesuai kriteria inklusi. Hasil analisis menunjukkan bahwa perangkat dan alat bantu buta warna memberikan persepsi dan interpretasi warna baru bagi para penderita buta warna secara subjektif, namun efektivitasnya secara objektif tidak signifikan. **Simpulan:** Pentingnya kesadaran masyarakat terhadap buta warna dan pentingnya pengembangan teknologi alat bantu dan perangkat buta warna yang lebih efektif. Masih diperlukan pengembangan lebih lanjut perangkat dan alat bantu buta warna.

Kata Kunci: Alat bantu buta warna, buta warna, perangkat buta warna.

ABSTRACT

Introduction: Color blindness, or color vision deficiency, is an eye condition that can reduce quality of life. The last few years, tinted contact lenses have been researched as a potential tool for correcting color blindness. **Methods:** This review aims to identify the effectiveness of color blindness aids and devices for patients with color vision deficiency as an alternative to enhance their quality of life. Article searches were conducted through electronic databases Google Scholar and PubMed using the keywords "*color vision deficiency device*," "*color blindness device*," and "*color vision deficiency management*." Inclusion criteria included articles published between 2018-2023, full texts, writing in English, alignment of titles with abstracts, and validity of research methods. **Results:** The literature search yielded 98 articles; 8 articles met the inclusion criteria. Analysis of these 8 articles showed that color blindness devices and aids provide subjective new color perception and interpretation for color-blind individuals, but the objective effectiveness of these tools was not significant. **Conclusion:** The importance of public awareness of color blindness and the importance of developing more effective color-blind tools and devices. Further research is needed to develop color blindness devices and aids. **Petra Irfanya Mutiara Kartika, Antonia Kartika Indriati. The Effectiveness of Color Blindness Aids and Devices for Patients with Color Vision Deficiency.**

Keywords: Color blindness aids, color blindness, color blindness devices.



Cermin Dunia Kedokteran is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PENDAHULUAN

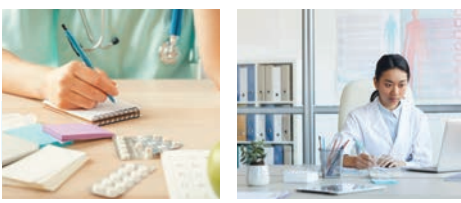
Terdapat 2 jenis sel yang menangkap cahaya di retina, yaitu sel batang dan kerucut. Sel batang sangat sensitif terhadap cahaya, berbentuk silindris, dan tidak terdapat di sentral fovea. Sel kerucut mendeteksi warna dan terkonsentrasi di bagian sentral fovea. Ada 3 jenis sel kerucut untuk menangkap warna merah, hijau, dan biru. Otak menangkap impuls dari sel kerucut untuk menentukan persepsi warna. Trikromat adalah istilah untuk penglihatan

warna normal. Buta warna atau defisiensi penglihatan warna terjadi jika mata tidak dapat melihat warna secara normal; seseorang tidak dapat membedakan beberapa warna. Buta warna bisa terjadi ketika satu atau lebih sel kerucut warna absen, tidak berfungsi, atau mendeteksi warna yang berbeda dari yang semestinya. Buta warna berat terjadi saat tidak terdapat ketiga sel kerucut pada mata. Buta warna ringan terjadi jika ketiga sel kerucut ada, tetapi satu sel kerucut tidak berfungsi

baik dan mendeteksi warna berbeda dari yang semestinya. Beberapa orang dengan buta warna ringan bisa melihat warna secara normal dalam pencahayaan yang baik, tetapi mengalami kesulitan jika cahaya redup. Kekurangan atau gangguan melihat warna sering dikenal dengan buta warna atau *color vision deficiency* (CVD).^{1,2}

