

**PENGGUNAAN ALAT SENSOR WARNA UNTUK MENDUGA DERAJAT
DOMINANSI GEN PENYANDI KARAKTER WARNA BUAH CABAI
HASIL PERSILANGAN**

APPLICATION OF COLOUR SENSORS TO ESTIMATE DEGREE OF GENE
DOMINANCE ENCODES COLOUR OF CHILI-PEPPER FRUITS PROGENY

Tantri Swandari^{1*)}, Panjisakti Basunanda²⁾ Aziz-Purwantoro²⁾

¹⁾Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Institut Pertanian STIPER Yogyakarta

²⁾Jurusan Budidaya Pertanian, Prodi Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian UGM

*E-mail korespondensi : tantri14swandari@instiperjogja.ac.id

ABSTRACT

Colour is an interesting character to be studied in breeding program of ornamental chilli. Colour of plant was affected by the accumulation chlorophyll, carotenoids and anthocyanins that regulated by multiple genes controlling color (gene *B*, gene *cl*, gene y^+ , gene *c1 / c2*, and gene *A*). Genes regulating of colour have different dominance degrees thus affecting potential properties inherited in plants. Aim of the research was to determine the alleged dominance of the gene encoding a colour using the colour ratio of female and male parent, and also population of F1 generation. Research materials used are F1 generation and reciprocal accession (A, BR, and CP). The measured parameter was the character of fruit colour using a colour sensor Conica Minotla 400 to get the value of $L^*a^*b^*$ (L: brightness; a: axis extends from green (-a) to red (+a); b: the b axis from blue (-b) to yellow color). Quantitative measurement based on the coordinates $L^*a^*b^*$ showed Chroma and Hue values that describe the color of the fruit. The results showed that the potential value of color brightness ratio of generation F1 and F1R (F1: AxBR, F1R: BRxA) were over dominant. Gene partially dominant shown in cross breeding of accession A and CP (F1: AxCP, F1R: CPxA).

Keywords: Colour sensors, chili-pepper fruits, gene dominance

PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu jenis tanaman sayur yang tergolong Marga *Capsicum*. Beberapa jenis cabai telah dibudidayakan secara luas sehingga

banyak menghasilkan kultivar baru yang memiliki keunggulan tertentu sesuai keinginan manusia, semisal bernilai sebagai tanaman hias karena keragaman bentuk maupun warna buah

Tantri Swandari *et al.* : Penggunaan Alat Sensor Warna untuk Menduga Derajat.....

(Djarwaningsih, 2005). Warna buah cabai masak dan belum masak merupakan karakter yang sangat penting dalam pemuliaan kultivar cabai hias dan menentukan kualitas buah (Swandari, *et al.*, 2014).

Buah cabai masak memiliki variasi warna bertingkat dari kuning, jingga sampai merah juga coklat sebagai kombinasi dari warna merah dan hijau. Warna buah cabai belum masak bervariasi dari kuning, hijau, ungu muda sampai ungu gelap (Smith, 1950). Warna pada buah cabai dipengaruhi oleh akumulasi senyawa klorofil, karotenoid, dan antosianin (Stommel dan Bosland, 2006).

Analisis warna secara visual pada beberapa bagian tanaman telah umum dilakukan untuk mengetahui status nitrogen daun, akumulasi senyawa dan evaluasi perubahan warna selama pergantian musim. Namun metode ini memiliki kelemahan karena bersifat

subjektif (Murakami, *et. al.*, 2005). Subjektivitas menyebabkan dua warna atau lebih akan terlihat sama walaupun sedikit berbeda.

Dengan demikian dikembangkan suatu metode analisis warna yang lebih teliti yaitu dengan menggunakan instrumen analisis warna yang dikenal dengan istilah sensor warna. Penggunaan sensor warna dapat mendefinisikan perbedaan warna sebagai perbandingan numerik antara warna sampel dengan standar (Almegakm, 2015).

