

Uji Sensitivitas dan Spesifisitas Penggunaan Aplikasi Digital “Color Blind Test” dalam Skrining Penglihatan Warna

Firdha Arifa, Dewi Martha Indria, Ariani Ratri Dewi*
Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Buta warna dapat menyebabkan kesulitan bagi masa depan seorang anak. Kesadaran yang kurang, waktu yang terbatas, kurang tersedianya fasilitas dan tenaga kesehatan di daerah yang jauh dapat menjadi faktor-faktor yang menghambat skrining buta warna untuk deteksi dini. Penggunaan aplikasi *Color Blind Test* dapat menjadi alternatif yang terjangkau, tersedia luas dan penggunaan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai sensitivitas dan spesifisitas pemeriksaan buta warna dengan aplikasi *Color Blind Test* sebelum disarankan penggunaannya.

Metode: Penelitian ini adalah suatu uji skrining dengan sampel penelitian santri SMP Al-Munawwariyyah kelas 1 dan 2 sebanyak 600 responden yang dihitung dengan formula Buderer. Pemeriksaan dengan buku Ishihara dilakukan terlebih dahulu yang 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* (LR+) dan *likelihood ratio negative* (LR-).

Hasil: Aplikasi *Color Blind Test* menghasilkan nilai sensitivitas 85,71% dan spesifisitas 95,5% dinilai baik untuk skrining pemeriksaan buta warna. Nilai prediktif positif 40,9% dan nilai prediktif negatif 99,46%, rendahnya prevalensi suatu penyakit maka nilai prediktif positif semakin menurun dan nilai prediktif negatif akan meningkat. *Likelihood ratio positive* (LR+) 19,04 dan *likelihood ratio negative* (LR-) 0,149. Tes dikatakan baik jika LR+ memiliki hasil lebih besar dari 1 dan LR- memiliki hasil lebih rendah dari 1.

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

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

*Penulis korespondensi: dr. Ariani Ratri Dewi, Sp.M.

Jl. MT. Haryono 193 Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65144. Telp. (0341)578920.

Email: arianiratridewi@unisma.ac.id

Sensitivity and Specificity Test of Digital Application “Color Blind Test” in Color Vision Screening

Firdha Arifa, Dewi Martha Indria, Ariani Ratri Dewi*
Faculty of Medicine, Islamic University of Malang

ABSTRACT

Introduction: Color blindness need to be early diagnosed to ensure children future and quality of life. Screening are hampered mostly by lack of qualified facilities and examiners that doubled time and cost to get tested. This study aims to determine sensitivity and specificity of digital color-blind test application compared with Ishihara's book in the quest to provide a more affordable and widely available color-blind screening tool.

Method: This is a screening test with 600 respondents are students of Al Munawarriyah Islamic Boarding School grade 7 and 8 calculated using the Buderer formula (1996). Each respondent underwent manual color-blind test using Ishihara book 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). Results were analyzed for screening test, sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, positive and negative likelihood ratio.

Results: Examination of the color-blind test application with Ishihara's book yielded a sensitivity value of 85.71% and a specificity of 95.5% which is considered good for color blind screening. The positive predictive value of 40.9% and the negative predictive value of 99.46%, the lower the prevalence of a disease, the positive predictive value will decrease and the negative predictive value will increase. The positive likelihood ratio of 19.04 and a negative likelihood ratio of 0.149. The test is considered to be good if LR+ has a result greater than 1 and LR- has a result lower than 1.

Conclusion: Digital color-blind test applications “*Color Blind Test*” can be considered for screening as early detection of color blindness because it has good sensitivity and specificity values.

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

*Correspondence author: dr. Ariani Ratri Dewi, Sp.M.

Address Jl. MT. Haryono 193 Malang, East Java, Indonesia, 65144. Telp. (0341)578920.

Email: arianiratridewi@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Buta warna atau CVD (*Color Vision Deficiency*) merupakan penurunan kemampuan untuk membedakan warna yang dilihat dalam kondisi pencahayaan normal¹. Buta warna yang terlambat terdiagnosis dapat menimbulkan kesulitan dalam menjalani kegiatan¹. Selain itu, ketidakmampuan individu dalam melihat dan membedakan warna dapat menurunkan tingkat kepercayaan diri². Individu yang memiliki gangguan penglihatan warna dapat menghadapi banyak masalah dengan warna di kehidupan sehari-hari apabila tidak diketahui sejak dini³. Gen buta warna dibawa oleh kromosom X, sedangkan kromosom Y tidak membawa gen buta warna⁴. Gangguan resesif terkait kromosom X yang paling umum dan mempengaruhi hingga 8% laki-laki dan 0,5% perempuan yang memiliki beberapa bentuk defisiensi penglihatan warna bawaan^{1,5}. Riskesdas (2007) melaporkan bahwa prevalensi buta warna di Jawa Timur sebesar 4,0%⁶. 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 warna⁷.