Buta warna dibagi menjadi buta warna kongenital dan buta warna yang didapat

Alamat Korespondensi email: irfanyapetra@gmail.com



(*acquired*). Buta warna kongenital lebih umum. Bentuk buta warna yang paling parah adalah akromatopsia, yaitu jika segala sesuatu terlihat sebagai bayangan abu-abu. Akromatopsia biasanya memengaruhi kedua mata, dan menetap sepanjang hidup. Buta warna yang paling umum adalah buta warna merah-hijau dan buta warna biru-kuning. Tidak terdapatnya fotoreseptor gelombang panjang (L) untuk mendeteksi warna merah disebut protanopia, disebut protanomali jika fotoreseptor merah ada namun tidak berfungsi normal. Tidak terdapatnya fotoreseptor gelombang sedang (M) untuk mendeteksi warna hijau, atau ada, namun tidak berfungsi normal, disebut deutanopia/deutanomali. Tritanopia/tritanomali adalah absennya fotoreseptor gelombang pendek (S) atau ketidaknormalan fungsi fotoreseptor biru.^{3,4}

Buta warna tidak memengaruhi tajam penglihatan, kecuali pada kasus akromatopsia. Akromatopsia sering berkaitan dengan ambliopia, fotofobia, dan visus buruk. Pria lebih berisiko lahir dengan buta warna daripada wanita. Diperkirakan 1 dari 10 laki-laki memiliki beberapa bentuk defisiensi warna. Kondisi lain yang dapat meningkatkan risiko defisiensi warna *acquired*, yaitu glaukoma, diabetes, degenerasi makula, penyakit Alzheimer, penyakit Parkinson, alkoholisme kronis,

leukemia, dan anemia sel sabit. Beberapa obat juga dapat menyebabkan buta warna seperti *hydroxychloroquine* dan *ethambutol*.⁵

Buta warna didiagnosis melalui serangkaian uji buta warna. Tidak ada pengobatan untuk buta warna kongenital padahal kondisi buta warna sangat memengaruhi kualitas hidup penderitanya. Beberapa pilihan perangkat dapat membantu penderita buta warna untuk membedakan warna, seperti kacamata dan lensa kontak khusus yang diberi warna (*tinted contact lenses*). Perangkat buta warna memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas hidup mereka. Inovasi bidang alat bantu dan perangkat buta warna terus berkembang seiring perkembangan teknologi, namun belum benar-benar terbukti dapat membantu penderita untuk melihat warna seperti mata normal. Penelaahan literatur ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan perangkat dan alat bantu buta warna.⁶⁻⁸

METODE

Telaah literatur dilakukan dengan mencari artikel melalui *database* elektronik Google Scholar dan PubMed, dengan kata kunci "*color vision deficiency devices*," "*color blindness devices*" dan "*color vision deficiency management*". Kriteria inklusi adalah artikel yang dipublikasikan antara tahun 2018-2023, ditulis

dalam Bahasa Inggris, memiliki judul sesuai dengan topik yang dibahas, dan memiliki metode penelitian yang sah. Kriteria eksklusi meliputi artikel tanpa teks lengkap dan judul tidak sesuai dengan abstrak. Pencarian literatur menggunakan *flowchart Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Guideline 2020*⁹ sebagai strategi pencarian literatur. Ditemukan 98 artikel pada pencarian literatur. Artikel duplikasi sejumlah 51 artikel, disingkirkan. Judul dan abstrak dianalisis dan yang tidak sesuai dieliminasi. Sebanyak 37 artikel memiliki kesesuaian judul dan abstrak. Setelah membaca teks lengkap didapatkan 17 artikel yang relevan. Setelah analisis metode dan hasil lebih lanjut sebanyak 9 artikel dikeluarkan. Delapan artikel dengan metode yang *eligible* diekstraksi ke dalam tabel untuk kemudian dibahas dan disimpulkan yang dijelaskan pada **Skema**.

