

**TES SKRINING BUTA WARNA DENGAN
PEMERIKSAAN APLIKASI DIGITAL “*COLOR BLIND
TEST*” SEBAGAI DETEKSI DINI PADA SANTRI
PONDOK PESANTREN AL-MUNAWWARIYYAH
MALANG**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran**



21901101070

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2023**

RINGKASAN

Firdha Arifa. Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Malang. Tes Skrining Buta Warna dengan Pemeriksaan Aplikasi Digital “*Color Blind Test*” Sebagai Deteksi Dini pada Santri Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah Malang. **Pembimbing 1:** Ariani Ratri Dewi. **Pembimbing 2:** Dewi Martha Indria.

Pendahuluan: Deteksi dini suatu penyakit banyak dipengaruhi oleh fasilitas dan tenaga kesehatan. Santri di pondok pesantren mempunyai waktu yang terbatas untuk pergi memeriksakan diri ke fasilitas kesehatan yang lengkap. Ketersediaan fasilitas kesehatan yang minim di lingkungan pondok pesantren juga dapat menghambat proses deteksi dini suatu penyakit. Penggunaan aplikasi digital *Color Blind Test* dapat menjadi alternatif untuk pemeriksaan buta warna yang lebih terjangkau, tersedia secara luas dan memiliki kemungkinan penggunaan jangka panjang. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui nilai sensitivitas dan spesifisitas pemeriksaan buta warna dengan aplikasi digital *Color Blind Test* sebelum dapat disarankan penggunaannya untuk skrining mandiri.

Metode: Penelitian ini uji skrining dengan desain penelitian *nonrandomized comparative diagnostic accuracy study* tentang pemeriksaan aplikasi digital *Color Blind Test* dengan buku Ishihara manual. Sampel penelitian yaitu santri SMP Al-Munawwariyyah kelas 1 dan 2 sebanyak 600 responden. Besar sampel dihitung dengan formula Buderer (1996) yang merupakan acuan formula untuk perhitungan uji sensitivitas dan spesifisitas. Pemeriksaan dengan buku Ishihara dilakukan terlebih dahulu yang kemudian dilanjutkan dengan aplikasi *Color Blind Test*. Hasil pemeriksaan digolongkan menjadi *true positive* (TP), *false positive* (FP), *false negative* (FN), dan *true negative* (TN). Kemudian menghitung sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif positif, nilai prediktif negatif, *likelihood ratio positive* dan *likelihood ratio negative*.

Hasil dan Pembahasan: Pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* dengan buku Ishihara menghasilkan nilai sensitivitas 85,71%, spesifisitas 95,5%, nilai prediktif positif 40,9%, nilai prediktif negatif 99,46%, *likelihood ratio positive* 19,04 dan *likelihood ratio negative* 0,149. Aplikasi digital *Color Blind Test* ini dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai skrining awal buta warna. Serta menjadi pemeriksaan alternatif yang nyaman, terjangkau dan dapat tersedia secara luas. Tetapi, kurangnya standarisasi pada alat yang digunakan untuk pemeriksaan dengan aplikasi *Color Blind Test* dapat menimbulkan ketidakseragaman hasil pemeriksaan.

Kesimpulan: Penggunaan aplikasi digital *Color Blind Test* untuk skrining dan sebagai deteksi awal buta warna dapat dipertimbangkan karena memiliki nilai sensitivitas dan spesifisitas yang baik.

Kata Kunci: Aplikasi *Color Blind Test*; Buta warna; Ishihara; Uji skrining; Sensitivitas; Spesifisitas.

SUMMARY

Firdha Arifa. Faculty of Medicine, Islamic University of Malang. Color Blind Screening Test Using Digital Application “*Color Blind Test*” as an Early Detection of Students at the Al-Munawwariyyah Islamic Boarding School. **Supervisor 1:** Ariani Ratri Dewi. **Supervisor 2:** Dewi Martha Indria.

