

Metode Standardisasi Warna Krisan (*Chrysanthemum*)

Standardization Method of Color Chrysanthemum

Sylvatera Ayu Puspitasari^{1*)}, Didik Indradewa²⁾

¹⁾Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir Sutami No.36A, Jebres, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

²⁾Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

Jalan Flora No. 1, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta 5581, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi E-mail: sylvatera@staff.uns.ac.id

Diajukan: 21 Juni 2022 /Diterima: 8 Agustus 2023 /Dipublikasi: 29 Agustus 2023

ABSTRACT

Color is an essential indicator of the characteristics of flowers in ornamental plants. At first, flower color was measured using the Royal Horticulture Society Color Chart (RHS Color Chart). The development of technology has resulted in the development of chromameter tools, however, they are quite expensive and less adaptable to their use, as in Indonesia. Considering the limitations of these two color sensors, we need a tool that is easier and faster to use, such as a mobile phone-based Color Analyzer application. The purpose of this research is to develop an automatic, accurate, easy, and fast method for measuring flower color using a mobile phone-based Color Analyzer application. The research was conducted at the Plant Breeding Laboratory of the Faculty of Agriculture at Gadjah Mada University using red chrysanthemums. The tools used were a Chromameter, an iPhone-type phone (iPhone 11 Pro Max with 12 MP camera, f/1.8), and an Android-type phone (Realme XT with 64 MP camera, f/1.8). The mobile phone was equipped with the Color Analyzer application - Iro Shirabe. The L, a, and b values of flowers are determined using a Chromameter, iPhone, and Android mobile phones. These three types of color measurement instruments are arranged in a completely randomized design. The results from measuring the values of L, a, and b from the two mobile phones were analyzed by regression against the Chromameter using SAS software. Color Analyzer application for mobile phones has a very close relationship between L, a, and b values and chromameter values (R^2 value > 0.85) so it can be used as an accurate, easy, and fast method of observing flower colors.

Keywords : Chromameter; Color Analyzer; Flower Color; Royal Horticulture Society Color Chart.

INTISARI

Warna merupakan salah satu indikator penting terhadap karakteristik bunga pada tanaman hias. Awal mulanya, pengukuran warna bunga menggunakan *Royal Horticulture Society Color Chart (RHS Color Chart)*. Adanya perkembangan teknologi munculah alat Chromameter namun cukup mahal dan kurang adaptif penggunaannya, seperti halnya di Indonesia. Adanya keterbatasan dua alat penera warna tersebut, diperlukan adanya alat lebih mudah, dan cepat dalam penggunaan, salah satunya dengan pemanfaatan aplikasi *color analyzer* berbasis telepon genggam. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan metode pengukuran warna bunga secara otomatis yang akurat, mudah, dan cepat dengan menggunakan aplikasi *color analyzer* berbasis telepon genggam. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman,

Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada dengan menggunakan krisan merah. Alat yang digunakan yaitu chromameter, telepon genggam tipe iPhone (iPhone 11 Pro Max dengan kamera 12 MP, f/1,8), dan telepon genggam tipe android (Realme XT dengan kamera 64 MP, f/1,8). Telepon genggam dilengkapi dengan aplikasi *Color Analyzer – Iro Shirabe*. Peneraan warna bunga dilakukan dengan chromameter, telepon genggam tipe iPhone dan tipe android untuk mengukur nilai L, a dan b. Ketiga macam alat ukur warna tersebut merupakan perlakuan dan disusun dalam rancangan acak lengkap. Hasil pengukuran nilai L, a, dan b dari kedua alat telepon genggam dibuat regresi terhadap chromameter dengan menggunakan *software SAS*. Aplikasi *color analyzer* berbasis telepon genggam mempunyai hubungan nilai L, a dan b dengan chromameter yang sangat erat (nilai $R^2 > 0.85$) sehingga dapat dijadikan metode pengamatan warna bunga yang akurat, mudah dan cepat.