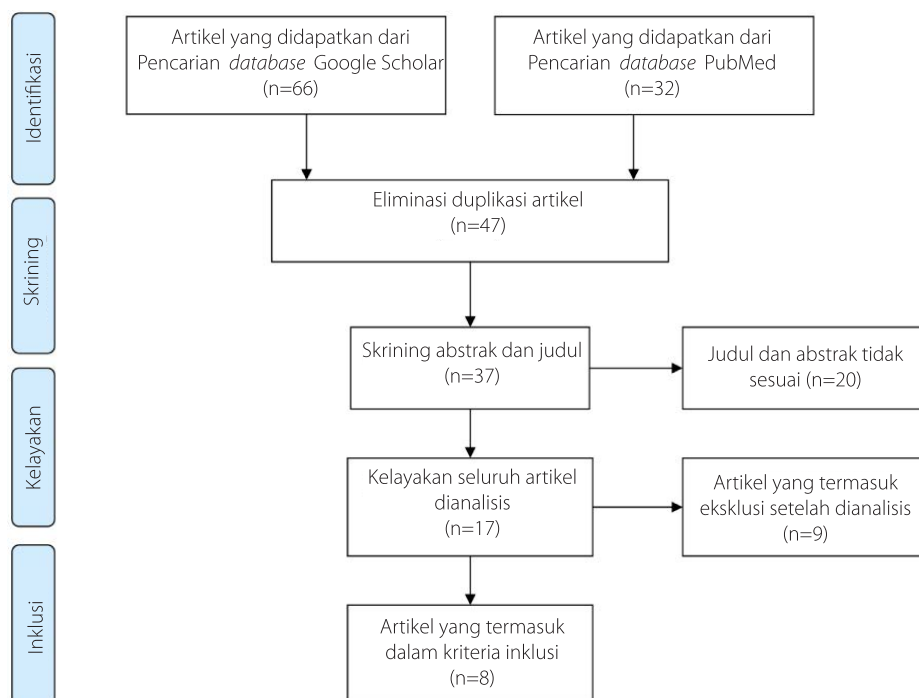
HASIL

Ringkasan 8 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi, dapat dilihat pada **Tabel**.

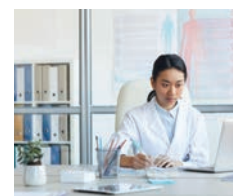
PEMBAHASAN

Penelitian retrospektif dilakukan Hathiabelagal, *et al*, pada 191 pasien buta warna kongenital tanpa disertai patologi mata lain yang dapat memengaruhi penglihatan warna, dalam usia produktif, yaitu 18-35 tahun. Sebagian besar pasien adalah laki-laki (99%). Mayoritas penderita buta warna mengetahui penyakitnya pada usia 20 tahun atau lebih. Setidaknya seperempat pasien pernah ditolak dari berbagai pekerjaan seperti angkatan bersenjata, kepolisian, dan pilot akibat buta warna yang dideritanya. Pasien yang diperiksa lebih lanjut untuk mengetahui secara spesifik klasifikasi gangguan penglihatan warna (protan/deutan) hanya 2%. Hanya 4% pasien yang mencari pertolongan dan menggunakan alat bantu untuk buta warna seperti *tinted contact lens*. Hasil ini menegaskan perlunya kesadaran dan dukungan masyarakat bagi penderita buta warna untuk memfasilitasi integrasi sosial dan partisipasi dalam kegiatan sehari-hari. Peningkatan kesadaran tentang akromatopsia dan pentingnya perangkat bantu visual yang tepat dapat membantu meningkatkan kualitas hidup individu dengan kondisi ini.¹⁰

Gómez-Robledo, *et al*, mempelajari efek penggunaan *EnChroma glasses* sebagai alat bantu untuk buta warna pada 48 pasien buta



Skema. Diagram *flow literature review* berdasarkan PRISMA.



warna. Pada seluruh pasien dilakukan 3 tes buta warna, yaitu Ishihara, Fansworth-Munsell 100 Hue, dan *anomaloscope*. Ketiga tes buta warna tersebut diujikan kembali setelah pasien menggunakan *EnChroma glasses* dengan waktu adaptasi 30 menit. Pemeriksaan sebelum dan sesudah penggunaan *EnChroma glasses* diberi jarak selama 2 minggu untuk meminimalisir efek memori. Penelitian serupa dilakukan oleh Pattie, *et al*, untuk menilai efektivitas penggunaan *EnChroma glasses*, namun lebih spesifik pada penderita buta warna merah-hijau kongenital, dengan jumlah subjek pada penelitian adalah 86 pasien. Tes buta warna Ishihara dan FM 100 Hue dilakukan sebanyak 2 kali, sebelum dan sesudah penggunaan *EnChroma glasses* dengan waktu adaptasi 30 menit. Kedua studi menyatakan bahwa penggunaan *EnChroma glasses* tidak memperbaiki penglihatan warna secara signifikan. Secara objektif, melalui hasil statistik *pre-* dan *post-study*, tes buta warna tidak mengalami peningkatan setelah adaptasi penggunaan *EnChroma glasses*. Secara subjektif pasien dapat membedakan beberapa warna berdasarkan perbedaan kontras dengan benda di sekitarnya, tetapi pasien tetap tidak dapat melihat warna seperti mata normal atau trikromat. Kedua studi ini menunjukkan adanya peningkatan interpretasi warna dengan penggunaan alat bantu untuk buta warna meskipun belum