Introduction: Early detection of a disease is heavily influenced by health facilities and personnel. Santri at Islamic boarding schools have a limited time to go for check-ups with a complete health facility. The minimal availability of health facilities in Islamic boarding schools can also hinder the process of early detection of a disease. The use of digital color-blind test applications can be an alternative for color blindness tests that are more affordable, widely available, and have high possibility value for long-term use. This study aims to determine the value of the sensitivity and specificity of color-blind testing with the digital color-blind test application before any recommendation for self-screening.

Method: This research was a screening test with a *nonrandomized comparative diagnostic accuracy study* design on examining the digital color-blind test application based on Ishihara book. The research sample was students of SMP Al-Munawwariyyah first and second grade with 600 respondents. The sample was calculated using the Buderer formula (1996) which is a reference formula for calculating sensitivity and specificity tests. Manual color-blind test using Ishihara book was carried out first, and then followed by examination using digital application “*Color Blind Test*”. Examination results are classified into *true positive* (TP), *false positive* (FP), *false negative* (FN), and *true negative* (TN). Then calculate the sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, *positive likelihood ratio* and *negative likelihood ratio*.

Results and Discussion: Examination test of the color-blind test application with Ishihara's book yielded a sensitivity value of 85.71%, a specificity of 95.5%, a positive predictive value of 40.9%, a negative predictive value of 99.46%, a *positive likelihood ratio* of 19.04 and a *negative likelihood ratio* of 0.149. This digital color-blind test application can be considered for first step as an initial screening for color blindness and also being an alternative examination that is convenient, affordable, and widely available. However, the lack of standardization of the tools used for inspection with the color-blind test application can lead to non-uniform results.

Conclusion: The use of digital color-blind test applications for screening and as early detection of color blindness can be considered because it has good sensitivity and specificity values.

Keywords: Color blind test application; Color blind; Ishihara; Screening test; Sensitivity; Specificity.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Individu yang memiliki gangguan penglihatan warna dapat menghadapi banyak masalah dengan warna di kehidupan sehari-hari apabila tidak diketahui sejak dini (Ichsan, 2022). Hal ini dapat terjadi pada usia anak sekolah, sebagian besar anak sekolah tidak menyadari kondisi penglihatan warna mereka. Buta warna atau CVD (*Color Vision Deficiency*) yang tidak terdiagnosis dapat menimbulkan kesulitan dalam menjalani kegiatan belajar bagi mereka yang terpengaruh (Woldeamanuel & Geta, 2018). Selain itu, ketidakmampuan individu dalam melihat dan membedakan warna dapat menurunkan tingkat kepercayaan diri (Kurniadi, Fauzi, & Mulyani, 2016).

Buta warna merupakan kondisi seseorang yang tidak mampu atau mengalami penurunan kemampuan untuk membedakan warna yang dilihat dalam kondisi pencahayaan normal (Woldeamanuel & Geta, 2018). Gen buta warna dibawa oleh kromosom X, sedangkan kromosom Y tidak membawa gen buta warna. Hal ini mengakibatkan adanya perbedaan genotipe antara penderita buta warna perempuan dan laki-laki (Oktarianti, Azizah, & Utami, 2022). Kejadian buta warna yang bermacam-macam menunjukkan perbedaan antara ras yang berbeda di berbagai belahan dunia yang ditempati oleh individu-individu dari etnis yang berbeda (Geletu, Muthuswamy, & Raga, 2018). Gangguan resesif terkait kromosom X yang paling umum dan mempengaruhi sebanyak 8% laki-laki dan 0,5% perempuan (Woldeamanuel & Geta, 2018).