Kata kunci : chromameter; *color Analyzer*; *royal horticulture society color chart*; warna bunga

PENDAHULUAN

Penampilan adalah salah satu atribut kualitas terpenting dalam komoditas florikultura. Kualitas merupakan karakter suatu produk yang menunjukkan derajat keunggulan suatu produk atau kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan tertentu. Salah satu kualitas dari bunga adalah warna. Warna merupakan salah satu indikator penting terhadap karakteristik tanaman terutama untuk tanaman hias. Warna dapat digunakan sebagai salah satu sifat untuk merakit varietas baru tanaman hias. Secara visual, warna menunjukkan pigmen senyawa tertentu dan interaksinya dengan lingkungan.

Warna ditentukan oleh cahaya tampak yang tidak diserap namun dipantulkan ke mata manusia. Warna diatur oleh penyerapan selektif panjang gelombang cahaya tertentu. Warna mengacu pada bagian dari spektrum elektromagnetik yang terlihat oleh mata manusia. Gelombang elektromagnetik ditangkap oleh mata dan mengirimkan sinyal ke otak sehingga menghasilkan warna. Penerimaan warna tergantung pada struktur

mata dan lingkungan. Selain itu suasana hati juga dapat mempengaruhi warna yang dibuat oleh otak manusia. Oleh karena itu, sebagai variabel pengukuran warna dapat terjadi kesalahan apabila dilakukan dengan mata (Chudy *et al.*, 2020). Salah satu karakteristik terpenting dari tanaman berbunga adalah warna bunganya sehingga pengukuran warna harus akurat. Data warna bunga juga dapat digunakan untuk mengkarakterisasi dan membandingkan koleksi tanaman (Griesbach & Austin, 2005; McAtee *et al.*, 2022).

Pada awalnya, peneraan warna bunga dilakukan dengan menggunakan *Royal Horticulture Society Color Chart (RHS Color Chart)*. *RHS Color Chart* menjadi standar baku dalam mengkalisifikasikan warna. Seiring berjalannya waktu, diketahui kelemahan alat tersebut yang dirasakan oleh peneliti, yaitu penilaian warna kurang objektif sehingga mempunyai tingkat keakuratan yang rendah akibat penentuan warna berdasarkan penglihatan mata, persepsi

penglihatan dapat berbeda, harga alat yang mahal serta variasi warna yang terbatas.

Seiring dengan kemajuan teknologi, terciptalah alat digital pengukur warna chromameter. Banyak penelitian menggunakan alat chromameter diantaranya buah apel, bunga peony dan daun strawberry (Magdic *et al.*, 2019; Keskin *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2022). Chromameter lebih akurat karena menggunakan sistem digital serta mempunyai ruang warna CIELAB yang sudah disesuaikan dengan penglihatan manusia dengan cahaya. Analisis dengan menggunakan alat akan menghasilkan data yang lebih akurat karena bersifat obyektif (Pakiding *et al.*, 2015). Chromameter juga mempunyai kelemahan yaitu tidak portable, kurang aplikatif digunakan di lapangan, biasanya digunakan di dalam laboratorium, memerlukan ketrampilan dalam mengoperasikan alat, dan mahal harganya.

Penggunaan model pengamatan yang tepat diperlukan dalam menentukan tingkat keakuratan sistem. Berkaitan dengan hal tersebut maka diperlukan alternatif lain untuk dapat mengukur warna secara akurat namun cepat dan mudah dilakukan oleh semua kalangan. Aplikasi *color analyzer* berbasis telepon genggam dapat menjadi alternatif untuk pengukuran warna yang cepat dan mudah. Penggunaan *color analyzer* diperlukan bidang yang datar dan pencahayaan yang seragam. Aplikasi ini juga sudah dilengkapi dengan ruang warna CIELAB seperti chromameter yang mengukur nilai L, a dan b, sehingga nilai warna yang

dihasilkan bukan berdasarkan penglihatan mata (Sanmartin *et al.*, 2020).

Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan warna bunga yang mempunyai nilai antara 0 – 100. Nilai 0 menandakan gelap atau hitam sedangkan 100 menandakan terang atau putih. Nilai a dapat bernilai positif (+) maupun negatif (-). Jika nilai a positif (+) maka warna cenderung kemerahan, nilai a negatif (-) cenderung kehijauan, nilai b positif (+) cenderung kekuningan dan b negatif (-) cenderung kebiruan. Hasil yang didapatkan saat pengukuran nilai a maupun nilai b yaitu kode berupa nilai positif (+) atau negatif (-). Pada layar dapat dilihat nilai a yaitu +30 dan -30. Nilai +30 berarti warna kemerahan dengan nilai 30, sedangkan nilai -30 yaitu warna kahijauan dengan nilai 30. Sama halnya dengan yang dihasilkan pada nilai b.

Menurut Intaravanne & Sumriddetchkajorn (2015), pengujian menggunakan telepon genggam mudah diimplementasikan dan murah. Intaravanne *et al.* (2012), menunjukkan telepon pintar dapat berfungsi sebagai colorimeter dua dimensi (2-D) untuk mengelompokkan pisang secara spasial ke dalam tiga tingkat kematangan yang berbeda. Selain itu, colorimeter berbasis perangkat seluler dipergunakan untuk analisis konsentrasi klorin dalam air (Sumriddetchkajorn *et al.*, 2013; Sumriddetchkajorn *et al.*, 2014). Keunggulan dari aplikasi *color analyzer* adalah akurat dan cepat karena berbasis digital, mudah digunakan, serta tidak memerlukan biaya yang besar. Selain itu, hasil pengamatan warna yang telah dilakukan

juga dapat disimpan dalam bentuk file. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mendapatkan metode pengukuran warna bunga yang akurat, mudah, dan cepat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat sebagai alternatif dalam penggunaan chromameter dan *RHS color chart* dalam menera warna.

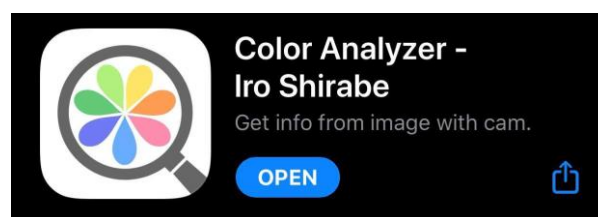
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Penelitian dilaksanakan mulai bulan April – Juni 2021. Bahan yang digunakan adalah krisan merah. Alat yang digunakan yaitu chromameter (Konica Minolta CR-410), telepon genggam tipe iPhone (iPhone 11 Pro Max dengan kamera 12 MP, f/1,8), telepon genggam tipe android (Realme XT dengan kamera 64 MP, f/1,8) dilengkapi dengan aplikasi *Color Analyzer – Iro Shirabe* (Gambar 1.) dan tripod. Rancangan perlakuan berupa penggunaan chromameter, telepon genggam tipe iPhone dan tipe android untuk menera warna bunga dengan 30 ulangan. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui nilai L, a dan b warna bunga krisan merah yang dilakukan pada pukul 11

selama 3 jam di ruang terbuka (*outdoor*) agar didapatkan kualitas cahaya yang baik.

Bunga yang akan ditera warnanya diletakkan vertikal sejauh 20 cm dari telepon genggam (Intaravanne & Sumriddetchkajom, 2015). Telepon genggam disangga menggunakan tripod. Pengukuran dilakukan sebanyak 30 kali pengulangan pada individu bunga yang berbeda. Pada saat pengukuran, kelopak bunga dilatarbelakangi oleh kertas HVS berwarna putih. Hasil peneraan nilai L, a, dan b yang diperoleh dari pengukuran dua tipe telepon genggam dianalisis dengan menggunakan *software SAS* (SAS Institute, 2013). Selanjutnya dihitung koefisien korelasi r dan persamaan regresi untuk L, a dan b dari tiga alat pengamatan tersebut. Jika nilai a positif (+) maka warna cenderung kemerahan, nilai a negatif (-) cenderung kehijauan, nilai b positif (+) cenderung kekuningan dan b negatif (-) cenderung kebiruan (Gunal *et al.*, 2008; Moritsuka *et al.*, 2019).