signifikan dan maksimal.^{11,12}

ChromaGen contact lens (CCL) adalah alat bantu penglihatan warna lain yang banyak digunakan oleh masyarakat umum. Ilhan, *et al*, melakukan studi pada 25 laki-laki buta warna merah-hijau kongenital. Pemeriksaan tajam penglihatan dengan *Snellen chart* untuk jarak jauh dan *Turkey near reading sight* dilakukan sebelum dan sesudah penggunaan CCL. Tes penglihatan warna Ishihara dan Hardy-Rand-Rittler juga dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan CCL. Ada 3 jenis CCL yang digunakan yaitu Magenta 2, Magenta 3, dan Violet 3. Seluruh pemeriksaan dilakukan pada pukul 12.00-18.00 dengan pencahayaan alami yang serupa. Studi ini menyimpulkan terdapat peningkatan kemampuan membedakan warna secara subjektif, terutama setelah penggunaan CCL Magenta 2 dan Magenta 3 pada pasien buta warna kongenital merah-hijau. Secara objektif melalui pemeriksaan tes buta warna sebelum dan sesudah penggunaan Magenta 2 dan Magenta 3, penglihatan warna pada subjek penelitian tidak meningkat secara signifikan. Studi ini juga menyatakan adanya kelemahan dari penggunaan CCL, yaitu berkurangnya tajam penglihatan jarak jauh dan jarak dekat, serta mengurangi sensitivitas kontras pada beberapa frekuensi spasial. Ilhan, *et al*, melakukan studi lanjutan mengenai efek CCL terhadap kejernihan kornea

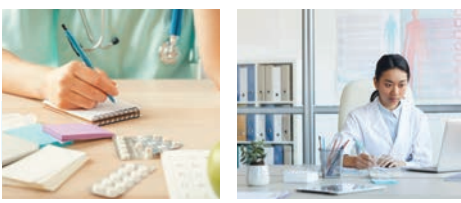
penggunanya pada 22 pasien buta warna kongenital merah-hijau. Densitas kornea dinilai sebelum dan sesudah menggunakan CCL selama 2 jam. Hasil studi ini menunjukkan peningkatan densitas kornea secara signifikan setelah penggunaan CCL selama 2 jam karena penggunaan CCL dapat menyebabkan edema kornea.^{13,14}

Penggunaan *tinted contact lens* dapat membantu penderita buta warna. Kartika, *et al*, melaporkan kasus laki-laki yang menjalani seleksi akademi kepolisian. Sebelumnya, ia telah diperiksa untuk CVD dan hasilnya normal, namun ketika diuji ulang, ditemukan bahwa ia memiliki CVD. Hasil pemeriksaan Roth 28 Hue Test menunjukkan buta warna *unspecified* mata kanan dan deuteranopia mata kiri. Saat pemeriksaan *slit lamp* ditemukan pasien menggunakan *red-tinted contact lens* pada mata kanan, ditemukan juga pasien menggunakan masker khusus dengan filter merah transparan. Pasien diminta melepas lensa kontak dan masker, ternyata didapatkan deuteranopia pada kedua mata.¹⁵

Kacamata filter *cutoff short-wave* adalah alat bantu buta warna lainnya. Hilmers, *et al*, melakukan studi yang melibatkan 14 pasien tanpa buta warna (sebagai kelompok kontrol) dan 14 pasien buta warna akromatopsia. Studi ini melaporkan penilaian ketajaman

Tabel. Hasil telaah literatur.

