



BUTA WARNA: Bagaimana Mengatasinya?

dr. Devina Permatasari

Color vision deficiency (CVD), atau yang disebut buta warna, didefinisikan sebagai “ketidakmampuan untuk membedakan corak warna tertentu atau pada kasus yang lebih berat, tidak dapat melihat warna sama sekali”.¹ Orang dengan CVD sulit membedakan kombinasi warna tertentu dan perbedaan warna sehingga mereka harus menghadapi banyak tantangan dalam kehidupan sehari-harinya, misalnya dalam mengenali warna lampu lalu lintas ketika menyetir atau menentukan kematangan daging saat memasak. Pemilihan karier pun menjadi terbatas, karena persepsi warna yang baik merupakan prasyarat untuk beberapa profesi (misalnya polisi, pilot).^{1,2}

Manusia dapat mempersepsikan panjang gelombang cahaya yang berada dalam rentang sekitar 380 nm hingga 700 nm. Manusia dengan penglihatan warna normal dapat membedakan ribuan nuansa warna.³ Retina pada mata manusia memiliki 2 fotoreseptor, yaitu sel batang (*rods*) dan sel kerucut (*cones*). Dalam kondisi pencahayaan normal, informasi visual diberikan oleh sel kerucut. Sedangkan sel batang digunakan dalam pencahayaan redup. Sel batang dan sel kerucut mengandung protein rhodopsin, yang memungkinkan penglihatan warna.² Namun, semua orang menjadi buta warna dalam kondisi cahaya redup karena tidak adanya cahaya yang cukup untuk mengaktifkan sel kerucut, dan hanya ada satu kelompok fotoreseptor yang aktif yaitu sel batang.³

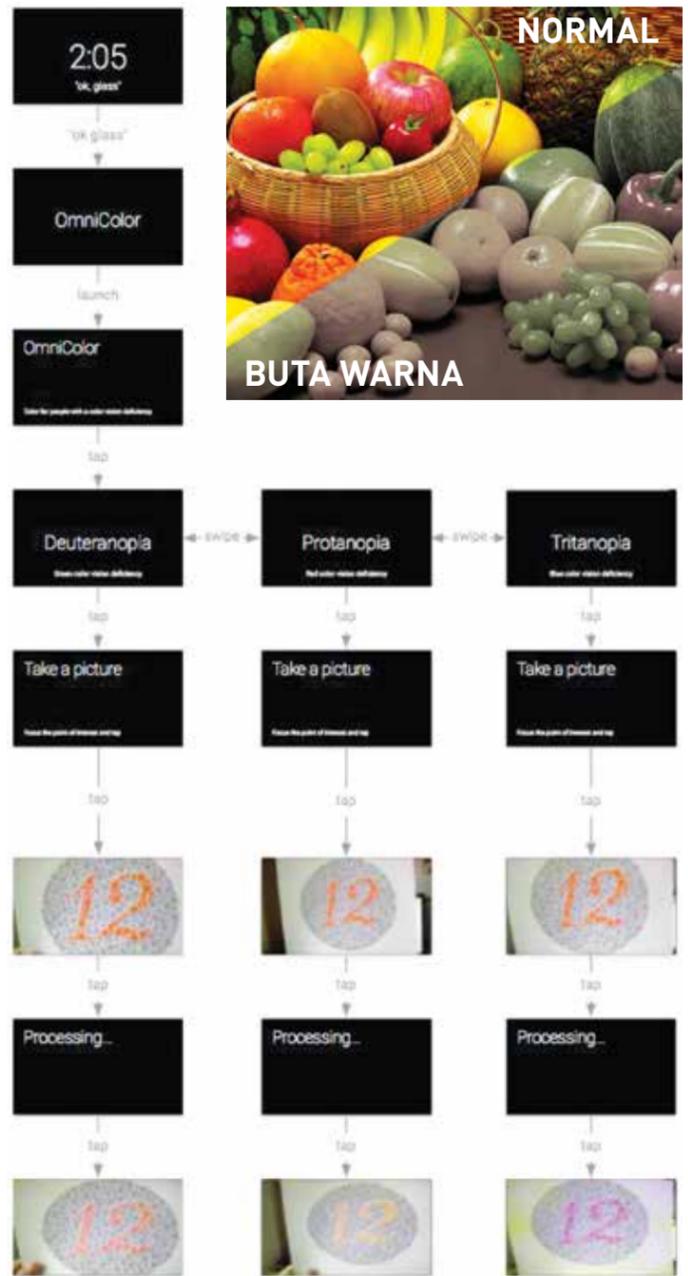
Penglihatan warna yang normal adalah *trichromatic*. Warna apapun dapat diciptakan kembali dengan kombinasi warna biru, merah, dan hijau, yang dipersepsikan oleh sel kerucut.⁴ Sel kerucut dibagi menjadi