Prevalensi pada kondisi gangguan penglihatan warna di seluruh dunia antara 2-5% dengan perbandingan antara laki-laki dan perempuan adalah 3:1 (Nusanti & Sidik, 2021). Riskesdas (2007) melaporkan bahwa di Indonesia prevalensi buta warna adalah sebanyak 7,4% dengan Jawa Timur sebesar 4,0% (Soendoro, 2008). Penelitian yang dilakukan Nusanti dan Sidik (2021) pada populasi urban di Jakarta dengan responden anak usia 6-16 tahun menghasilkan prevalensi 5,97% anak yang menderita buta warna (Nusanti & Sidik, 2021).

Di Indonesia, pengetahuan tentang buta warna di masyarakat awam sering mengalami misinformasi mengakibatkan defisitnya ilmu mengenai buta warna (Saini, Dunga, & Sulistiani, 2022). Santri dapat membedakan benda dari bentuk dan kecerahannya, kosakata warna berdasarkan pengalaman yang diajarkan mengenai istilah warna yang melekat pada objek secara konsisten. Saat kombinasi ini hilang atau diubah, baru disadari bahwa dalam beberapa hal persepsinya berbeda dari normal (Geriputri, Andari, Primayanti, Danianto, & Jumsa, 2021). Buta warna biasanya diketahui ketika seseorang menjalani pemeriksaan buta warna untuk melanjutkan pendidikan ataupun melamar pekerjaan, seperti tenaga medis, teknisi, pilot dan lainnya banyak berhubungan pada pengodean warna. Karena itu, orang yang buta warna bisa kehilangan kesempatan untuk menemukan *passion* atau karir mereka. Deteksi buta warna secara dini perlu dilakukan agar anak dapat merancang masa depannya (Kurniadi, Fauzi, & Mulyani, 2016).

Deteksi dini yang dilakukan banyak dipengaruhi oleh fasilitas dan tenaga kesehatan. Santri di pondok pesantren memiliki waktu terbatas untuk pergi memeriksakan diri ke fasilitas kesehatan yang lengkap. Ketersediaan

fasilitas kesehatan yang minim di lingkungan pondok pesantren juga dapat menghambat proses deteksi dini suatu penyakit. Upaya yang bisa dilakukan untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah penggunaan aplikasi digital (Widianingsih, Kridalaksana, & Hakim, 2010). Ketersediaan pemeriksaan buta warna berbasis aplikasi digital menggunakan *smartphone*, laptop maupun *computer* menawarkan alternatif baru untuk tes buta warna yang lebih terjangkau, tersedia secara luas, dan memiliki kemungkinan penggunaan jangka panjang. Aplikasi *Color Blind Test* dirancang sangat mirip dengan *plate* Ishihara, namun masih terdapat perbedaan antara *plate* Ishihara dan aplikasi *Color Blind Test*. Perbedaannya dapat dikaitkan dengan ukuran *plate*, kontras, kecerahan dan saturasi warna (Sorkin, et al., 2016).

Berdasarkan hasil survei pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti, pada Santri Pondok SMP Al-Munawwariyyah Malang belum pernah dilakukan pemeriksaan buta warna sebelumnya, sehingga para santri tidak mengetahui status penglihatan warna mereka normal atau mengalami kelainan buta warna. Ketersediaan aplikasi digital *Color Blind Test* (2009) yang dikembangkan oleh *MorphostLab Software* dapat diakses dengan mudah dan merupakan aplikasi tidak berbayar sehingga para santri di pondok pesantren Al-Munawwariyyah dapat mengakses pemeriksaan untuk deteksi dini buta warna tanpa perlu keluar dari lingkungan pesantren.

Penelitian yang dilakukan di pondok pesantren ini selaras dengan salah satu misi dari Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang yaitu menyebarluaskan ajaran islam *Ahlusunnah Waljama'ah* lewat bidang kedokteran serta kesehatan yang sangat relevan dengan tempat dan tujuan

penelitian ini yaitu pondok pesantren Al-Munawwariyyah yang didirikan dengan tujuan membentuk generasi qur'ani yang berakhlakul karimah serta berlandaskan ajaran islam *Ahlusunnah Waljama'ah*. Selain itu, pemeriksaan buta warna sebagai deteksi dini dapat menjadi bentuk pengabdian kepada masyarakat untuk meningkatkan derajat kesehatan pada daerah dengan pelayanan kesehatan yang kurang terjangkau.

