

## Prevalensi Buta Warna Siswa Sekolah Menengah Atas di Kota Jember

*(Prevalence of Color Vision Deficiency in Students of Senior High School in Jember City)*

Ayu Dwi Wulandari, Syubbanul Wathon, Rike Oktarianti\*)

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

\*)Penulis Korespondensi E-mail: rike.fmipa@unej.ac.id

### Abstrak

Buta warna merupakan kelainan genetik yang menyebabkan ketidakmampuan seseorang dalam membedakan warna seperti warna merah, biru, dan hijau. Buta warna merah-hijau merupakan salah satu tipe buta warna yang paling sering terjadi. Kelainan ini disebabkan oleh alel resesif *c* (*color blind*) yang terangkai pada kromosom X. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prevalensi buta warna siswa SMA di Kota Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas XI SMAN di Kota Jember yaitu SMAN 1, SMAN 2, SMAN 3, SMAN 4, dan SMAN 5 dengan pengambilan sampel secara acak sebanyak 353 siswa. Tes buta warna pada siswa menggunakan buku Ishihara. Analisis data dilakukan untuk mengetahui prevalensi buta warna, frekuensi alel, dan untuk menguji hukum kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg menggunakan uji *Chi-Square* pada taraf signifikansi 0,05. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa prevalensi buta warna siswa SMA di Kota Jember adalah 3,68%, dengan frekuensi alel buta warna 0,09 dan alel normalnya adalah 0,91. Hasil pengujian kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg menunjukkan nilai *Chi-Square* 1,74 pada derajat bebas = 3, dengan nilai probabilitas antara 0,80 dan 0,50 yang menunjukkan tidak ada penyimpangan yang signifikan. Kesimpulannya adalah frekuensi genotip dan frekuensi alel buta warna pada siswa SMA di Kota Jember sesuai dengan hukum kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg.

**Kata Kunci:** buta warna, Jember, prevalensi, Sekolah Menengah Atas.

### Abstract

*Color blindness is a genetic disorder that causes a person's inability to distinguish colors such as red, blue and green. Red-green color blindness is one of the most common types of color blindness. This disorder is caused by the recessive allele *c* (*color blind*) on the X chromosome. This research is to find out the prevalence of color blind high school students in Jember City. This research was conducted in class XI students of SMAN in Jember, namely SMAN 1, SMAN 2, SMAN 3, SMAN 4, and SMAN 5 with random sampling of 353 students. Color blindness test for students using Ishihara's book. Data analysis is performed to determine the prevalence of color blindness, allele frequency, and to test the Hardy-Weinberg genetic equilibrium law using the Chi-Square test at the 0.05 significance level. Based on the results of this study it is known that the prevalence of color blindness of high school students in Jember is 3.68%, with a frequency of color blind alleles 0.09 and normal alleles are 0.91. The Hardy-Weinberg genetic equilibrium test results showed a Chi-Square value of 1.74 at free degrees = 3, with a probability value between 0.80 and 0.50 which showed no significant deviations. Thus, it can be said that the frequency of genotype and frequency of color blind alleles in high school students in Jember City are in accordance with Hardy-Weinberg's genetic equilibrium law.*

**Keywords:** color blind, Jember, prevalence, senior high school.

### PENDAHULUAN

Buta warna merupakan keadaan seseorang yang tidak dapat membedakan warna seperti warna merah, biru, dan hijau [1]. Buta warna merah-hijau merupakan salah satu tipe buta warna yang paling sering terjadi [2]. Penderita yang mengalami kelemahan penglihatan warna merah akan melihat warna merah menjadi hijau kecoklatan atau hijau keabu-abuan, sedangkan penderita yang mengalami kelemahan penglihatan warna hijau akan melihat warna hijau menjadi kuning kecoklatan [3]. Presentase masyarakat yang mengalami kelainan buta warna pada waktu tertentu dalam suatu populasi disebut dengan prevalensi buta warna [4]. Prevalensi buta warna di Nepal sebesar 3,9% [5], di Tibet sebesar 4,21% [6], dan di Singapura sebesar 5,5% [7]. Sedangkan di Indonesia pada tahun 2007 prevalensi buta warna sebesar 0,7% [8].