Salah satu aplikasi *color analyzer* yang dapat diunduh melalui telepon genggam adalah aplikasi *color analyzer – Iro Shirabe* (Gambar 1). Aplikasi tersebut dapat diunduh di *App Store* maupun *Play Store* sehingga dapat digunakan pada semua jenis telepon genggam.

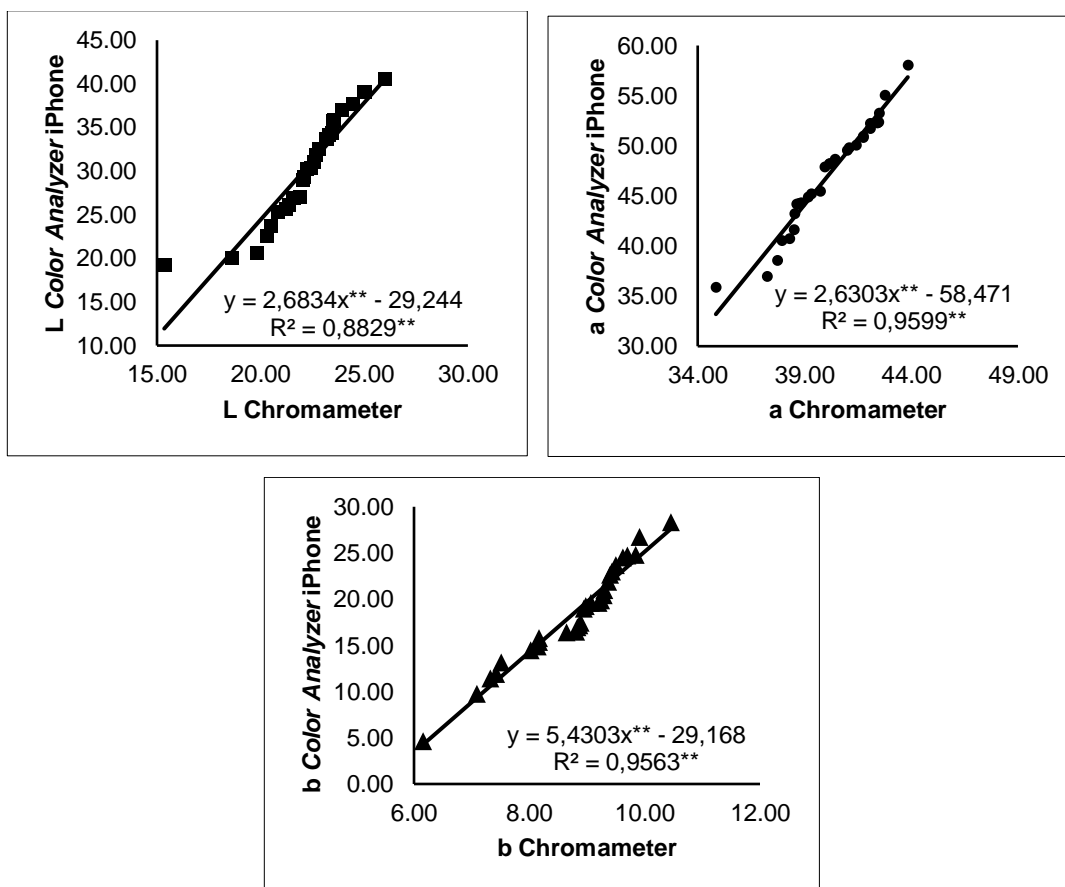


Gambar 1. Aplikasi *color analyzer* pada telepon genggam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Color analyzer dan chromameter merupakan metode pengukuran warna. Kedua metode ini mempunyai beberapa kesamaan yaitu berbasis digital, nilai yang dihasilkan adalah kualitatif, dan menggunakan model CIELAB. Model CIELAB akan menghasilkan nilai L, a dan b. Hubungan antara nilai chromameter dengan *color analyzer* iPhone tercantum di dalam Gambar 2(a) untuk nilai L, Gambar 2(b) untuk nilai a dan 2(c) untuk nilai b, sedangkan hubungan antara nilai chromameter dengan *color analyzer* android tercantum di dalam Gambar 3(a) untuk nilai L, Gambar 3(b) untuk nilai a dan 3(c) untuk nilai b. Nilai L yang dihasilkan dari ketiga alat pengukuran warna yaitu antara 19 – 41 yang