Penggunaan sensor warna dianggap lebih mudah dan murah pada skala laboratorium maupun lapangan (Seelye *et. al.*, 2011). Penelitian ini dilaksanakan untuk menduga derajat dominansi gen penyandi karakter warna pada buah cabai hasil persilangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di rumah plastik Kebun Penelitian Tri Dharma Banguntapan pada bulan Maret 2013 sampai Mei 2014. Tanaman cabai yang digunakan sebagai tetua persilangan adalah dua genotipe cabai hias (*Capsicum annuum* L.) yaitu BR (*Bollivian Rainbow*) dan CP (*Cherry Pepper*). Genotipe cabai BR menunjukkan pigmentasi antosianin dibagian batang, daun, bunga, dan buah. Genotipe A yang merupakan cabai konsumsi (*Capsicum frutescens* L.) juga digunakan sebagai tetua persilangan. Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap yaitu:

1) Penanaman cabai tetua dan persilangan.

Pada tahap ini, empat genotipe cabai tetua ditanam dan disilangkan untuk mendapatkan benih F1. Persilangan yang dilakukan yaitu A×BR dan A×CP beserta resiproknnya. Pembibitan menggunakan

media semai arang sekam. Bibit cabai berumur 3 minggu (muncul 3 atau 4 daun pertama) dipindah ke dalam plastik polibag. Media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kompos dengan perbandingan 3:1. Pupuk yang digunakan ialah NPK Mutiara dengan dosis 10g/L. Pengendalian organisme pengganggu tanaman menggunakan fungisida Dhitane M-45 dan insektisida Rutin[®] yang diberikan sesuai intensitas serangan hama.

2) Tahap penanaman benih F1 hasil persilangan untuk evaluasi warna buah

Evaluasi warna buah cabai muda dan masak dilakukan dengan menggunakan alat sensor warna *Konica Minolta Head CR-400* sehingga akan diperoleh nilai $L^*a^*b^*$ (L: cerah atau terang; a: keberadaan warna merah; b: keberadaan warna kuning). Pengukuran kuantitatif warna buah cabai berdasarkan koordinat

$L^*a^*b^*$ akan menunjukkan nilai *Chroma* dan *Hue* yang mendeskripsikan warna buah tersebut. Nilai *chroma* meningkat maka warna akan terang, sedangkan jika nilai *chroma* turun menunjukkan warna pudar. *Hue* menunjukkan hasil pengukuran sudut warna, jika *hue* bernilai 0° maka menunjukkan warna merah sedang jika *hue* bernilai $\leq 90^\circ$ menunjukkan warna kuning.

Pengukuran kuantitatif warna kemudian digunakan untuk menghitung derajat dominansi. Derajat dominansi dihitung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran warna buah cabai tetua persilangan dan populasi keturunan F1 maupun F1R (resiprokal) pada fase buah muda dan matang menggunakan alat sensor warna menunjukkan koordinat $L^*a^*b^*$ yang berbeda walaupun secara subjektif menunjukkan warna yang identik. Berdasarkan gambar 2, dapat diketahui bahwa tanaman tetua A dan CP

berdasarkan rumus Petr dan Frey (1966) yaitu $hp = (F1-MP) / (HP-MP)$; dengan hp = potensi rasio, $F1$ = rata-rata nilai $F1$, HP = rata-rata tetua tertinggi, MP = nilai tengah kedua tetua. Berdasarkan nilai potensi rasio, maka derajat dominansi diklasifikasikan sebagai berikut: $hp = 0$ (tidak ada dominansi, $hp = 1$ atau $hp = -1$ (dominansi atau resesif penuh), $0 < hp < 1$ (dominan parsial), $-1 < hp < 0$ (resesif parsial), dan $hp > 1$ atau $hp < -1$ (overdominan).