Gen buta warna dikarenakan terdapat alel resesif *c* (*color blind*) yang terangkai kromosom X [9], [10], [11], dan [12]. Gen yang terangkai kromosom X memiliki sifat *Criss-Cross Inheritance* atau disebut juga dengan pola pewarisan bersilang. Gen seorang ayah akan diwariskan kepada anak perempuan dan gen seorang ibu akan diwariskan kepada anak laki-laki [11]. Kelainan buta warna lebih banyak terekspresi pada laki-laki dibandingkan perempuan. Hal ini dikarenakan laki-laki hanya memiliki satu kromosom X. Pada laki-laki tidak dikenal istilah dominan atau resesif, sehingga sifat buta warna pada laki-laki lebih mudah terekspresi [9]. Perempuan memiliki dua kromosom X sehingga buta warna pada perempuan hanya terjadi pada keadaan homozigot resesif. Perempuan yang memiliki sifat heterozigot (*carrier*) tidak mengalami kelainan buta warna, akan tetapi berpotensi menurunkan kelainan buta warna kepada keturunannya [13].

Tes buta warna penting dilakukan kepada calon mahasiswa dan pekerja dalam dunia industri, pendidikan, maupun pemerintahan yang aktivitasnya sangat berkaitan erat dengan warna [14]. Menurut Fareed dkk. [15], hasil tes buta warna berpengaruh terhadap beberapa bidang pekerjaan, diantaranya pada bidang industri (cat, tekstil, plastik, dekorasi dan mebel), di bidang pertahanan (polisi, TNI dan pemadam kebakaran), serta pendidikan profesi (dokter, farmasi dan analis kimia). Sementara itu, pemikiran mengenai karir dan masa depan cenderung mulai terencana bagi seseorang pada masa Sekolah Menengah Atas (SMA) [16]. Namun, sebagian siswa tidak mengetahui tentang buta warna bahkan beberapa siswa belum mengetahui status dan kelainan buta warna pada dirinya. Dengan demikian, keterlambatan mengetahui kelainan buta warna menjadi salah satu kasus yang dapat mengakibatkan keterbatasan dalam pemilihan karir seseorang [1].

Buta warna dapat menjadi salah satu kendala bagi seseorang dalam memilih jenis pendidikan dan pekerjaan khususnya yang memerlukan kriteria bebas buta warna. Penelitian terkait prevalensi tes buta warna bagi siswa SMA di Kota Jember belum diperoleh informasi publikasinya. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui prevalensi buta warna siswa SMA di Kota Jember agar siswa dapat melakukan tes buta warna untuk mempersiapkan diri lebih dini dalam memilih pendidikan dan pekerjaan.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel penelitian ini dilaksanakan di SMA Kota Jember yang meliputi SMAN 1, SMAN 2, SMAN 3, SMAN 4, dan SMAN 5 Jember, selanjutnya data dianalisis di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada bulan April sampai Juni 2019.

### Pemeriksaan Buta Warna pada Siswa dengan Menggunakan Buku Ishihara

Jumlah siswa sebanyak 1567 siswa dan subjek penelitian dipilih 353 siswa, 172 siswa laki-laki dan 181 siswa wanita dengan metode *random sampling*. Tes buta warna dilakukan menggunakan Buku Ishihara sebagai alat bantu penelitian. Pemeriksaan status buta warna dilakukan dengan cara meminta siswa untuk melihat setiap *plate* pada Buku Ishihara selama kurang lebih tiga detik dan menyebutkan angka pada setiap *plate*. Buku Ishihara terdiri dari 14 *plate* dengan seri titik bola kecil pseudokromatik yang berbeda-beda pada setiap *plate*. Apabila subjek hanya

dapat membaca tujuh atau kurang dari tujuh *plate*, maka dikategorikan siswa tersebut tergolong buta warna merah-hijau [17]. Hasil dari tes buta warna untuk setiap subjek dicatat, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui prevalensi buta warna, frekuensi alel, serta untuk menguji hukum kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg menggunakan uji *Chi-Square* pada taraf signifikansi 0,05 [18].

Perhitungan frekuensi alel buta warna menggunakan rumus Hardy-Weinberg.

$$\begin{aligned}(p+q)^2 &= 1 \\ p^2+2pq+q^2 &= 1 \\ p+q &= 1\end{aligned}$$

dimana p merupakan frekuensi untuk gen dominan C (alel normal) dan q merupakan frekuensi untuk gen resesif c (alel buta warna).