Deteksi dini yang dilakukan pada suatu penyakit banyak dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas dan tenaga kesehatan yang minim dilingkungan pondok pesantren. Santri di pondok pesantren mempunyai waktu yang terbatas untuk pergi memeriksakan diri ke fasilitas kesehatan yang lengkap. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah penggunaan aplikasi digital⁸. Ketersediaan pemeriksaan buta warna berbasis aplikasi digital menawarkan alternatif baru untuk tes buta warna dengan *plate* Ishihara yang lebih terjangkau, tersedia secara luas, dan memiliki kemungkinan penggunaan jangka panjang. Aplikasi *Color Blind Test* yang dibuat oleh Samuel Pola Karta Sembiring dari FK Universitas Sumatera Utara tahun 2009 kemudian dikembangkan oleh *MorphostLab Software* dapat diakses dengan mudah, tidak berbayar dan dapat digunakan secara mandiri tanpa bantuan dari tenaga kesehatan saat melakukan pemeriksaan mandiri. Aplikasi *Color Blind Test* dirancang sangat mirip dengan *plate* Ishihara, namun masih terdapat perbedaan-perbedaan yang dapat dikaitkan dengan perbedaan ukuran *plate*, kontras, kecerahan dan saturasi warna⁹.

Berdasarkan hasil survei pendahuluan

yang dilakukan oleh peneliti, pada Santri SMP Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah Malang belum pernah dilakukan pemeriksaan buta warna sebelumnya, sehingga para santri tidak mengetahui status penglihatan warna mereka. 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*.

METODE PENELITIAN

Desain, Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *nonrandomized comparative diagnostic accuracy study*¹⁰. Tentang pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* dengan buku Ishihara manual pada santri SMP Al-Munawwariyyah Malang.

Penelitian ini dilaksanakan sejak Maret 2023 hingga Mei 2023. Tempat pengambilan data penelitian dilakukan di pondok pesantren sekolah menengah pertama (SMP) Al-Munawwariyyah Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah santri SMP di pondok pesantren Al-Munawwariyyah Bululawang, Kabupaten Malang, dengan jumlah total siswa 1.141 anak. Sampel dalam penelitian ini yaitu siswa kelas 1 dan kelas 2 SMP dengan jumlah 600 responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, berupa:

a. Kriteria Inklusi

1. Siswa yang masih aktif tinggal di lingkungan pondok pesantren Al-Munawwariyyah, Kabupaten Malang, selama penelitian berlangsung.
2. Siswa yang bersedia menjadi subjek penelitian.
3. Siswa yang tidak sedang menjalani proses persiapan ujian sekolah.

b. Kriteria Eksklusi

1. Siswa yang tidak mengikuti rangkaian penelitian secara penuh.
2. Siswa dengan gangguan atau penyakit mata yang dapat mempengaruhi penglihatan warna.

Teknik Pengambilan Sampling

Teknik pengambilan sampling pada penelitian ini adalah *non-probability* dengan teknik *quota sampling* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi diatas. Teknik ini digunakan apabila sampel dipilih dengan jumlah tertentu dan kriteria-kriteria tertentu¹¹. Perhitungan besar sampel untuk uji skrining pada pemeriksaan buta warna dihitung dengan formula Buderer (1996) yang merupakan acuan formula untuk perhitungan uji sensitivitas dan spesifisitas¹². Terdapat enam langkah untuk menentukan ukuran sampel (N), yaitu:

1. Langkah 1 (Spesifikasi)

- W = 0.10 (diterima secara klinis 95% CI).
- P = 0,0597 (Prevalensi buta warna 5,97%).
- SN = 0,90 (Sensitivitas yang diharapkan).
- SP = 0,90 (Spesifisitas yang diharapkan).

2. Langkah 2 (Hitung angka dengan penyakit)

$$TP + FN = 1,962 \times \frac{0,90 \times (1-0,090)}{0,10^2} = 34,5744$$

3. Langkah 3 (Hitung ukuran sampel yang diperlukan untuk sensitivitas)

$$N1 = \frac{TP+FN}{P} = \frac{34,5744}{0,0597} = 579,1356$$

4. Langkah 4 (Hitung angka tanpa penyakit)

$$FP + TN = 1,962 \times \frac{0,90 \times (1-0,090)}{0,10^2} = 34,5744$$

5. Langkah 5 (Hitung ukuran sampel yang diperlukan untuk spesifisitas)

$$N2 = \frac{FP+TN}{(1-P)} = \frac{34,5744}{(1-0,0597)} = 36,7695$$

6. Langkah 6 (Pilih ukuran sampel akhir)

N = N1 > N2, dibulatkan menjadi 580 subjek.

Dalam penelitian ini perhitungan sampel berdasarkan formula Buderer (1996) dapat dihitung menggunakan *Sample Size Calculator (web)* yaitu *proportions (sensitivity and specificity)* yang diakses melalui wnarifin.github.io. Perhitungan sampel menggunakan *website* ini menghasilkan sampel

sebanyak 580 responden, jika ditambahkan dengan 10% *dropout* maka menjadi 645 responden. Pada penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 600 responden dan melakukan dua pemeriksaan, yaitu Aplikasi *Color Blind Test* dan buku Ishihara.

Alat Pemeriksaan Buta Warna

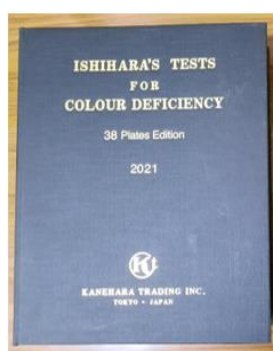
Pada penelitian ini menggunakan dua alat, dapat dilihat pada **Gambar 2**.

- Buku Ishihara 38 *plates*, yang dibuat oleh Shinobu Ishihara M.D., Dr.Med.Sc., dengan penerbit Kanehara Trading Inc., edisi tahun 2021.