No	Penulis	Tahun	Judul	Level of Evidence	Design Study
1	Hathibelagal, <i>et al.</i> ¹⁰	2022	Implications of inherited color vision deficiency on occupations: A neglected entity!	3	Studi kohort retrospektif
2	Gómez-Robledo, <i>et al.</i> ¹¹	2018	Do EnChroma glasses improve color vision for colorblind subjects?	4	<i>Pre- and poststudy design</i>
3	Pattie, <i>et al.</i> ¹²	2022	Do EnChroma glasses improve performance on clinical tests for red-green color deficiencies?	4	<i>Pre- and poststudy design</i>
4	Ilhan, <i>et al.</i> ¹³	2019	The effect of the ChromaGen contact lens system on visual performance	4	<i>Uncontrolled cohort study</i>
5	Ilhan, <i>et al.</i> ¹⁴	2022	The Effect of ChromaGen Contact Lenses on Corneal Clarity: A Corneal Densitometry	4	<i>Uncontrolled cohort study</i>
6	Kartika, <i>et al.</i> ¹⁵	2022	Masking Colour Blindness: A Case Report	4	Laporan kasus
7	Hilmers, <i>et al.</i> ¹⁶	2023	The VA-CAL Test Quantifies Improvement of Visual Acuity in Achromatopsia by Means of Short-Wave Cutoff Filter Glasses in Daily Living Conditions	3	<i>Case control study</i>
8	Sutton, <i>et al.</i> ¹⁷	2022	Computational Glasses: Vision Augmentations Using Computational Near-Eye Optics and Displays	N/A	<i>Prototype, innovation</i>



penglihatan dan kontras sehari-hari pasien akromatopsia lebih dapat diandalkan pada kondisi luminansi dengan tes VA-CAL. Studi ini menunjukkan adanya peningkatan ketajaman penglihatan dengan koreksi terbaik pasien akromatopsia yang menggunakan kacamata filter *cutoff short-wave*.¹⁶

Sebuah inovasi dilaporkan oleh Sutton, *et al*, yaitu kacamata komputasi berbasis *augmented reality* (AR). Perangkat komputer dikemas sangat kecil, sehingga memungkinkan inovasi kacamata memuat program komputer yang dapat membantu pasien buta warna untuk menginterpretasi warna. Penelitian ini terinspirasi dari Samsung Relumino yang merupakan alat bantu pasien *low-vision*. Kacamata berbasis komputer ini masih dikembangkan dan diharapkan dapat menjadi

pilihan alat bantu buta warna. Kesulitan sistem kacamata berbasis komputer ini adalah proses kalibrasi alat, diperlukan pengembangan sistem kalibrasi yang terverifikasi, dan terbukti berhasil agar teknologi ini dapat menjadi pilihan yang lebih praktis dan efektif.¹⁷

Dari telaah literatur didapatkan berbagai jenis alat bantu buta warna yang sudah tersedia di masyarakat ataupun yang masih dikembangkan, meliputi kacamata filter warna, lensa kontak yang diwarnai (*tinted contact lens*), dan kacamata berbasis komputer yaitu aplikasi perangkat lunak AR (*augmented reality*). Setiap alat bantu memiliki kekurangan dan kelebihan. Studi penggunaan kacamata dengan filter khusus menunjukkan bahwa meskipun ada peningkatan subjektif dalam interpretasi warna, secara objektif alat

tersebut tidak memperbaiki kemampuan melihat warna secara signifikan. Hal serupa pada penggunaan *tinted contact lens*, terdapat peningkatan kemampuan membedakan warna, tetapi juga disertai dengan penurunan ketajaman penglihatan dan sensitivitas kontras. Perlu penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih besar dan waktu pemantauan yang lebih lama untuk lebih memahami efek jangka panjang penggunaan alat bantu buta warna.