Oleh karena alel buta warna terangkai kromosom X, maka perhitungan frekuensi alel untuk laki-laki dan perempuan adalah sebagai berikut:

a. penderita perempuan

$$C = \sqrt{\frac{\text{fenotip buta warna}}{100}} \quad (1)$$

$$C = 1 - c$$

b. penderita laki-laki

$$C = \frac{\text{fenotip buta warna}}{100} \quad (2)$$

$$C = 1 - c$$

c. penderita laki-laki dan perempuan

$$c = \frac{1}{3} \times c \text{ (laki-laki)} + \frac{2}{3} \times c \text{ (perempuan)} \quad (3)$$

$$C = 1 - c$$

dimana C merupakan frekuensi alel normal dan c merupakan frekuensi alel buta warna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan bahwa prevalensi buta warna siswa SMA di Kota Jember sebanyak 3,68% dari 353 siswa. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa prevalensi buta warna siswa SMA di Kota Jember lebih besar dibandingkan dengan prevalensi buta warna nasional di Indonesia (0,7%). Jika dilihat nilai prevalensi nasional lebih kecil dari pada nilai prevalensi buta warna pada penelitian ini. Hal ini dikarenakan jumlah sampel pada prevalensi buta warna nasional di Indonesia lebih besar dan data yang didapat dari hasil riset tersebut hanya dari keluhan responden dan tidak diperoleh dari hasil tes buta warna secara langsung [8] dan [19].

Tabel 1. Prevalensi buta warna siswa SMA di Kota Jember

Jenis kelamin	Buta Warna		Jumlah Sampel			
	N	%	n	%	n	%
laki-laki	11	3,11	161	45,61	172	48,73
perempuan	2	0,57	179	50,71	181	51,27
Jumlah	13	3,68	340	96,32	353	100

Pada Tabel 1 juga diketahui bahwa prevalensi laki-laki buta warna sebanyak 3,11% (11 siswa) dan prevalensi perempuan buta warna sebanyak 0,57% (2 siswa). Jumlah penderita laki-laki lebih banyak dibandingkan perempuan. Pada penelitian Fareed dkk. [15], sebanyak enam populasi di wilayah India utara, juga menunjukkan bahwa jumlah penderita laki-laki lebih banyak dibandingkan perempuan. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Panat dan Kulkarni [20], bahwa beberapa penelitian terkait prevalensi buta warna, jumlah penderita laki-laki lebih banyak dibandingkan dengan penderita perempuan. Hal ini karena buta warna disebabkan oleh gen resesif yang terangkai pada kromosom kelamin X atau biasa disebut X *linked*. Seorang laki-laki hanya memiliki satu kromosom X, sehingga gen

buta warna lebih mudah terekspresi. Berbeda halnya dengan perempuan yang memiliki dua kromosom X. Satu alel buta warna pada perempuan akan dapat tertutupi oleh satu alel dominan. Sehingga perempuan dengan alel heterozigot tidak menderita buta warna tetapi membawa sifat buta warna (*carrier*) [2]. Menurut Sumarni [19], perempuan yang tergolong buta warna adalah yang memiliki dua alel resesif buta warna.

### Frekuensi Alel Buta Warna pada Siswa SMA di Kota Jember

Tabel 2 menunjukkan bahwa frekuensi alel buta warna pada siswa SMA di Kota Jember adalah 0,09 dengan alel buta warna pada laki-laki 0,063 dan alel buta warna pada perempuan 0,104.

Tabel 2. Frekuensi alel buta warna siswa SMA di Kota Jember

Jenis kelamin	Buta Warna	Normal	Total Frekuensi Alel
laki-laki	0,063	0,937	1
perempuan	0,104	0,896	1
laki-laki dan perempuan	0,09	0,91	1

Tabel 3. Uji kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg

Fenotip	o	e	(o-e) <sup>2</sup>	$\frac{(o-e)^2}{e}$
Laki-laki buta warna	11	13	4	0,31
Laki-laki normal	161	160	1	0,01
Perempuan buta warna	2	0,97	1,1	1,13
Perempuan normal	179	172	49	0,29
Total				$\sum = 1,74$

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa frekuensi alel buta warna pada siswa SMA di Kota Jember (0,09) lebih besar dibandingkan dengan frekuensi alel buta warna pada etnik Malaysia (0,07) [20] dan India Utara (0,087) [15]. Adanya perbedaan nilai frekuensi alel tersebut diduga karena dipengaruhi oleh jumlah sampel dan jumlah penderita antara laki-laki dan perempuan. Jumlah sampel pada etnik Malaysia sebanyak 688 orang dengan 25 laki-laki dan seorang perempuan yang mengalami kelainan buta warna, sedangkan jumlah sampel di India Utara sebanyak 1028 orang dengan 41 laki-laki dan empat perempuan yang mengalami kelainan buta warna. Menurut Stansfield [22], perbedaan frekuensi alel dikarenakan individu perempuan (XX) membawa alel dua kali lebih banyak dari individu laki-laki (XY). Alel normal pada siswa SMA adalah 0,91 dengan alel normal pada laki-laki 0,937 dan alel normal pada perempuan 0,896. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar dari populasi tersebut bergenotip normal (CC dan C-).