- Aplikasi *Color Blind Test* berbasis komputer yang dikembangkan oleh *MorphostLab Software* (2009) pada monitor *computer* (LG dengan nomor model 16M38A, Desember 2016). Windows 10 Pro; *Processor* (Intel(R) Pentium(R) CPU G3260 @ 3.30GHz); *Installed memory* (RAM) (2.00 GB); *System type* (64-bit Operating system, x64-bases processor); *Brightness* 100, *Contrast Ratio* 70, *VGA* 15 pin D-SUB *Input Connector*.

Tahapan Penelitian

Penyusunan jadwal untuk penelitian dan penentuan responden penelitian yaitu santri SMP pondok pesantren Al-Munawwariyyah dilakukan terlebih dahulu dalam waktu 2 minggu. Kemudian, peneliti melakukan survei ke SMP pondok pesantren Al-Munawwariyyah untuk meminta persetujuan pihak sekolah dan berdiskusi mengenai jadwal penelitian. Sebelum melakukan pengambilan data, dilakukan pelatihan pemeriksaan buta warna menggunakan buku Ishihara dan aplikasi *Color blind Test* kepada mahasiswa tingkat akhir yang sudah melewati Blok Patologi Mata dan sudah dipilih oleh peneliti. Pelatihan pemeriksaan dilakukan langsung oleh dokter spesialis mata.



A



B

Gambar 2 Alat Pemeriksaan Buta Warna.

Keterangan: Gambar A: Buku Ishihara 38 *plates Edition*. Gambar B: Tampilan menu awal aplikasi *Color Blind Test*.

Pemeriksaan buta warna dengan Buku Ishihara responden diminta untuk menyebutkan angka yang terlihat pada buku Ishihara yang berisi 38 gambar. Pemeriksaan dengan aplikasi *Color Blind Test* menggunakan layar komputer yang menayangkan 38 gambar Ishihara secara bergantian. Hasil pemeriksaan menggunakan buku Ishihara akan dicatat manual oleh pemeriksa pada rekam medis responden. Hasil pemeriksaan menggunakan aplikasi *Color Blind Test* akan tampil secara otomatis pada akhir pemeriksaan dan dicatat manual oleh pemeriksa, karena kekurangan *software* aplikasi yang tidak bisa menyimpan hasil pemeriksaan sebagai *database*. Pengambilan data dilakukan dalam pengawasan dokter spesialis mata. Hasil pemeriksaan yang meragukan dan responden dengan hasil buta warna dikonsultasikan ke dokter spesialis mata.

Analisis Data

Data dari hasil pemeriksaan yang didapatkan kemudian digolongkan menjadi *true positive* (TP), *false positive* (FP), *false negative* (FN), dan *true negative* (TN). **Tabel 1** menunjukkan hasil penggolongan yang dimasukkan ke dalam tabel 2x2 untuk perhitungan uji skrining¹³.

Tabel 1 Penggolongan Hasil Pemeriksaan

Test yang dinilai	Baku emas			
	Positif		Negatif	
	Positif	TP	FP	TP+FP
	Negatif	FN	TN	FN+TN
		TP+FN	FP+TN	Total

Kemudian dihitung menggunakan perhitungan uji skrining dengan rumus untuk menghitung sensitivitas, spesifisitas, NPP (Nilai Prediktif Positif), NPN (Nilai Prediktif Negatif), LR+ (*likelihood ratio positive*) dan LR- (*likelihood ratio negative*). Rumus untuk menghitung sensitivitas, spesifisitas, NPP, NPN, LR+ dan LR- adalah sebagai berikut:

- $\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\%$
- $\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{FP+TN} \times 100\%$

$$\bullet \text{ NPP} = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\%$$

$$\bullet \text{ NPN} = \frac{TN}{FN+TN} \times 100\%$$

$$\bullet \text{ LR+} = \frac{\text{Sensitivitas}}{(1-\text{Spesifisitas})}$$

$$\bullet \text{ LR-} = \frac{(1-\text{Sensitivitas})}{\text{Spesifisitas}}$$

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Responden Penelitian

Pemeriksaan buta warna dilakukan pada santri SMP kelas 1 dan 2 di Pondok Pesantren Al-Munawwariyyah sebanyak 600 responden. Usia responden santri SMP kelas 1 dan 2 baik pada laki-laki maupun perempuan yaitu 12-15 tahun. Semua responden pada penelitian ini belum pernah melakukan pemeriksaan buta warna di sekolah dan belum mengetahui status penglihatan warna mereka. Informasi mengenai jumlah responden berdasarkan jenis kelamin dan sebaran kelas ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Karakteristik Responden Penelitian Berdasarkan Jenis Kelamin dan Sebaran Kelas

Karakteristik	Jumlah	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	305	50,8%
Perempuan	295	49,2%
Kelas		
Kelas 1 SMP	349	58,2%
Kelas 2 SMP	251	41,8%

Berdasarkan **Tabel 2** terlihat bahwa jumlah responden penelitian lebih banyak pada laki-laki dibandingkan dengan perempuan. Hal ini dapat dikaitkan dengan teori bahwa buta warna bawaan banyak terjadi pada laki-laki sebesar 8% dan perempuan 0,5%⁵. Responden pada penelitian ini mengambil semua santri SMP kelas 1 yang terdiri dari 12 kelas (7A-7L), oleh karena itu jumlah santri SMP kelas 2 lebih sedikit. Selanjutnya, pada **Tabel 3** menampilkan sebanyak 47 responden yang mengalami buta warna parsial merupakan