Pemeriksaan buta warna dengan aplikasi digital *Color Blind Test* dapat disarankan penggunaannya sebagai alat skrining mandiri untuk para santri di Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah ataupun masyarakat dengan menentukan nilai sensitivitas dan spesifisitasnya terlebih dahulu. Oleh karena itu dilakukan pemeriksaan menggunakan aplikasi digital *Color Blind Test* dan pemeriksaan buta warna manual menggunakan buku Ishihara sebagai *gold standard*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

1. Bagaimana nilai sensitivitas pemeriksaan buta warna dengan menggunakan aplikasi *Color Blind Test* dibandingkan dengan pemeriksaan manual menggunakan buku Ishihara pada santri di Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah?
2. Bagaimana nilai spesifisitas pemeriksaan buta warna dengan menggunakan aplikasi *Color Blind Test* dibandingkan dengan pemeriksaan manual menggunakan buku Ishihara pada santri di Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui nilai sensitivitas pemeriksaan buta warna menggunakan aplikasi digital *Color Blind Test* dibandingkan dengan pemeriksaan buta warna manual menggunakan buku Ishihara pada santri di Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah.
2. Mengetahui nilai spesifisitas pemeriksaan buta warna menggunakan aplikasi digital *Color Blind Test* dibandingkan dengan pemeriksaan buta warna manual menggunakan buku Ishihara pada santri di Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai akurasi pemeriksaan buta warna menggunakan aplikasi digital *Color Blind Test* metode Ishihara melalui perbandingan sensitivitas dan spesifisitasnya dengan pemeriksaan buta warna manual menggunakan buku Ishihara.

1.4.2 Manfaat Praktis

Melalui uji sensitivitas dan spesifisitas pada pemeriksaan buta warna dengan aplikasi digital *Color Blind Test* dapat memberikan alternatif baru untuk pemeriksaan buta warna yang dapat digunakan secara general. Selain itu, melalui deteksi dini buta warna dengan aplikasi digital pemeriksaan buta warna diharapkan para santri dapat mengetahui kondisi penglihatan warnanya, dapat merencanakan masa depannya dan dapat meningkatkan peluangnya dalam melanjutkan pendidikan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan buta warna dengan menggunakan aplikasi *Color Blind Test* dari *MorphostLab software* menunjukkan nilai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi yaitu masing-masing sebesar 85,71% dan 95,5%, nilai prediktif positif 40,9% dan nilai prediktif negatif 99,46%, *likelihood ratio positive* (LR+) 19,04 dan *likelihood ratio negative* (LR-) 0,149. Penggunaan aplikasi *Color Blind Test* dari *MorphostLab software* untuk skrining dan sebagai deteksi awal buta warna dapat dipertimbangkan karena memiliki nilai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Aplikasi *Color Blind Test* dari *MorphostLab software* ini dinilai dapat menjadi alternatif yang nyaman, terjangkau dan dapat tersedia secara luas. Tetapi, kurangnya standarisasi pada alat yang digunakan untuk pemeriksaan dengan aplikasi *Color Blind Test* dapat menimbulkan ketidakseragaman hasil pemeriksaan.

7.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan untuk perbaikan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Melakukan evaluasi lebih lanjut dan validasi pada aplikasi ini diperlukan, termasuk perbandingan dengan uji standar emas tambahan selain Ishihara.
2. Melakukan penelitian pada individu yang pasti mengalami buta warna agar dapat lanjut ke tahap tes diagnostik.