### Uji kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg

Hasil pengujian kesetimbangan genetik dengan tes Chi-Square menunjukkan nilai tes Chi-square adalah 1,74 pada derajat bebas= 3, dengan nilai probabilitas antara 0,80 dan 0,50 yang menunjukkan tidak ada penyimpangan yang signifikan (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa

persyaratan kesetimbangan genetik dalam suatu populasi, seperti populasi berukuran besar, perkawinan secara acak, tidak ada seleksi, tidak ada migrasi, dan tidak ada mutasi diduga terpenuhi, sehingga tidak terjadi perubahan frekuensi alel [11].

Masyarakat Jember, khususnya masyarakat yang tinggal di kota, merupakan masyarakat yang berasal dari hasil perkawinan antara suku Jawa dan suku Madura [23], sehingga diduga bahwa masyarakat tersebut melakukan perkawinan secara acak. Perkawinan secara acak yang dimaksud adalah perkawinan antara individu yang memiliki genotip berbeda [24]. Selain itu, populasi siswa SMA di Kota Jember juga diduga merupakan populasi yang berukuran besar, karena terdiri atas beberapa kecamatan yang berada di Kota Jember. Menurut Crow dan Kimura [25], hukum kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg hanya akan terjadi pada populasi berukuran besar yang memungkinkan tiap individu berpeluang untuk melakukan perkawinan secara acak dengan individu lain yang memiliki genotip berbeda. Perkawinan secara acak menyebabkan frekuensi alel menjadi tetap dari satu generasi ke generasi berikutnya [26].

Selain populasi berukuran besar dan perkawinan secara acak, seleksi merupakan salah satu syarat dalam kesetimbangan genetik. Seleksi menyebabkan suatu genotip tertentu memiliki jumlah keturunan yang lebih banyak dan lebih mudah beradaptasi dari genotip yang lain. Selain itu, seleksi

juga mengakibatkan berkurangnya atau bahkan hilangnya suatu genotip, sehingga dengan adanya seleksi mengakibatkan perubahan frekuensi alel dalam suatu populasi [22]. Seleksi pada populasi masyarakat di Kota Jember diduga tidak terjadi, karena penderita buta warna masih dapat melakukan perkawinan dan menghasilkan keturunan, seperti halnya dengan masyarakat yang normal. Menurut Waples [27], seleksi yang mempengaruhi perubahan frekuensi alel harus terjadi sepanjang hidup dari suatu populasi.

Syarat kesetimbangan genetik selanjutnya adalah populasi yang tertutup atau dalam suatu populasi tidak terdapat migrasi (imigrasi dan emigrasi) [10]. Namun populasi di Jember bukan populasi yang tertutup. Hal ini dibuktikan oleh Zoebazary [28], yang mengatakan bahwa migrasi masyarakat Jember masih terjadi dan terus berlangsung. Diduga migrasi di Jember sebanding antara imigrasi dan emigrasi, sehingga tidak terlalu mempengaruhi perubahan frekuensi alel.