memiliki warna buah fase muda hijau, fase sedang jingga, dan fase tua merah. Persilangan antara tetua A dan CP menghasilkan keturunan F1 dan F1R memiliki warna buah yang identik dengan kedua tetuanya. Nilai koordinat warna $L^*a^*b^*$ menunjukkan bahwa buah tetua A memiliki warna hijau yang lebih terang (cerah) sedang tetua CP memiliki warna

buah hijau pekat. Hal ini bisa diamati berdasarkan nilai chroma, tetua A chroma 32,37 dan tetua CP bernilai 18,04. Demikian pula warna buah tetua A dan CP pada fase buah matang secara subjektif menunjukkan warna identik merah tetapi berdasarkan nilai chroma diketahui bahwa warna buah tetua A lebih

merah terang daripada CP. Warna buah fase muda dan fase matang pada populasi keturunan F1 (A×CP) dan F1R (CP×A) menunjukkan nilai L*a*b, chroma, dan hue yang tidak beda nyata sehingga diduga tidak ada efek tetua betina (*maternal effect*) (Tabel 1).

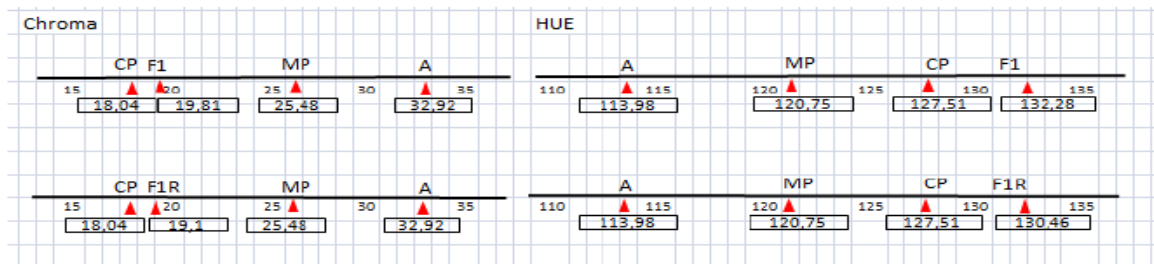
Tabel 1. Rerata nilai koordinat L*a*b*, chroma, dan hue warna buah cabai

Populasi	Koordinat Warna											
	L		a		b		Chroma		Hue		Warna subjektif	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
A (<i>C.frutescens</i>)	36,62	38,77	-14,93	50,97	35,65	35,92	32,37	62,36	113,98	8,09	hijau	merah
CP (<i>C.annuum</i>)	31,97	35,36	-15,63	41,52	23,87	41,50	18,04	58,71	127,51	32,68	hijau	merah
A x CP	28,57	21,72	-21,67	30,44	29,36	19,13	19,81	35,95	132,28	1,17	hijau	merah
CP x A	26,08	18,97	-19,40	30,07	27,47	19,10	19,45	35,62	130,46	1,20	hijau	merah
T-hit	1,21	1,62	-1,54	0,16	0,97	0,02	(ns pada koordinat warna L, a, dan b)					

Keterangan: Deskripsi warna menggunakan L* a* b* CIELAB, dengan L* (cerah atau gelap) berkisar antara hitam (0) sampai putih (100); a* keberadaan warna merah (a* > 0) atau hijau (a* < 0); b* keberadaan warna kuning (b* > 0) atau biru (b* < 0). Chroma (saturasi atau tingkatan terang), saat nilai chroma meningkat maka warna akan lebih terang sedang saat nilai chroma menurun maka warna akan pudar. Hue (ketipisan warna) sebagai hasil pengukuran sudut yang jika bernilai 0° = merah dan 90° = kuning. M= fase buah muda, T= fase buah tua. Signifikasi (p < 0,05).