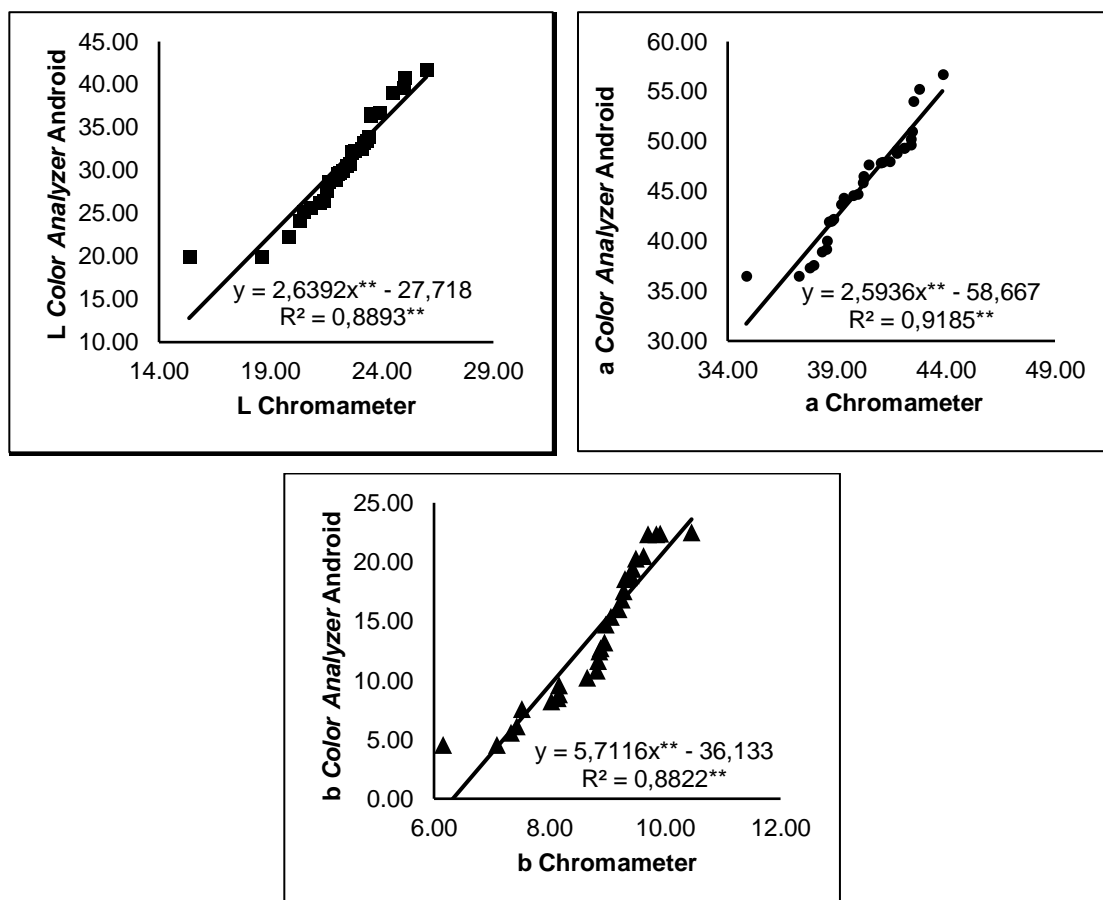
menandakan tingkat kecerahan yang rendah. Hal tersebut sesuai dengan yang terlihat secara nyata bahwa bunga krisan yang diamati berwarna merah tua sehingga nilai L yang dihasilkan rendah mendekati 0 atau cenderung gelap. Bunga krisan yang digunakan adalah warna merah sehingga nilai a adalah positif (+). Hasil yang didapatkan yaitu nilai a positif (+) dan diikuti angka yang dominan tinggi (35 - 60) sehingga menandakan warna merah yang tua. Nilai b yang dihasilkan yaitu positif (+) yang berarti cenderung kekuningan dibandingkan kebiruan, akan tetapi angka yang dihasilkan cukup rendah (5 - 30). Hal tersebut sesuai dengan warna bunga krisan yang berwarna merah dengan sedikit warna kekuningan