### KESIMPULAN

Prevalensi buta warna siswa SMA di Kota Jember adalah 3,68%, dengan frekuensi alel buta warna 0,09 dan alel normalnya adalah 0,91. Frekuensi genotip dan frekuensi alel buta warna pada siswa SMA di Kota Jember sesuai dengan hukum kesetimbangan genetik Hardy-Weinberg dengan nilai Chi-Square 1,74 dan nilai probabilitas antara 0,80 dan 0,50 yang menunjukkan tidak ada penyimpangan yang signifikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ritonga, R. dan Hendy, Y, "Kampanye Urgensitas Tes Buta Warna Bagi Siswa-Siswi Calon Mahasiswa Desain" *Sketsa*, vol. 1, no. 2, pp. 131-137, 2014.
- [2] Singh, A. dan S. Chahal, "Incidence Of Color Blindness Among Some Endogamous Groups Of Bathinda District, Punjab" *The Internet Journal of Biological Anthropology*, vol. 4, no. 1, pp. 1-5, 2009.
- [3] Afkarina, R., Manal, Moehammad S, dan Hudiono, "Rancang bangun aplikasi pengenalan warna objek bagi penyandang buta warna berbasis web" *Prosiding Sentrinov*, vol. 3, no. 1, pp. 156-167, 2017.
- [4] Hardjodisastro, D, *Menuju Seni Ilmu Kedokteran: Bagaimana Dokter Berpikir dan Bekerja*. Gramedia Pustaka Utama, 2006.
- [5] Shrestha, R.K, Joshie M.R, Shakya S, dan Ghising R, "Color Vision Defects in School Going Children" *J Nepal Med Assoc*, vol. 50, no. 1, pp. 264-266, 2010.
- [6] Kaur, N. dan Khushdeep S, "Comparative review of color blindness in different ethnic populations" *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, vol. 2, no. 36, pp. 6977-6981, 2013.
- [7] Chia, A., Gazzard G, Tong L, Zhang X, Sim E.L, Fong A, dan Mei S.S, "Red-green colour blindness in singaporean children" *Clin Experiment Ophthalmol*, vol. 36, no. 5, pp. 464-467, 2008.
- [8] Riskesdas, *Laporan Nasional 2007*. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan RI, 2008.
- [9] Pai, A.C, *Dasar-Dasar Genetika: Ilmu untuk Masyarakat*. Erlangga, 1992.
- [10] Yatim, W, *Genetika* Edisi kelima. Tarsito, 1996.
- [11] Suryo, *Genetika Manusia* Cetakan 5. Gadjah Mada University Press, 1997.
- [12] Ilyas, S. dan Sri R.Y, *Ilmu Penyakit Mata* Edisi kelima. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2014.
- [13] Chaudhari, S.V., P.S. Chaudhari, Ravi P. dan Rahul S, "A survey on colorblindness in pharmacy students at wagholi, pune International" *Journal Of Innovative Research & Development*, vol. 2, no. 3, pp. 518- 524, 2013.
- [14] Agusta, S., Tony M. dan M. Sidik, "Instrumen pengujian buta warna otomatis" *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 15-22, 2012.
- [15] Fareed, M., Malik A.A, dan Mohammad A, "Prevalence and gene frequency of color vision impairments among children of six populations from North Indian region" *Genes & Diseases*, vol. 2, no. 1, pp. 211-218, 2015.
- [16] Ayuni, A.N, "Kematangan Karir Siswa Kelas XI Ditinjau dari Tingkat Pendidikan Orang Tua dan Keadaan Ekonomi Keluarga di SMA Negeri 1 Pakem Tahun Ajaran 2014/2015" *E- Journal Bimbingan dan Konseling* Edisi 10.
- [17] Ishihara, S, *Ishihara's Test for Colour – Blindness*. Kanehara & CO., LTD, 1994.
- [18] Hassan, M.S., Eddyman W.F, dan Eddy S, *Pengantar Biologi Evolusi*. Penerbit Erlangga. 2014.
- [19] Sumarni, "Prevalensi Buta Warna Pada Calon Mahasiswa yang Masuk di Universitas Tadulako" *Biocelbes*, vol. 4, no. 1, pp. 54-59, 2010.
- [20] Panat, A.V. dan D.A. Kulkarni, "Prevalence of Red-Green Color Vision Deficiency (cvd) Among Science Students: A 10 Years' Survey" *Human Biology Review*, vol. 5, no. 1, pp. 65-71, 2016.
- [21] Balasundaram, R. dan Sagili C.R, "Prevalence of Colour Vision Deficiency Among Medical Students and Health Personnel" *Malaysian Family Physician*, vol. 1, no. 2, pp. 52-53, 2006.
- [22] Stansfield, W.D, *Genetika* Edisi Kedua. Erlangga, 1991.
- [23] Roesfandi, P.S, "Keluarga Pandalungan, Keluarga Berbasis Budaya Madura Atau Jawa ?" *Psychofest conference*, 2018.
- [24] Russel, P.J, *Fundamental of Genetics*. Harper Collins Collage Publishers, 1994.
- [25] Crow, J.F. dan Kimura, M, *An Introduction to Population Genetics Theory*. Burgess Publishing Company, 1970.
- [26] Susanto, A.H. *Genetika*. Graha Ilmu, 2011.
- [27] Waples, R.S, "Testing for Hardy–Weinberg Proportions: Have We Lost the Plot?" *Journal of Heredity*, vol. 106, no. 1, pp. 1–19, 2015.
- [28] Zoebazary, M.I, *Orang Pandalungan Penganyam Kebudayaan di Tapal Kuda*. Paguyupan Pandalungan Jember, 2017.