3. Melakukan penelitian menggunakan aplikasi tes buta warna lainnya yang dapat tersedia pada *smartphone*.
4. Melakukan penelitian yang membandingkan hasil setiap *plate* Ishihara pada pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* dan *gold standard* dengan buku Ishihara.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. (2020). Review of the Color Vision Tests Currently in Use. *Journal of Ophthalmology & Visual Sciences*, 5(1), 1-7.
- Aritonang, C., Putri, S. A., & Utomo, B. (2022). The Effectiveness of Using Peek Acuity in Vision Screening for the Admission of Elementary School Students. *Bali Medical Journal*, 11(2), 671-675. doi:10.15562/bmj.v11i2.3445
- Bedmar, I. S., & Raez, P. (2019). Cohort Selection for Clinical Trials Using Deep Learning Models. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 1-8. doi:10.1093/jamia/ocz139
- Buderer, N. M. (1996). Statistical Methodology: I. Incorporating the Prevalence of Disease into the Sample Size Calculation for Sensitivity and Specificity. *Academic Emergency Medicine*, 3(9), 895-900.
- Cantor, L., Rapuano, C., & McCannel, C. (2019). *Fundamentals and Principles of Ophthalmology: Basic and Clinical Science Course. Section 2*. San Francisco: American Academy of Ophthalmology.
- Chasse, M., & Fergusson, D. (2018). Diagnostic Accuracy Studies. *Seminars in Nuclear Medicine*, 49, 87-93. doi:10.1053/j.semnuclmed.2018.11.005
- Crick, R., & Khaw, P. (2003). *A Textbook of Clinical Ophthalmology: A Practical Guide to Disorders of the Eyes and Their Management* (Third ed.). London: World Scientific.
- Dagnelie, G. (2011). *Visual Prosthetics: Physiology, Bioengineering, Rehabilitation*. USA: Springer Science.
- Dain, S., & AlMerdef, A. (2016). Colorimetric Evaluation of Iphone Apps for Color Vision Tests Based on the Ishihara Test. *Clinical and Experimental: Optometry*, 99, 264-273.

- Dhonna, A. (2022). *Buku Ajar Metodologi Penelitian Kesehatan*. Mojokerto: STIKes Majapahit Mojokerto.
- Drake, R., Vogl, W., & Mitchell, A. (2012). *Gray's Basic Anatomy*. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone.
- Eva, P., & Augsburger, J. (2018). *Vaughan & Asbury's: General Ophthalmology* (19th ed.). United States: McGraw-Hill Education.
- Fareed, M., Anwar, M., & Afzal, M. (2015). Prevalence and Gene Frequency of Color Vision Impairments Among Children of Six Populations from North Indian Region. *ScienceDirect Genes and Diseases*, 2, 211-218. doi:10.1016/j.gendis.2015.02.006
- Friedman, N., Kaiser, P., & Pineda, R. (2021). *The Massachusetts Eye and Ear Infirmary Illustrated Manual of Ophthalmology* (5th ed.). USA: Elsevier.
- Geletu, T., Muthuswamy, M., & Raga, T. (2018). Identification of Color Blindness Among Selected Primary School Children in Hararghe Region, Eastern Ethiopia. *Alexandria Journal of Medicine*, 54(4), 327-330.
- Geriputri, N. N., Andari, M. Y., Primayanti, I., Danianto, A., & Jumsa, M. (2021). Pelatihan Pemeriksaan Buta Warna pada Guru SMA/SMK. *Laporan Pengabdian Pada Masyarakat*, 3, 15-20.
- Gogtay, N., & Thatte, U. (2017). Statistical Evaluation of Diagnostic Tests (Part 1): Sensitivity, Specificity, Positive and Negative Predictive Values. *Journal of The Association of Physicians of India*, 65, 80-84.
- Goulart, P., Bandeira, M., Tsubota, D., Oiwa, N., Costa, M., & Ventura, D. (2008). A Computer-Controlled Color Vision Test for Children Based on the Cambridge Colour Test. *Visual Neuroscience*, 25, 445-450.