Gambar 2. Regresi chromameter x *color analyzer* iPhone (a) untuk nilai L, (b) untuk nilai a, (c) untuk nilai b

Gambar 2(a) menunjukkan bahwa nilai L pada iPhone mempunyai hubungan sangat nyata dengan nilai L pada chromameter dengan $R^2 = 0,8829^{**}$, mengikuti persamaan linier $Y = 2,6834X^{**} - 29,244$. Gambar 2(b) menunjukkan bahwa nilai a pada iPhone mempunyai hubungan sangat nyata dengan nilai a pada chromameter dengan $R^2 = 0,9599^{**}$, mengikuti persamaan linier $y = 2,6303x^{**} - 58,471$. Gambar 2(c) menunjukkan bahwa nilai b pada iPhone mempunyai hubungan sangat nyata dengan nilai b pada chromameter dengan $R^2 = 0,9563^{**}$, mengikuti persamaan linier $y = 5,4303x^{**} - 29,168$.

Hubungan antara nilai chromameter dengan *color analyzer* android tercantum di dalam Gambar 3(a) untuk nilai L pada android mempunyai hubungan sangat nyata dengan nilai L pada chromameter dengan $R^2 = 0,8893^{**}$, mengikuti persamaan linier $y = 2,6392x^{**} - 27,718$. Gambar 3(b) menunjukkan bahwa nilai a pada iPhone mempunyai hubungan sangat nyata dengan nilai a pada chromameter dengan $R^2 = 0,9185^{**}$, mengikuti persamaan linier $y = 2,5936x^{**} - 58,667$. Gambar 3(c) menunjukkan bahwa nilai b pada iPhone mempunyai hubungan sangat nyata dengan nilai b pada chromameter dengan $R^2 = 0,8822^{**}$, mengikuti persamaan linier $y = 5,7116x^{**} - 36,133$.



Gambar 3. Regresi chromameter x *color analyzer* android (a) untuk nilai L, (b) untuk nilai a, (c) untuk nilai b

Keunggulan dari aplikasi *color analyzer* adalah akurat dan cepat karena berbasis digital sehingga mempunyai akurasi yang baik, mudah digunakan, serta tidak memerlukan biaya yang besar. Selain itu, hasil pengamatan warna yang telah dilakukan juga dapat disimpan dalam bentuk file. Penggunaan kamera pada smartphone bertujuan agar dapat melakukan penggolongan kematangan buah jeruk secara otomatis, lebih akurat, lebih cepat dengan penentuan secara objektif (Arief, 2019) serta portable dan murah (Mohi-Alden *et al.*, 2021). Selain itu juga bertujuan agar metode yang diusulkan dapat digunakan masyarakat secara luas.

Berdasarkan hasil persamaan regresi maka nilai L, a dan b yang terbaca dengan menggunakan *color analyzer* dapat dihitung nilai L, a dan b menurut alat standar chromameter. Hasil perhitungan tersebut

dicantumkan di dalam Tabel 1 untuk nilai L, Tabel 2 untuk nilai a dan Tabel 3 untuk nilai b. Untuk model berdasarkan hasil pengukuran pada bunga krisan merah menggunakan telepon genggam, nilai L hanya ditabelkan dengan rentang nilai dari 10 sampai 40, nilai a dari 30 sampai 60 dan nilai b dari 5 sampai 30.