SIMPULAN

Studi-studi di atas menyoroti pentingnya kesadaran masyarakat terhadap buta warna dan pentingnya pengembangan teknologi alat bantu dan perangkat buta warna yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Marechal M, Delbarre M, Berguiga M, Benisty D, Froussart-Maille F. Dyschromatopsies hereditaires: Physiologie, classification, diagnostic et application a l'aeronautique [Hereditary color vision deficiency: Physiology, classification, diagnosis and application to aeronautics]. *J Fr Ophthalmol*. 2019;42(2):177-88. DOI: 10.1016/j.jfo.2018.05.018.
2. Blumer JU. View from the pyramids: Color blindness. *AAO J*. 2020;30(3):5-5. DOI: 10.53702/2375-5717-30.3.5.
3. Simunovic MP. Acquired color vision deficiency. *Surv Ophthalmol*. 2016;61(2):132-55. DOI: 10.1016/j.survophthal.2015.11.004.
4. Lee SH, Chin HS, Jung JW. Evaluation of the cone contrast sensitivity test in normal eyes and those with congenital color blindness. *J Kor Ophthalmol Soc*. 2021;62(2):273-9. DOI: 10.3341/jkos.2021.62.2.273.
5. Moudgil T, Arora R, Kaur K. Prevalance of colour blindness in children. *Internat J Med Dental Sci*. 2016;5(2):1252-8. DOI: 10.19056/ijmidsjssmes/2016/v5i2/100616.
6. Ilhan C, Sekeroglu MA, Doguizi S, Yilmazbas P. Contrast sensitivity of patients with congenital color vision deficiency. *Int Ophthalmol*. 2019;39:797-801. DOI: 10.1007/s10792-018-0881-7.
7. Ozates S, Sekeroglu MA, Ilhan C, Doguizi S, Yilmazbas P. Depth perception in patients with congenital color vision deficiency. *Eye (Lond)*. 2019;33(4):674-8. DOI: 10.1038/s41433-018-0292-z.
8. Peihong W, Li O, Zhaohui L, Liang J. Study on color sensitivity and color discrimination in normal and congenital color vision deficiency. *Ophthalmology in China*. 2022;31(6):419. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2022.06.003.
9. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71. DOI: 10.1136/bmj.n71.
10. Hathibelagal AR. Implications of inherited color vision deficiency on occupations: A neglected entity! *Indian J Ophthalmol*. 2022;70(1):256-60. DOI: 10.4103/ijo.IJO_1100_21.
11. Gomez-Robledo L, Valero EM, Huertas R, Martinez-Domingo MA, Hernandez-Andres J. Do EnChroma glasses improve color vision for colorblind subjects? *Opt Express*. 2018;26(22):28693-703. DOI: 10.1364/OE.26.028693.
12. Pattie C, Aston S, Jordan G. Do EnChroma glasses improve performance on clinical tests for red-green color deficiencies? *Opt Express*. 2022;30(18):31872-88. DOI: 10.1364/OE.456426.
13. Ilhan C, Sekeroglu MA, Doguizi S, Yilmazbas P. The effect of the ChromaGen contact lens system on visual performance. *Clin Exp Optom*. 2020;103(4):507-12. DOI: 10.1111/cxo.13011.
14. Ilhan C, Sekeroglu MA, Doguizi S, Yilmazbas P. The effect of ChromaGen contact lenses on corneal clarity: A corneal densitometry. *Beyoglu Eye J*. 2022;7(2):89-94. DOI: 10.14744/bej.2022.20082.
15. Kartika A, Indrawati RP, Kartiwa A, Sari RH, Ginting DV, Yollamanda P. Masking colour blindness: A case report. *Neuroophthalmology*. 2023;47(1):25-8. DOI: 10.1080/01658107.2022.2086582.
16. Hilmers J, Bach M, Stingl K, Zrenner E, Straßer T. The VA-CAL test quantifies improvement of visual acuity in achromatopsia by means of short-wave cutoff filter glasses in daily living conditions. *Translat Vis Sci Technol*. 2023;12(6):20. PMID: 37358491.
17. Sutton J, Langlotz T, Itoh Y. Computational glasses: Vision augmentations using computational near-eye optics and displays. 2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct) 2019:438-42. DOI: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2019.00050.