- Grunau, G., & Linn, S. (2018). Commentary: Sensitivity, Specificity, and Predictive Values: Foundations, Liabilities, and Pitfalls in Research and Practice. *Frontiers in Public Health*, 6, 256. doi:10.3389/fpubh.2018.00256
- Hall, J., & Guyton, A. (2019). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology* (13th ed.). (M. D. Ermita I. Ibrahim Ilyas, Ed.) Singapore: Elsevier.
- Hardani, Auliya, N. H., Andriani, H., Fardadi, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Istiqomah, R. R. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu.
- Hasrod, N., & Rubin, A. (2016). Defects of Color Vision: A Review of Congenital and Acquired Color Vision Deficiencies. *African Vision and Eye Health*, 75(1), 1-6. doi:10.4102/aveh.
- Ichsan, M. (2022). Edukasi Kesehatan Mata dan Deteksi Dini Gangguan Mata pada Santri di Pondok Pesantren. *Madago Community Empowerment for Health Journal*, 1(2), 32-39. doi:10.33860/mce.v1i2.658
- Ilyas, S., & Yulianti, S. (2013). *Ilmu Penyakit Mata* (4th ed.). Depok: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Iskandar, R. F. (2021). *Sari Kepustakaan: Biokimia Respon Visual*. Bandung: Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran.
- Juhrie, D. M. (2011). *Sari Kepustakaan: Anatomi dan Fisiologi Sel-sel Fotoreseptor*. Bandung: Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran.
- Kartika, Kuntjoro, K., Yenni, & Halim, Y. (2014). Tinjauan Pustaka: Patofisiologi dan Diagnosis Buta Warna. *Cermin Dunia Kedokteran*, 41(4), 268-271.
- Khizer, M. A., Ijaz, U., Khan, T. A., Khan, S., Liaqat, T., Jamal, A., Zahid, M. A. (2022). Smartphone Color Vision Testing as an Alternative to the Conventional Ishihara Booklet. *Cureus*, 14(10), 1-9. doi:10.7759/cureus.30747

- Knottnerus, J. A., Weel, C. V., & Muris, J. W. (2002). Evaluation of Diagnostic Procedures. *BMJ*, 324, 477-480. doi:10.1136/bmj.324.7335.477
- Kurniadi, D., Fauzi, M., & Mulyani, A. (2016). Aplikasi Simulasi Tes Buta Warna Berbasis Android Menggunakan Metode Ishihara. *Jurnal Algoritma*, 13(2), 451-456.
- Male, S. R. (2022). Color Vision Devices for Color Vision Deficiency Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Health Science Reports*, 5, 1-12. doi:10.1002/hsr2.842
- Miller, D. C., Dunn, R. L., & Wei, J. T. (2006). Assessing the Performance and Validity of Diagnostic Tests and Screening Programs. In D. C. Miller, R. L. Dunn, & J. T. Wei, *Clinical Research Methods for Surgeons* (pp. 157-174). Ann Arbor: Humana Press. doi:10.1007/978-1-59745-230-4_10
- Moini, J., & Piran, P. (2020). *Functional and Clinical Neuroanatomy A Guide for Health Care Professionals*. United States: Elsevier Science.
- Moraes, C. (2013). Anatomy of the Visual Pathways. *J Glaucoma*, 22(5), 2-7.
- Nusanti, S., & Sidik, M. (2021). Prevalensi dan Karakteristik Buta Warna pada Populasi Urban di Jakarta. *Ophthalmol Ina*, 47(2), 79-85.
- Oktarianti, R., Azizah, L., & Utami, E. (2022). Color Blind Prevalence of Elementary Student in Sumbersari Subdistrict, Jember. *Bioedukasi Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 20(1), 36-41. doi:10.19184/bioedu.v20i1.31199
- Panat, A., & Kulkarni, D. (2016). Prevalence of Red-Green Color Vision Deficiency (cvd) Among Science Students: A 10 Years' Survey. *Human Biology Review*, 5(1), 65-71.
- Pompe, M. (2019). Color Vision Testing in Children. *Research Review*, 45(5), 775-781.