3 kelompok, yang bertanggung jawab untuk panjang gelombang pendek (426 nm- biru), medium (530 nm- hijau), dan panjang (557 nm- merah).^{1,3} Pada penglihatan normal, terdapat ketiga kelompok sel kerucut tersebut. Ketika mengidentifikasi sebuah warna, fungsi sel kerucut ini berdasarkan ambang aktivasi yang sesuai. Kombinasi dari ambang aktivasi yang berbeda untuk ketiga tipe sel kerucut kemudian akan diproses oleh otak dan warna yang sesuai dipersepsikan.⁴

CVD dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal dapat berupa penyebab genetik atau didapat, sedangkan faktor eksternal dapat disebabkan oleh lingkungan sekitar, seperti tingkat pencahayaan. Informasi genetik untuk keberadaan dan sensitivitas sel kerucut pada retina ditentukan oleh kromosom X. Laki-laki hanya memiliki satu kromosom X, dimana perempuan memiliki dua. Oleh karena itu, laki-laki lebih mungkin mengalami CVD dibanding perempuan. CVD

yang didapat disebabkan adanya kerusakan sistem penglihatan, misalnya karena kecelakaan atau penyakit.²

Saat ada sel kerucut yang hilang/ rusak, otak menerima informasi yang salah, menyebabkan persepsi warna yang terbatas. Tiga hasil yang mungkin terjadi jika salah satu sel kerucut rusak adalah *protanomaly*, *deuteranomaly*, dan *tritanomaly*. *Dichromatism*, kondisi dimana salah satu tipe sel kerucut benar-benar hilang, dibagi menjadi 3 kelompok - protanopia, deuteranopia, dan tritanopia, yaitu ketika mata kekurangan sel kerucut yang bertanggung jawab untuk panjang gelombang merah, hijau, dan biru, secara berurutan. Protanopia, *protanomaly*, deuteranopia, dan *deuteranomaly* dihubungkan sebagai CVD merah-hijau (bentuk CVD paling umum). Tritanopia dan *tritanomaly*, keduanya lebih jarang. Bentuk paling jarang disebut *monochromatism*, terjadi saat mata tidak memiliki sel kerucut sama sekali,



Gambar 2. Urutan tampilan layar dari OmniColor

atau hanya memiliki sel kerucut yang bertanggung jawab untuk warna biru, menyebabkan ketidakmampuan mempersepsikan warna sama sekali.⁴

Meskipun tidak ada pengobatan untuk CVD saat ini, beberapa teknik dapat digunakan untuk meningkatkan persepsi warna pada pasien. Salah satu metodenya dengan penggunaan kacamata berwarna (*EnChroma*).⁴ *EnChroma* memiliki tingkat warna bervariasi mulai dari filter *indoor* (warna biru muda) hingga *outdoor* (warna abu-abu gelap). Filter *Enchroma* menggunakan teknologi “a multi-notch filter” yang selektif menyaring bagian-bagian dari spektrum yang terlihat.³ Meskipun diskriminasi warna membaik, hal ini tidak menghasilkan penglihatan warna normal seutuhnya. Kacamata pengoreksi warna yang sudah tersedia ini harganya mahal, besar, dan tidak dapat digunakan bersamaan dengan lensa lainnya. Namun, sekarang telah dibuat lensa kontak yang lebih hemat biaya. Selain itu, lensa kontak ini dapat melakukan koreksi pada seluruh lapang pandang dan menghindari penghalang dari sisi perifer yang tidak terkoreksi pada kasus penggunaan kacamata.⁴