Tabel 3 Jumlah Responden Berdasarkan Jenis Kelamin dan Hasil Pemeriksaan dengan *Color Blind Test* dan Ishihara

Karakteristik	<i>Color Blind Test</i> (<i>MorphostLab Software</i>)		Pemeriksaan dengan Buku Ishihara dan <i>Color Blind Test</i>	
	Buta warna parsial	Tidak buta warna	Buta warna parsial	Tidak buta warna
Jenis Kelamin:				
Laki-laki	17 (2,8%)	288 (48%)	15 (2,5%)	290 (48,3%)
Perempuan	9 (1,5%)	286 (47,7%)	3 (0,5%)	292 (48,7%)
Total	26 (4,3%)	574 (95,7%)	18 (3%)	582 (97%)

jumlah dari hasil pemeriksaan buku Ishihara, pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* dan dua pemeriksaan. Hasil buta warna parsial pada dua pemeriksaan yang dilakukan berjumlah 18 responden. Pada pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* dengan hasil buta warna parsial berjumlah 26. Sedangkan responden dengan hasil buta warna parsial pada pemeriksaan dengan buku Ishihara berjumlah 3 responden dengan rincian 3 responden laki-laki dan responden perempuan tidak ada yang buta warna parsial.

Responden dengan hasil buta warna parsial sebanyak 47 responden ditanyakan mengenai ada atau tidaknya riwayat keluarga buta warna. Terdapat satu responden yang memiliki riwayat keluarga buta warna, 30 responden tidak memiliki riwayat keluarga buta warna dan 16 responden lainnya menjawab tidak pernah tahu. Riwayat keluarga pada hasil penelitian terdapat pilihan tidak pernah tahu yang dicantumkan pada rekam medis, hal ini dikarenakan ketidaktahuan responden terkait kondisi penglihatan warna pada orangtua mereka. Selain itu, responden dengan hasil buta warna parsial dan riwayat keluarga tidak ada buta warna bisa dikarenakan orangtua mereka yang tidak pernah menyampaikan kondisi penglihatan warnanya ataupun orangtua mereka belum pernah melakukan pemeriksaan buta warna untuk mengetahui penglihatan warna.

Hasil Pemeriksaan Buta Warna Menggunakan Buku Ishihara dan Aplikasi *Color Blind Test*

Semua responden melakukan pemeriksaan *gold standard* buta warna menggunakan buku Ishihara 38 *plates* dan pemeriksaan digital menggunakan aplikasi *Color Blind Test* berbasis komputer sesuai dengan metode Ishihara. Pemeriksaan dimulai dengan melakukan anamnesis singkat berupa nama, jenis kelamin, tempat tanggal lahir dan

riwayat keluarga buta warna. Pemeriksaan buku Ishihara dilakukan pertama kemudian dilanjutkan langsung dengan pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test*. Pada **Tabel 4** menampilkan hasil pemeriksaan *gold standard* menggunakan buku Ishihara dan hasil pemeriksaan tes skrining menggunakan aplikasi *Color Blind Test* (*MorphostLab software*)

Hasil pada **Tabel 4** menunjukkan pemeriksaan *Color Blind Test* maupun buku Ishihara menghasilkan buta warna parsial (*true positive*) sebanyak 18 responden. Hasil pemeriksaan *Color Blind Test* dan buku Ishihara menghasilkan tidak buta warna (*true negative*) sebanyak 553 responden. Pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* dari *MorphostLab software* menghasilkan buta warna parsial dan pemeriksaan buku Ishihara menghasilkan tidak buta warna (*false positive*) sebanyak 26 responden. Pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* menghasilkan tidak buta warna dan pemeriksaan buku Ishihara menghasilkan buta warna parsial (*false negative*) sebanyak tiga responden.

Hasil pemeriksaan buta warna pada **Tabel 4** dengan buku Ishihara memiliki hasil buta warna parsial sebanyak 21 responden dan pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* sebanyak 44 responden buta warna parsial. Namun, jika mengacu pada pemeriksaan *gold standard* maka dari 44 responden hanya 18 responden yang teridentifikasi buta warna parsial, sedangkan 26 responden tidak buta warna. Penelitian ini menggunakan insidensi prevalensi buta warna sebesar 5,97% yang diambil dari penelitian Nusanti dan Sidik (2021) yang dilakukan pada populasi urban di Jakarta dengan responden anak usia 6-16 tahun⁷. Berdasarkan **Tabel 4** dapat dilihat bahwa yang menunjukkan hasil buta warna parsial pada kedua pemeriksaan berjumlah 18 individu dari 600 responden, yang menghasilkan insidensi prevalensi sebesar 3%.

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Buta Warna dengan Buku Ishihara dan *Color Blind Test*

Buku Ishihara				
Aplikasi <i>Color Blind Test</i>	Buta warna parsial		Tidak buta warna	Total
	Buta warna parsial	18 ^a (3%)	26 ^b (4,3%)	44 (7,3%)
	Tidak buta warna	3 ^c (0,5%)	553 ^d (92,1%)	556 (92,6%)
	Total	21 (3,5%)	579 (96,5%)	600 (100%)

Keterangan: ^a = jumlah *true positive* (TP), ^b = jumlah *false positive* (FP), ^c = jumlah *false negative* (FN), ^d = jumlah *true negative* (TN), % = persentase kejadian.