Nilai chroma dari buah cabai fase muda digunakan untuk analisis derajat dominansi karena dianggap memiliki kisaran warna yang lebih luas untuk dipelajari. Analisis derajat dominansi berguna untuk mengetahui aksi gen pengendali sifat genetik yang terkait langsung dengan besaran nilai potensi

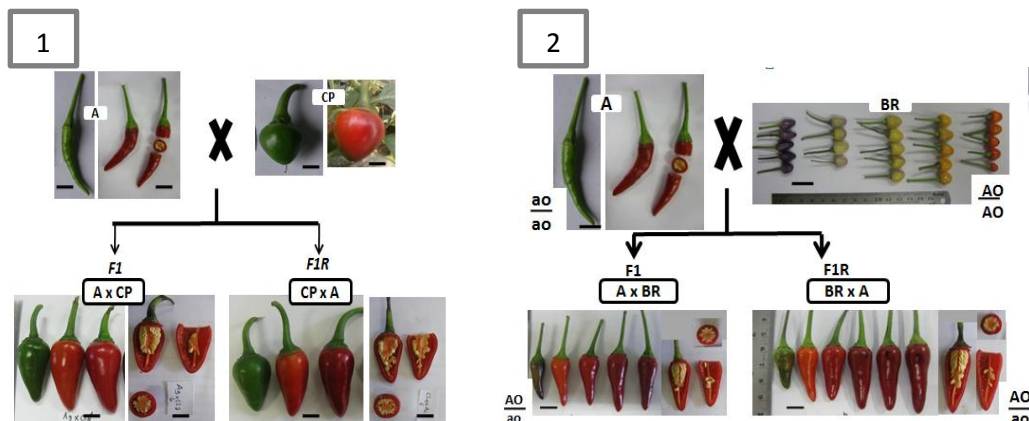
gen tetua yang terwariskan kepada keturunannya. Derajat dominansi dinyatakan berdasarkan besarnya nisbah potensi yang disajikan dalam bentuk skema posisi relatif (Gambar 1).



Gambar 1. Skema posisi relatif sifat warna populasi F1 dan F1R terhadap kedua tetua persilangan

Nilai chroma menunjukkan bahwa populasi keturunan pertama (F1; A×CP) dan resiprokal (F1R; CP×A) memiliki nilai potensi rasio kecerahan yang mendekati tetua cabai CP. Hal ini menunjukkan adanya efek dominan sebagian, sehingga dapat dikatakan bahwa buah fase muda pada populasi F1 maupun F1R memiliki kecerahan warna buah yang relatif mendekati tingkat

kecerahan tetua cabai CP. Berdasarkan nilai hue, populasi keturunan pertama (F1; A×CP) dan keturunan resiprokal (F1R;CP×A) memiliki nilai potensi rasio yang melebihi kedua tetuanya, sehingga menunjukkan adanya pengaruh dominansi lebih. Dengan demikian, buah cabai keturunan F1 dan F1R memiliki warna buah yang lebih hijau daripada kedua tetuanya.



Gambar 2. Buah tanaman tetua cabai dan keturunan F1 maupun F1R. 1) Persilangan cabai A dan CP, 2) Persilangan cabai A dan BR

Tabel 2. Rerata nilai koordinat L*a*b*, chroma, dan hue warna buah cabai.

Populasi	Koordinat warna											
	L		a		b		Chroma		Hue		Warna subjektif	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
A (<i>C. frutescens</i>)	36,62	38,77	-14,93	50,97	35,65	35,92	32,37	62,36	113,98	8,09	hijau	merah
BR (<i>C. annuum</i>)	51,18	40,18	20,47	47,87	-8,88	35,90	18,44	59,84	335,51	13,61	ungu	merah
A x BR	13,96	23,06	-3,32	32,02	10,57	21,04	10,04	38,32	201,72	2,81	hijau keunguan	merah keunguan
BR x A	16,38	21,84	-1,44	31,10	8,89	21,26	8,77	37,67	202,90	6,19	hijau keunguan	merah keunguan
T-hit	-1,17	0,66	-1,54	0,55	0,89	-0,10	(ns pada koordinat warna L, a, dan b)					