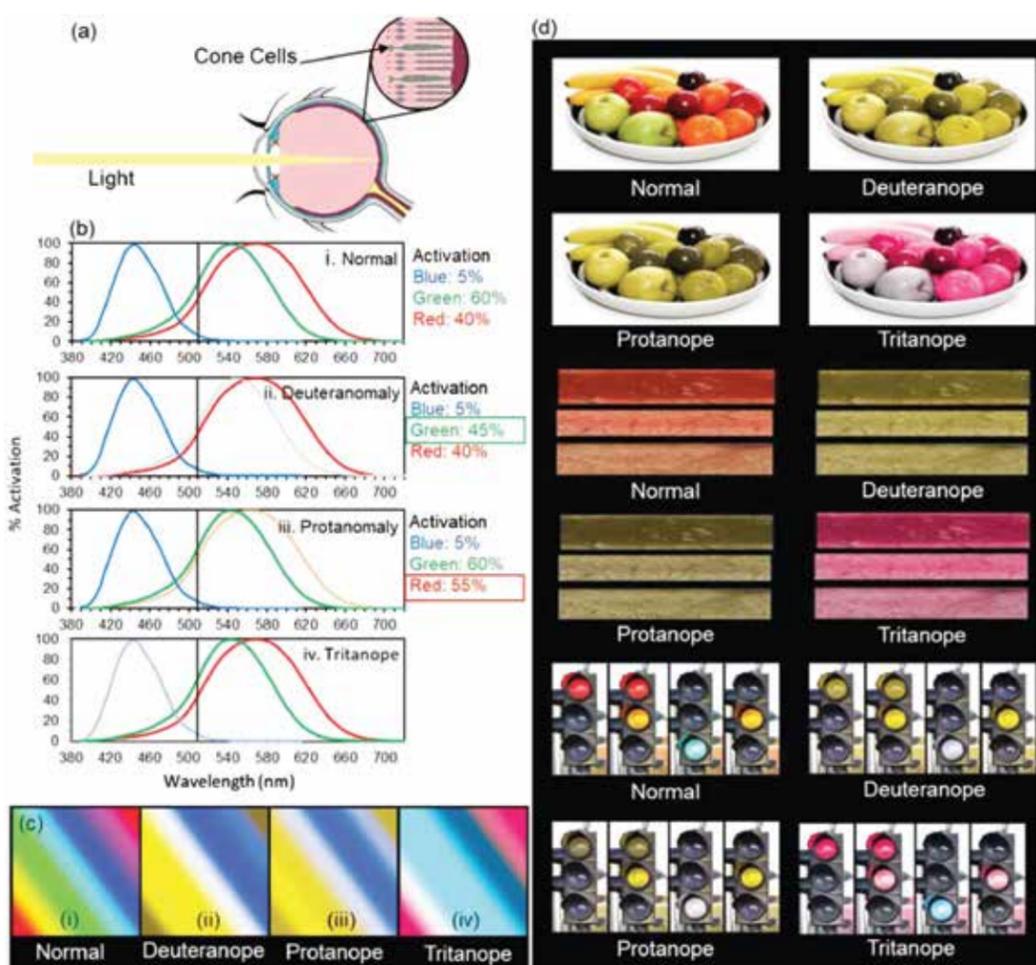
Lalu pada dekade terakhir, aplikasi dan produk komersial juga telah dikembangkan untuk manusia dengan CVD.¹ Penggunaan *smart-phones* dengan aplikasi yang menyediakan metode koreksi warna dapat membantu. Namun, perangkat tersebut juga memiliki keterbatasan. Banyak pekerjaan yang membutuhkan dua tangan, misal-

nya tidak mungkin menyetir mobil dengan satu tangan, sementara tangan lainnya memegang ponsel terus menerus. Oleh karena itu, perangkat lain yang memungkinkan navigasi tanpa menggunakan tangan lebih sesuai untuk tujuan tersebut.²

Munculnya *smart glasses* (*Google Glass*) membuka jalan untuk desain dan perkembangan sistem yang dapat digunakan untuk membantu manusia dengan CVD.¹ *Smart glasses* digunakan di kepala seperti kacamata biasa. Selain untuk menampilkan informasi, kacamata ini juga dapat digunakan untuk mengambil gambar atau merekam video.² Aplikasi *Google Glass* yang disebut *OmniColor*, meskipun tidak dapat digunakan secara *real time*, secara keseluruhan membawa kemajuan dengan memperbaiki persepsi warna pada orang dengan CVD, terutama untuk kasus yang tidak membutuhkan *critical time*.^{1,2} MD

Daftar Pustaka:

- Melillo Paolo, Daniel Riccio, Luigi Di Perna, et al. Wearable Improved Vision System for Color Vision Deficiency Correction. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine.*, vol.5, 2017, Art. no. 3800107.
- Laussegger Georg, Michael Spitzer, Martin Ebner. *OmniColor - A Smart Glasses App to Support Colorblind People.* *iJIM.* 2017;11 (5):161-177.
- Almutairi Nawaf, James Kundart, Naganathan Muthuramalingam, et al. Assessment of Enchroma Filter for Correcting Color Vision Deficiency. *College of Optometry.* 2017. <http://commons.pacificu.edu/opt/21>
- Badawy Abdel-Rahman, Muhammad Umair Hassan, Mohamed Elsherif, et al. Contact Lenses for Color Blindness. *Adv. Healthcare Mater.* 2018, Art. no. 1800152.



Gambar 1. Persepsi warna pada CVD. a) Anatomi mata dan sel kerucut. b) Persentase aktivasi untuk berbagai tipe CVD pada 510 nm. c) Gambaran visual yang dilihat oleh individu yang melihat gambar yang sama dengan kemampuan penglihatan warna yang berbeda. d) Warna yang dilihat oleh individu dengan tipe CVD berbeda.