Nilai Sensitivitas, Spesifisitas, Nilai Prediktif Positif dan Negatif, dan *Likelihood Ratio Positive* dan *Negative* pada Pemeriksaan Aplikasi *Color Blind Test*

Validitas suatu tes mengacu pada kemampuannya untuk mengukur apa yang dimaksudkan untuk diukur¹⁴. Pengukuran validitas tes yaitu sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif positif dan negatif, *likelihood ratio positive* dan *negative*¹⁴. Hasil perhitungan uji skrining pada pemeriksaan buta warna menggunakan aplikasi *Color Blind Test* ditampilkan pada **Tabel 5**.

Hasil nilai sensitivitas dihitung menggunakan jumlah *true positive* 18 responden dibagi dengan total *true positive* dan *false negative* berjumlah 21 responden, sensitivitas yang dihasilkan sebesar 85,71%. Kemampuan *Color Blind Test* untuk mendapatkan hasil positif diantara responden yang mengalami buta warna parsial sebesar 85,71% atau diantara 100 responden yang buta warna parsial yang dinyatakan positif oleh pemeriksaan *Color Blind Test* adalah 86 individu. Nilai spesifisitas dihitung menggunakan jumlah *true negative* 553 responden dibagi dengan total *true negative* dan *false positive* berjumlah 579 responden, spesifisitas yang dihasilkan sebesar 95,5%. Kemampuan *Color Blind Test* untuk mendapatkan hasil negatif diantara responden yang tidak mengalami buta warna parsial sebesar 95,5% atau diantara 100 responden yang tidak buta warna parsial yang dinyatakan negatif oleh pemeriksaan *Color Blind Test* adalah 96 individu.

Nilai prediktif positif pada prevalensi 5,97% dihitung menggunakan jumlah *true positive* 18 responden dibagi dengan total *true positive* dan *false positive* berjumlah 44 responden, nilai prediktif positif yang dihasilkan sebesar 40,9%. Kemungkinan benar mengalami buta warna parsial jika hasil pemeriksaan *Color Blind Test* positif sebesar 40,9% atau setiap 100 responden di populasi penelitian ini yang dinyatakan positif pada pemeriksaan *Color Blind Test* maka akan didapatkan 41 individu yang benar mengalami buta warna parsial. Nilai prediktif negatif juga

dihitung pada prevalensi 5,97% menggunakan jumlah *true negative* 553 responden dibagi dengan total jumlah *false negative* dan *true negative* berjumlah 556 responden, nilai prediktif negatif yang dihasilkan sebesar 99,46%. Kemungkinan benar tidak mengalami buta warna parsial jika hasil pemeriksaan *Color Blind Test* negatif sebesar 99,46% atau setiap 100 responden di populasi penelitian ini yang dinyatakan negatif pada pemeriksaan *Color Blind Test* maka akan didapatkan 99 individu yang benar tidak mengalami buta warna parsial.

LR+ dapat dihitung menggunakan nilai *true positive rate* (TPR) atau sensitivitas dibagi dengan *false positive rate* (FPR) atau 1-spesifisitas, yang menghasilkan LR+ sebesar 19,04. Setiap 1 hasil *false positive* pemeriksaan *Color Blind Test* akan didapatkan 19 hasil *true positive* pemeriksaan *Color Blind Test*. Semakin tinggi nilai LR+ suatu tes maka semakin baik kemampuannya untuk mendeteksi penyakit. LR- dapat dihitung menggunakan nilai *false negative rate* (FNR) atau 1-sensitivitas dibagi dengan *true negative rate* (TNR) atau spesifisitas, yang menghasilkan LR- sebesar 0,149. Setiap 1 hasil *false negative* pemeriksaan *Color Blind Test* akan didapatkan 10 hasil *true negative* pemeriksaan *Color Blind Test*. Semakin rendah nilai LR- suatu tes maka semakin baik untuk mendeteksi penyakit.

PEMBAHASAN

Pengujian penglihatan warna paling umum untuk menyeleksi gangguan penglihatan warna adalah *plate* warna Ishihara¹⁵. Ketersediaan *smartphone* dan *computer* yang luas menyebabkan perkembangan berbagai aplikasi perawatan kesehatan di semua bidang kedokteran, termasuk oftalmologi⁹. Aplikasi *Color Blind Test* yang dirancang oleh *Morphostlab software* merupakan bentuk digitalisasi dari tes Ishihara 38 *plates* yang memiliki *plates* serupa dengan pemeriksaan buta warna konvensional yaitu tes Ishihara. Tetapi, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dari aplikasi *Color Blind Test* ini karena merupakan bentuk digital dari tes Ishihara yakni dari ukuran layar, resolusi,

Tabel 5 Perhitungan Uji Skrining Aplikasi *Color Blind Test*

Perhitungan	Sn (%)	Sp (%)	NPP (%)	NPN (%)	LR+	LR-
Hasil	85,71%	95,5%	40,9%	99,46%	19,04	0,149

Keterangan: Sn: Sensitivitas; Sp: Spesifisitas; NPP: Nilai Prediktif Positif; NPN: Nilai Prediktif Negatif; LR+: *Likelihood Ratio Positive*; LR-: *Likelihood Ratio Negative*.

kecerahan dan saturasi warna pada monitor computer atau laptop yang digunakan, hal ini dapat mempengaruhi keakuratan uji penglihatan warna¹⁶.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan sensitivitas dan spesifisitas dari aplikasi *Color Blind Test* dengan pemeriksaan buta warna menggunakan buku Ishihara yang dilakukan pada responden santri SMP Al-Munawwariyyah Malang kelas 1 dan 2. Pemilihan responden tersebut dimaksudkan karena pada responden belum pernah dilakukan pemeriksaan buta warna sebelumnya sehingga mereka tidak mengetahui kondisi penglihatan warnanya dan bisa dilakukan skrining buta warna sebagai deteksi awal. Prevalensi buta warna yang digunakan pada penelitian ini termasuk rendah yaitu 5,97% yang diambil dari penelitian oleh Nusanti dan Sidik (2021)⁷.