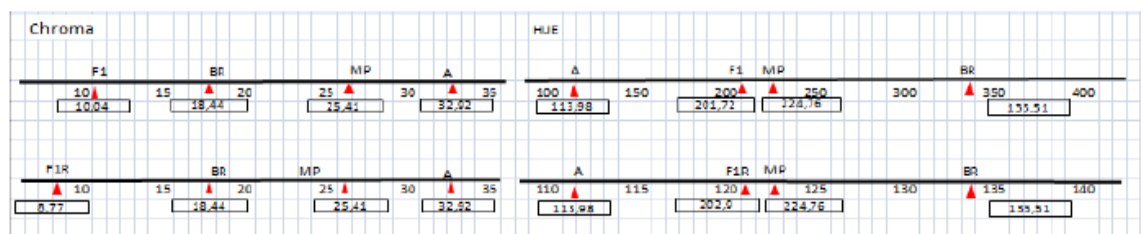
Keterangan: Deskripsi warna menggunakan L* a* b* CIELAB, dengan L* (cerah atau gelap) berkisar antara hitam (0) sampai putih (100); a* keberadaan warna merah (a* > 0) atau hijau (a* < 0); b* keberadaan warna kuning (b* > 0) atau biru (b* < 0). Chroma (saturasi atau tingkatan terang), saat nilai chroma meningkat maka warna akan lebih terang sedang saat nilai chroma menurun maka warna akan pudar. Hue (ketipisan warna) sebagai hasil pengukuran sudut yang jika bernilai 0° = merah dan 90° = kuning. M= fase buah muda, T= fase buah tua. Signifikasi (p < 0,05).

Secara subjektif tetua A memiliki buah muda berwarna hijau sedangkan tetua BR memiliki buah berwarna ungu. Persilangan kedua tetua cabai tersebut menghasilkan keturunan F1 dan F1R dengan buah muda berwarna hijau keunguan. Buah cabai fase tua pada tetua A, BR, keturunan F1 dan F1R menunjukkan warna subjektif yang identik yaitu merah. Berdasarkan nilai chroma dan hue, buah cabai muda tetua A memiliki kisaran warna hijau cerah sedangkan tetua BR menunjukkan kisaran warna ungu gelap yang akan berangsur-angsur menjadi ungu cerah pada fase

transisi (Gambar 2). Buah cabai fase tua pada tetua A dan BR menunjukkan perbedaan tetapi tidak signifikan, buah tetua A relatif lebih merah daripada buah tetua BR (Tabel 2). Warna buah cabai muda keturunan F1 dan keturunan resiproknya menunjukkan nilai chroma dan hue yang relatif sama yaitu termasuk dalam kisaran warna hijau kehitaman. Nilai potensi rasio kecerahan warna buah cabai keturunan F1 dan F1R menunjukkan efek dominan lebih, dengan nilai chroma warna buah cabai keturunan F1 dan F1R lebih kecil daripada kedua tetuanya. Nilai hue warna buah cabai

Tantri Swandari *et al.* : Penggunaan Alat Sensor Warna untuk Menduga Derajat.....

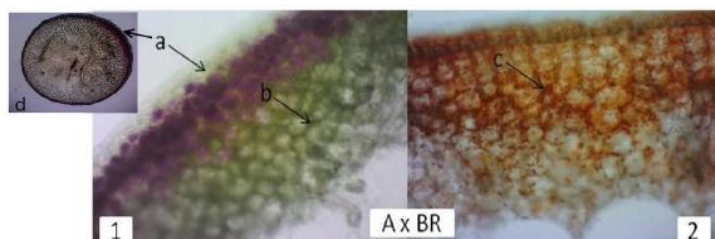
menunjukkan efek dominan sebagian dengan nilai hue berada diantara kedua tetuanya (Gambar 3). Dengan demikian, hasil pengamatan dengan sensor warna dapat digunakan untuk menduga derajat dominansi sifat warna pada buah cabai.