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai L pada *color analyzer* iPhone dan android memberikan hasil yang tidak jauh beda pada nilai chromameter. Rentang nilai yang dekat menandakan bahwa penggunaan aplikasi *color analyzer* baik pada iPhone maupun android dapat digunakan sebagai pengganti alat chromameter. Berdasarkan tabel tersebut juga dapat langsung dilihat jika nilai *color analyzer* iPhone dan android 10 maka jika dibaca dengan chromameter akan terbaca nilai sekitar angka 14. Begitu pula untuk nilai yang lain.

Tabel 1. Konversi nilai L iPhone dan android menjadi nilai L pada chromameter untuk bunga krisan merah

<i>L Color Analyzer</i> iPhone	<i>L Chromameter</i>	<i>L Color Analyzer</i> Android	<i>L Chromameter</i>
10	14,62	10	14,29
15	16,49	15	16,19
20	18,35	20	18,08
25	20,21	25	19,97
30	22,07	30	21,87
35	23,94	35	23,76
40	25,80	40	25,66

Tabel 2. Konversi nilai a iPhone dan android menjadi nilai L pada chromameter untuk bunga krisan merah

<i>a Color Analyzer</i> iPhone	<i>a Chromameter</i>	<i>a Color Analyzer</i> Android	<i>a Chromameter</i>
30	33,64	30	34,18
35	35,54	35	36,11
40	37,44	40	38,04
45	39,34	45	39,97
50	41,24	50	41,90
55	43,14	55	43,83
60	45,04	60	45,75

Tabel 3. Konversi nilai b iPhone dan android menjadi nilai L pada chromameter untuk bunga krisan merah

<i>b Color Analyzer</i> iPhone	<i>b Chromameter</i>	<i>b Color Analyzer</i> Android	<i>b Chromameter</i>
5	6,29	5	7,20
10	7,21	10	8,08
15	8,13	15	8,95
20	9,05	20	9,82
25	8,97	25	10,70
30	10,89	30	11,58

Perancangan sistem yang terdapat pada *chromameter* sudah menggunakan model CIELAB. CIELAB merupakan model warna yang dirancang untuk menyerupai persepsi penglihatan manusia dengan menggunakan tiga komponen yaitu L sebagai *luminance* (pencahayaan), a dan b. Chromameter maupun *color analyzer* i

Phone dan android menghasilkan nilai L, a dan b. Pada Penelitian klasifikasi kematangan buah tomat dengan variasi model warna (HSV, YCbCr dan CIELAB) menggunakan *Support Vector Machine* menghasilkan hasil yang akurat dengan berbasis ruang warna CIELAB (Astrianda, 2020).

Tabel 2 dan 3 juga memberikan hasil yang sama yaitu nilai a dan b pada *color analyzer* iPhone dan android mempunyai hasil yang tidak jauh beda pada nilai *chromameter*. Jika nilai a pada *color analyzer* iPhone dan android 30 maka yang terbaca pada chromameter sekitar angka 33 hingga 34. Jika nilai b pada *color analyzer* iPhone dan android 10 maka yang terbaca pada chromameter sekitar angka 6 hingga 7.

Konversi nilai dapat dilakukan pada nilai yang lebih rinci, kisaran lebih lebar dengan lebih cepat bila dibuat program berdasarkan persamaan yang telah diperoleh. Dengan nilai yang terukur menggunakan *color analyzer* iPhone maupun android, dapat langsung diketahui berapa sebenarnya nilai bila diukur dengan chromameter sebagai alat standar menilai warna bunga krisan merah. Mohi-Alden *et al.* (2021) melakukan studi pengukuran warna buah melon menggunakan telepon genggam berdasarkan teknik pengolahan citra. Sistem tersebut dapat digunakan secara efisien sesuai dengan metode penyesuaian warna untuk mengukur warna buah selama masa penyimpanan.