Sebanyak 600 responden melakukan dua pemeriksaan, pertama pemeriksaan buku Ishihara dan dilanjutkan dengan pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test*. Pada pemeriksaan buku Ishihara mencatat hasil setiap plates yang ada pada buku Ishihara dan hasil akhir penglihatan warna setiap individu ditetapkan secara manual berdasarkan *The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Deficiency*. Sedangkan pada aplikasi *Color Blind Test* hanya mencatat hasil akhir penglihatan warna setiap individu yang ditampilkan pada akhir pemeriksaan aplikasi. Penelitian ini hanya melakukan uji skrining status penglihatan warna dan tidak termasuk uji diagnostik pada individu dikarenakan populasi pada penelitian ini tidak mengetahui status penglihatan warna mereka.

Sensitivitas Pemeriksaan Buta Warna dengan Menggunakan Aplikasi *Color Blind Test*

Berdasarkan hasil pemeriksaan buta warna yang dilakukan pada santri SMP Al-Munawwariyyah sebanyak 600 responden, didapatkan 18 responden dengan hasil buta warna parsial pada pemeriksaan buku Ishihara dan aplikasi *Color Blind Test*, kedua pemeriksaan menunjukkan hasil yang positif atau buta warna parsial maka disebut dengan *true positive* (TP). Kemudian, didapatkan 3 responden dengan hasil buta warna parsial pada pemeriksaan buku Ishihara dan hasil tidak buta warna pada pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test*. Kedua pemeriksaan menunjukkan hasil yang berbeda pada 3 responden disebut *false negative* (FN) yang dapat diartikan mereka dengan hasil aplikasi *Color Blind Test* negatif

sedangkan pemeriksaan *gold standard* dengan buku Ishihara positif. Nilai sensitivitas dari pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* menghasilkan 85,71%. Sensitivitas merupakan kemampuan tes untuk mengidentifikasi seseorang benar sakit pada semua orang yang sakit¹⁷.

Pemeriksaan yang dapat dianggap baik memiliki sensitivitas dan spesifisitas antara 80-90%¹⁸. Oleh karena itu, pemeriksaan dengan aplikasi *Color Blind Test* dinilai baik untuk skrining pemeriksaan buta warna artinya kemampuan aplikasi *Color Blind Test* untuk mendapatkan hasil positif dari orang yang benar sakit sebesar 85,71%. Pemeriksaan dengan *Color Blind Test* pada penelitian ini memiliki sensitivitas yang lebih rendah daripada spesifisitasnya. Hal ini dikarenakan penelitian dilakukan pada populasi yang belum diketahui status penyakitnya akan menyebabkan hasil yang ambigu atau sensitivitas lebih rendah daripada spesifisitas. Tes skrining untuk mengidentifikasi dengan benar, hanya antara orang-orang yang diketahui memiliki kondisi tersebut¹³.

Aplikasi *Color Blind Test* oleh *MorphostLab software* yang digunakan pada penelitian ini memiliki *plate* yang sama seperti pemeriksaan standar buta warna yaitu tes Ishihara, hal ini yang menyebabkan aplikasi *Color Blind Test* memiliki sensitivitas yang baik dan dapat digunakan sebagai alat skrining yang baik. Aplikasi *Color Blind Test* dapat disarankan penggunaannya sebagai alat skrining awal untuk masyarakat awam karena dapat dilakukan tanpa bantuan tenaga kesehatan dan hasil pemeriksaan akan langsung ditampilkan pada akhir pemeriksaan. Penelitian sebelumnya oleh Sorkin (2016) yang melakukan perbandingan buklet Ishihara dengan aplikasi *color vision* di *smartphone* menunjukkan bahwa aplikasi *color vision* yaitu *Eye2Phone v. 1.0* menunjukkan nilai sensitivitas yang tinggi sebesar 100%⁹. Aplikasi *Eye2Phone v. 1.0* ini menggunakan metode Ishihara 38 *plates* sama seperti aplikasi *Color Blind Test* yang digunakan pada penelitian ini.

Aplikasi lainnya yang digunakan oleh Sorkin (2016) yaitu *Color Vision Test* (CVT) dan menghasilkan sensitivitas 100%. Aplikasi yang digunakan oleh Sorkin (2016) tersebut berisi 16 *plates pseudoisochromatic*, beberapa di antaranya identik dengan buklet Ishihara, sedangkan yang lain sama sekali berbeda dari buklet Ishihara⁹. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Saini (2022) dengan menggunakan uji Ishihara berbasis *Google form*

terhadap buku Ishihara dilakukan pada 178 responden menghasilkan nilai sensitivitas sebesar 100%¹⁹.