- Putra, I., Sutarga, I., Kardiwinata, M., Suariyani, N., Septarini, N., & Subrata, I. (2016). *Modul: Penelitian Uji Diagnostik dan Skrining*. Denpasar: Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- Rahayu, A. (2019). *Sari Kepustakaan: Fisiologi Penglihatan*. Bandung: Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran.
- Remington, L. (2012). Retina. In L. Remington, *Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System* (pp. 61-92). Oregon: Elsevier.
- Remington, L. (2012). Visual Pathway. In L. Remington, *Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System* (pp. 233-252). Oregon: Elsevier.
- Saini, S., Dunga, E., & Sulistiani, I. (2022). Evaluasi Pemeriksaan Tes Buta Warna Menggunakan Metode Ishihara Berbasis Google Form Menggunakan Buku Ishihara. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 2(1), 42-51. doi:10.37311/ijpe.v2i1.15855
- Shreffler, J., & Huecker, M. (2023, March 6). *Diagnostic Testing Accuracy: Sensitivity, Specificity, Predictive Values and Likelihood Ratios*. Retrieved from StatPearls: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557491/>
- Sihota, R., & Tandon, R. (2020). *Parsons' Diseases of The Eye. 23rd Ed.* New Delhi: Elsevier.
- Siregar, N. (2014). *Buta Warna*. Medan: Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
- Siswosudarmo, R. (2017). *Tes Diagnostik (Diagnostic Test)*. Yogyakarta: FK Universitas Gadjah Mada.
- Soendoro, T. (2008). *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Badan penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

- Sorkin, N., Rosenblatt, A., Cohen, E., Ohana, O., Stolovitch, C., & Dotan, G. (2016). Comparison of Ishihara Booklet with Color Vision Smartphone Applications. *Optometry and Vision Science*, *93*(7), 667-672.
- Stojanovic, M., Apostolovic, M., Stojanovic, D., Milosevic, Z., Toplaovic, A., Lakusic, V. M., & Golubovic, M. (2014). Understanding Sensitivity, Specificity and Predictive Values. *Practical Advices for Physicians*, *71*(11), 1062-1065. doi:10.2298/VSP1411062S
- Tang, T., Alvaro, L., Alvarez, J., Maule, J., Skelton, A., Franklin, A., & Bosten, J. (2022). ColorSpot, a novel gamified tablet-based test for accurate diagnosis of color vision deficiency in young children. *Behavior Research Methods*, *54*, 1148-1160. doi:10.3758/s13428-021-01622-5
- Trevethan, R. (2017). Sensitivity, Specificity, and Predictive Values: Foundations, Liabilities, and Pitfalls in Research and Practice. *Frontiers in Public Health*, *5*, 307. doi:10.3389/fpubh.2017.00307
- Widianingsih, R., Kridalaksana, A., & Hakim, A. (2010). Aplikasi Tes Buta Warna Dengan Metode Ishihara Berbasis Komputer. *Jurnal Informatika Mulawarman*, *5*(1), 36-41.
- Woldeamanuel, G., & Geta, T. (2018). Prevalence of Color Vision Deficiency Among School Children in Wolkite, Southern Ethiopia. *BMC Research Notes*, *11*, 1-5. doi:10.1186/s13104-018-3943-z
- Yasa, N., Putra, I., & Andari, M. (2021). Defek Penglihatan Warna: Mengenal Perbedaan Buta Warna Kongenital dan Didapat. *Jurnal Kedokteran Unram*, *11*(3), 1021-1027.
- Zhao, J., Fliotsos, M. J., Ighani, M., & Eghrari, A. O. (2019). Comparison of a Smartphone Application with Ishihara Pseudoisochromatic Plate for Testing Colour Vision. *Neuro-Ophthalmology*, *43*(4), 235-239. doi:10.1080/01658107.2018.1529187