KESIMPULAN

Aplikasi *color analyzer* berbasis telepon genggam mempunyai hubungan nilai L a dan b dengan chromameter yang sangat erat sehingga dapat dijadikan metode pengamatan warna bunga yang akurat, mudah, dan cepat sebagai alternatif penggunaan chromameter.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M. 2019. Klasifikasi kematangan buah jeruk berdasarkan fitur warna menggunakan metode SVM. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Desain Komunikasi Visual*, 4(1): 9 – 16.
- Astrianda, N. 2020. Klasifikasi kematangan buah tomat dengan variasi model warna menggunakan support vector machine. *VOCATECH*, 1(2): 44 – 51.
- Chudy, S., A. Biliska, R. Kowalski & J. Teichert. 2020. Colour of milk and milk products in cie L^*a^*b space. *Med. Water*, 76(2): 77 – 81.
- Griesbach, R. J. & S. Austin. 2005. Comparison of the munsell and royal horticultural society's color charts in describing flower color. *Taxon* 53 (3): 771-773.
- Gunal, H., S. Ersahin, B. Yetgin & T. Kutlu. 2008. Use of chromameter-measured color parameters in estimating color-related soil variables. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39: 726-740
- Intaravanne, Y. & S. Sumriddetchkajorn. 2015. Android based rice leaf color analyser for estimating the needed amount of nitrogen fertilizer. *Computer and Electronics in Agriculture*, 116: 228 – 233.
- Intaravanne, Y., S. Sumriddetchkajorn, & J. Nukeaw. 2012. Cell phone based two-dimensional spectral analysis for banana ripeness estimation. *Sens. Actuat. B:Chem*, 168: 390 – 394.
- Keskin, M., Y. E. Sekerli & K. Gunduz. 2018. Influence of leaf water content on the prediction of nutrient stress in strawberry leaves using chromameter. *International Journal of Agriculture & Biology*, 20: 2103-2109
- Magdic, D., J. Lukinac, S. Jokic, F. Cacic-kenjeric, M. Bilic & D. Velic. 2009. Impact analysis of different chemical pre-treatments on colour of apple discs during drying process. *Croat. J. Food Sci. Technol.*, 1(1): 31-35
- McAtee, P. A., S. Nardoza, A. Richardson, M. Wohlers & R. J. Schaffer. 2022. A data driven approach to assess complex colour profiles in plant tissues. *Front. Plant Sci.*, 12
- Mohi-Alden, K., M. Alabboud, F. Soltani & S. Kalantari. 2021. Developing a postharvest color changes identification system of melon rind using image processing. *Dysona-Applied Science*, 2: 13-20.
- Moritsuka, N., K. Kawamura, Y. Tsujimoto, M. Rabenarivo, A. Andriamananjara, T. Rakotoson & T. Razafimbelo. 2019. Comparison of visual and instrumental measurements of soil color with different low-cost colorimeters. *Soil Science and Plant Nutrition*, 65(6): 605-615.
- Pakiding, F. L., J. Muhidong, & O. S. Hutabarat. 2015. Profil sifat fisik buah terung belanda (*cyphomandra betacea*). *Jurnal AgriTechno*, 8(2): 131 – 139.
- Sanmartin, P., M. Gambino, E. Fuentes & M. Serrano. 2020. A simple, reliable, and inexpensive solution for contact color measurement in small plant samples. *Sensors*. 20, 2348.
- SAS Institute. 2013. Base SAS Procedures guide: Statistical procedures, 2nd edn., SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

- Sumriddetchkajorn, S, K. Chaitavon & Y. Intaravanne. 2013. Mobile device based self-referencing colorimeter for monitoring chlorine concentration in water. *Sens. Actuat. B:Chem*, 182: 592 – 597.
- Sumriddetchkajorn, S, K. Chaitavon & Y. Intaravanne. 2014. Mobile platform-based colorimeter for monitoring chlorine concentration in water. *Sens. Actuat. B:Chem*, 191: 561 – 566.
- Wu, Y., Z. Hao, Y. Tang & D. Zhao. 2022. Anthocyanin Accumulation and differential expression of the biosynthetic genes result in a discrepancy in the red color of herbaceous peony (*paeonia lactiflora pall.*) flowers. *Horticulturae*, 8, 349.