Spesifisitas Pemeriksaan Buta Warna dengan Menggunakan Aplikasi *Color Blind Test*

Berdasarkan hasil pemeriksaan buta warna yang dilakukan pada santri SMP Al-Munawwariyyah sebanyak 600 responden, didapatkan 26 responden dengan hasil tidak buta warna pada pemeriksaan buku Ishihara dan hasil buta warna parsial pada pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test*. Kedua pemeriksaan menunjukkan hasil yang berbeda pada 26 responden disebut *false positive* (FP) yang dapat diartikan mereka dengan hasil *Color Blind Test* positif sedangkan pemeriksaan *gold standard* dengan buku Ishihara negatif. Kemudian, didapatkan 553 responden dengan hasil tidak buta warna pada pemeriksaan buku Ishihara dan pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test*. Kedua pemeriksaan menunjukkan hasil yang negatif maka disebut dengan *true negative* (TN). Nilai spesifisitas dari pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* menghasilkan 95,5%. Pemeriksaan dengan aplikasi *Color Blind Test* dinilai baik untuk skrining pemeriksaan buta warna artinya kemampuan aplikasi *Color Blind Test* untuk mendapatkan hasil negatif sebesar 95,5%.

Spesifisitas aplikasi *Color Blind Test* oleh *MorphostLab software* yang tinggi dapat diartikan secara signifikan dapat memprediksi jumlah individu yang tidak memerlukan evaluasi lebih lanjut dan dapat membantu program skrining di daerah dengan fasilitas kesehatan yang terbatas. Penelitian sebelumnya oleh Sorkin (2016) yang melakukan perbandingan buklet Ishihara dengan aplikasi *color vision* di *smartphone* menunjukkan bahwa aplikasi *color vision* yaitu *Eye2Phone v. 1.0* menunjukkan nilai spesifisitas sebesar 95,2%⁹. Hal ini menunjukkan bahwa Aplikasi *Eye2Phone v. 1.0* dan aplikasi *Color Blind Test* yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai spesifisitas yang hampir sama karena kedua pemeriksaan ini menggunakan metode Ishihara 38 *plates* sama seperti *gold standard* pemeriksaan buta warna yaitu buku Ishihara. Aplikasi *Color Vision Test* (CVT) yang berisi 16 *plates* pada penelitian Sorkin (2016) menghasilkan nilai spesifisitas 54,8%⁹. Penelitian lainnya oleh Saini (2022) dengan menggunakan uji Ishihara berbasis *google form* terhadap buku Ishihara menghasilkan nilai spesifisitas sebesar 100%¹⁹.

Nilai Prediktif Positif (NPP) dan Nilai Prediktif Negatif (NPN) Pemeriksaan Buta Warna dengan Menggunakan Aplikasi *Color Blind Test*

Nilai prediktif mengacu pada berapa probabilitas seseorang dengan hasil tes positif akan memiliki penyakit dan hasil tes negatif akan memiliki status sehat²⁰. Penelitian ini menghasilkan nilai prediktif positif (NPP) atau *positive predictive value* (PPV) pada prevalensi buta warna 5,97% sebesar 40,9%. Nilai prediktif positif pada penelitian ini menghasilkan 40,9% artinya kemungkinan individu benar mengalami buta warna sebesar 40,9%. Nilai prediktif negatif (NPN) atau *negative predictive value* (NPV) pada prevalensi buta warna 5,97% sebesar 99,46%. Nilai prediktif negatif adalah 99,46% artinya kemungkinan individu benar tidak mengalami buta warna sebesar 99,46%. Nilai prediktif suatu tes dapat bervariasi berdasarkan beberapa hal, termasuk prevalensi suatu penyakit pada populasi serta sensitivitas dan spesifisitas tes tertentu¹⁴. Semakin tinggi prevalensi suatu penyakit maka nilai prediktif positif dari suatu tes tersebut akan meningkat. Demikian juga sebaliknya, rendahnya prevalensi suatu penyakit maka nilai prediktif positif semakin menurun dan nilai prediktif negatif akan meningkat²¹.

Likelihood Ratio Positive (LR+) dan Likelihood Ratio Negative (LR-) Pemeriksaan Buta Warna dengan Menggunakan Aplikasi *Color Blind Test*

Likelihood ratios (LRs) menunjukkan seberapa besar hasil tes tertentu meningkatkan atau menurunkan probabilitas suatu penyakit. Tes yang baik jika memiliki hasil berbeda dari 1, dapat dikatakan baik jika LR+ memiliki hasil lebih besar dari 1 dan LR- memiliki hasil lebih rendah dari 1^{14,22}. Hasil LR positif (LR+) pada penelitian ini adalah 19,04, menunjukkan bahwa kemampuan dari aplikasi *Color Blind Test* bagus sekali untuk digunakan sebagai alat skrining pada populasi. Semakin tinggi LR+ maka semakin baik pula suatu tes. Sedangkan pada LR negatif (LR-) menghasilkan nilai 0,149 yang artinya kemampuan dari aplikasi *Color Blind Test* juga bagus sekali untuk skrining awal suatu penyakit pada populasi. Semakin rendah LR- maka semakin baik pula suatu tes.