Gambar 3. Skema posisi relatif sifat warna populasi F1 dan F1R terhadap kedua tetua persilangan

Hasil ini didukung dengan pengamatan anatomis buah hasil persilangan tetua A dan BR yang menunjukkan tidak adanya warna transisi. Peristiwa ini diduga karena gen pengatur warna yang berasal dari salah satu tetua bersifat dominan (Gambar 4). Karakter kualitatif buah cabai tanaman tetua A memiliki warna hijau karena mengandung zat warna klorofil dan karotenoid. Tanaman tetua BR memiliki buah muda berwarna ungu

karena akumulasi zat warna antosianin pada vakuola lapisan sel eksokarp maupun mesokarp buah muda. Warna ungu pada bagian buah diatur oleh gen tunggal dominan A. Locus A diidentifikasi memiliki homologi dengan AN2 (Anthocyanin2) *Petunia* yang berperan sebagai faktor transkripsi untuk mengatur ekspresi gen dalam siklus biosintesis antosianin (Cheng, L., *et al.*, 2007).



Gambar 4. Irisan melintang buah cabai hasil persilangan tetua A dan BR. 1) irisan buah fase muda, 2) irisan buah fase matang, a) akumulasi antosianin, b) akumulasi klorofil, c) akumulasi kromoplas.

KESIMPULAN

Populasi keturunan pertama (F1; A×CP) dan resiprokal (F1R; CP×A) menunjukkan adanya efek dominan sebagian sehingga populasi F1 maupun F1R memiliki kecerahan warna buah yang relatif mendekati tingkat kecerahan tetua cabai CP. Buah cabai muda keturunan F1 dan keturunan resiprok dari persilangan tetua A dan BR menunjukkan

nilai chroma dan hue yang relatif sama yaitu termasuk dalam kisaran warna hijau kehitaman atau disimpulkan memiliki derajat dominansi yang dominan. Dengan demikian, hasil pengamatan dengan sensor warna dapat digunakan untuk menduga derajat dominansi sifat warna pada buah cabai hasil persilangan walaupun masih perlu dilakukan analisis molekular lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Almegakm. 2015. Mengidentifikasi Perbedaan Warna Menggunakan Koordinat $L^*a^*b^*$ atau $L^*C^*h^*$. <http://analisawarna.com/2015/08/17/mengidentifikasi-perbedaan-warna-menggunakan-lab-atau-lch-koordinat/>
- Cheng, L., Yanjun Xu, E. Grotewold, Zhiping Jin, F. Wu, C.Fu, D. Zhao. 2007. Characterization of Anthocyanidin Synthase (ANS) Gene and Anthocyanidin in Rate medicinal Plant. *Plant Cell Tiss Organ Cult* (2007) 87: 63-73.
- Djarwaningsih, Tutie. 2005. *Capsicum spp* (cabai): Asal, Persebaran dan Nilai Ekonomis. *Biodiversitas*. Volume 6, No. 4, Hal. 292-296.
- Oancea, S., dan L.Oprean. 2011. Anthocyanins from Biosynthesis in Plants to Human Health Benefits. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E.Food Technology*. Vol. XV (2011) No.1.
- Murakami, P.F., M.R. Turner, A.K. van den Berg, P.G.Schaberg. 2005. An Instructional Guide for Leaf Color Analysis using Digital Imaging Software. General technical Report NE-327. United States Department of Agriculture. Northeastern Research Station.
- Seelye, M.,G. S. Gupta, D. Bailey. 2011. Low Cost Colour Sensors for Monitoring Plant Growth in a Laboratory. School of Engineering and Advance Technology (SEAT), Massey

Tantri Swandari *et al.* : Penggunaan Alat Sensor Warna untuk Menduga Derajat.....

University, Palmerston North,
New Zealand.

Smith, P.C. 1950. Inheritance of brown and green mature color in pepper. *Journal Heredity* 41:138-140.

Stommel, J.R. dan P.W. Bosland. 2006. Pepper, Ornamental, *Capsicum annum* p.561-599. In: Anderson, N.O (ed). *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century*. Springer Link. Nederland.

Swandari, T., P. Basunanda, dan Aziz-Purwantoro. 2014. Deteksi Keberadaan Gen Terkait-Antosianin dan Asosiasinya terhadap Kualitas Buah Cabai (*Capsicum spp.*). *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis ke-68 Fakultas Pertanian UGM: Pengembangan dan Pemanfaatan IPTEKS untuk Kedaulatan Pangan*. ISSN No: 2442-7314.