Pengembangan untuk Penelitian Lanjutan

Penggunaan aplikasi *Color Blind Test* pada penelitian ini belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya dan kurangnya

standarisasi yang valid sehingga penelitian menggunakan aplikasi *Color Blind Test* sangat diperlukan untuk menguji keakuratan dalam pemeriksaan buta warna. Aplikasi *Color Blind Test* memiliki *plate* yang sama seperti buku Ishihara 38 *plates* dan memiliki nilai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Walaupun memiliki nilai yang tinggi, melakukan pemeriksaan dengan metode kedua pemeriksaan yang berbeda dapat lebih membantu untuk menilai efektivitas dari pemeriksaan buta warna yang akan dinilai, sehingga perbandingan dengan pemeriksaan yang berbeda seperti tes Hardy-Rand-Ritter (HRR) atau tes Farnsworth Munsell D-15 (F-D15) dapat dilakukan. Penelitian ini dilakukan pada populasi yang belum diketahui status penglihatan warnanya sehingga dilakukan uji skrining. Uji diagnostik dapat dilakukan sebagai lanjutan dari uji skrining jika dilakukan pada populasi yang sudah diketahui status penglihatan warnanya buta warna atau tidak.

Aplikasi *Color Blind Test* hanya dapat digunakan pada laptop atau komputer. Hal tersebut dapat menimbulkan kesulitan pada masyarakat awam yang tidak dapat mengakses laptop ataupun komputer untuk pemeriksaan buta warna, sehingga penggunaan aplikasi tes buta warna lainnya yang dapat tersedia pada *smartphone* dapat membantu skrining awal buta warna karena *smartphone* lebih banyak digunakan pada masyarakat awam. Selain itu, membandingkan hasil dari setiap gambar atau *plate* pada pemeriksaan aplikasi *Color Blind Test* ataupun aplikasi tes buta warna lainnya dengan buku Ishihara dapat dilakukan, sehingga dapat dianalisis secara individual untuk tingkat keberhasilan secara rinci angka mana yang dikenali pada setiap *plate* oleh responden normal dan buta warna parsial.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan buta warna menggunakan aplikasi *Color Blind Test* dari *MorphostLab software* menunjukkan nilai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Penggunaan aplikasi *Color Blind Test* untuk skrining mandiri dan sebagai deteksi awal buta warna dapat digunakan karena memiliki nilai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Selain itu, dapat menjadi alternatif yang nyaman, terjangkau dan dapat tersedia secara luas. Tetapi, kurangnya standarisasi pada aplikasi *Color Blind Test* maka dapat menimbulkan ketidakseragaman hasil pemeriksaan.

SARAN

Berdasarkan penelitian tersebut dapat disarankan bahwa:

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.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada IOM dan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang yang telah mendanai penelitian ini serta tim kelompok penelitian yang telah membantu penelitian ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Apt. H. Yudi Purnomo, M. Kes. sebagai *peer reviewer*. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas waktu, ilmu, nasihat, semangat dan bimbingannya selama penyusunan Tugas Akhir ini.

REFERENSI

1. 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
2. Kurniadi, D., Fauzi, M., & Mulyani, A. (2016). Aplikasi Simulasi *Color Blind Test* Berbasis Android Menggunakan Metode Ishihara. *Jurnal Algoritma*, 13(2), 451-456.
3. 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
4. Oktarianti, R., Azizah, L., & Utami, E. (2022). Color Blind Prevalence of Elementary Student in Sumber Sari Subdistrict, Jember. *Bioedukasi Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 20(1), 36-41. doi:10.19184/bioedu.v20i1.31199
5. Pompe, M. (2019). Color Vision Testing in Children. *Research Review*, 45(5), 775-781.
6. Soendoro, T. (2008). *Laporan Nasional*

- Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Badan penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
7. Nusanti, S., & Sidik, M. (2021). Prevalensi dan Karakteristik Buta Warna pada Populasi Urban di Jakarta. *Ophthalmol Ina*, 47(2), 79-85.
 8. Widianingsih, R., Kridalaksana, A., & Hakim, A. (2010). Aplikasi *Color Blind Test* Dengan Metode Ishihara Berbasis Komputer. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 5(1), 36-41.
 9. 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.
 10. Chasse, M., & Fergusson, D. (2018). Diagnostic Accuracy Studies. *Seminars in Nuclear Medicine*, 49, 87-93. doi:10.1053/j.semnuclmed.2018.11.005
 11. 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.
 12. 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.
 13. Trevethan, R. (2017). Sensitivity, Specificity, and Predictive Values: Foundations, Plausibilities, and Pitfalls in Research and Practice. *Frontiers in Public Health*, 5, 307. doi:10.3389/fpubh.2017.00307
 14. 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
 15. 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
 16. 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
 17. Stojanovic, M., Apostolovic, M., Stojanovic, D., Milosevic, Z., Toplaovic, A., Lakusic, V. M., & Golubovic, M. (2014). Understanding Sensitivity, Specificity and Predictive Values. *Practical Advances for Physicians*, 71(11), 1062-1065. doi:10.2298/VSP1411062S
 18. 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
 19. Saini, S., Dungga, E., & Sulistiani, I. (2022). Evaluasi Pemeriksaan *Color Blind Test* Menggunakan Metode Ishihara Berbasis Google Form Menggunakan Buku Ishihara. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 2(1), 42-51. doi:10.37311/ijpe.v2i1.15855
 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.
 21. Putra, I., Sutarga, I., Kardiwinata, M., Suariyani, N., Septarini, N., & Subrata, I. (2016). *Modul: Penelitian Uji Diagnostik dan Skrining*. Denpasar: Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
 22. 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