

ANALISIS GAMBAR DIGITAL SEBAGAI METODE KARAKTERISASI DAN KUANTIFIKASI WARNA PADA IKAN HIAS

Ruby Vidia Kusumah¹⁾, Eni Kusrini²⁾, Siti Murniasih³⁾, Anjang Bangun Prasetyo⁴⁾,
dan Kamaluddin Mahfudz⁵⁾

¹⁾ Balai Riset Budidaya Ikan Hias
Jl. Perikanan No. 13, Pancoran Mas, Depok, Jawa Barat
E-mail: kusumah_rv@yahoo.com

²⁾ Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor

(Naskah diterima: 26 Agustus 2011; Disetujui publikasi: 28 Oktober 2011)

ABSTRAK

Analisis gambar (foto) digital digunakan sebagai metode alternatif karakterisasi dan kuantifikasi warna yang obyektif, akurat, serta aplikatif. *Software Image* membantu mengukur dan mengelompokkan beberapa parameter kualitatif warna secara kuantitatif berdasarkan standar nilai digital RGB (*Red Green Blue*) yang dimiliki setiap pikselnya. Dengan melakukan konversi ke model HSB (*Hue Saturation Brightness*), nilai digital warna yang diperoleh semakin mudah dipahami sesuai konsep cara pandang mata manusia. Frekuensi serta distribusi warna yang terukur pun dapat ditampilkan dalam bentuk histogram dua dimensi dan grafik tiga dimensi warna (3D *color space*). Hasil analisis pada delapan strain warna ikan cupang hias (*Betta splendens*) menunjukkan variasi warna yang ditampilkan dalam bentuk kisaran (minimum-maksimum), rata-rata (mean), serta standar deviasi (SD) dari setiap nilai RGB dan HSB. Kecerahan setiap individu dalam suatu strain warna diukur berdasarkan nilai kecerahan (*brightness*) yang dimiliki model warna HSB. Penelitian ini merupakan studi pendahuluan yang bertujuan untuk mempelajari analisis gambar digital sebagai metode karakterisasi dan kuantifikasi warna pada ikan hias.

KATA KUNCI: *Betta splendens*, gambar digital, ikan hias, karakterisasi, kuantifikasi

ABSTRACT: *Digital image analysis as the tool in color characterization and quantification of ornamental fish. By: Ruby Vidia Kusumah, Eni Kusrini, Siti Murniasih, Anjang Bangun Prasetyo, and Kamaluddin Mahfudz*

Digital imaging analysis has been used as an alternative method of color characterization and quantification which are objective, accurate, and applicative. ImageJ software helps to quantitatively measure and group several qualitative parameters base on digital values of RGB (Red Green Blue) from each pixels. By converting to HSB (Hue Saturation Brightness) model, the data can be more easily to understood which is similar to concept on how human eyes look at an object. The frequencies and distributions of colors can be also presented in form of histogram and 3D color graphics. The analysis of eight color strains of siamese fighting fish (Betta splendens) showed color variation depicted in form of ranges (minimum-maximum), means, and standard deviation (SD) of each RGB (Red Green Blue), and HSB (Hue Saturation Brightness) values. The lightness of each individual color strain was quantified based on the brightness values of HSB. This result is a preliminary

baseline data to better develop digital image analysis as the tool of characterization and quantification of colors on ornamental fish.

KEYWORDS: *Betta splendens, characterization, color, digital images, ImageJ, HSB, method, ornamental fish, quantification, RGB, siamese fighting fish, software*

PENDAHULUAN

Warna merupakan karakter komersial penting yang dapat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk hewani sehingga turut menentukan nilai jual produk tersebut di pasar (Colihueque, 2010; Tume *et al.*, 2009; Pavlidis *et al.*, 2006; Anderson, 2000). Pada ikan salmon, warna menjadi parameter yang pertama kali dipertimbangkan konsumen untuk pendugaan spesies, umur, asal, harga, rasa/tekstur yang diinginkan, kesegaran, serta kualitas produk (Anderson, 2000). Sedangkan pada banyak spesies ikan hias, misalnya cupang hias (*Betta splendens*), warna dikenal sebagai salah satu karakter penentu keindahan, karena ikan cupang hias merupakan salah satu ikan hias yang paling banyak ragam warnanya.

Dalam ilmu pengetahuan, warna yang menghiasi dan memberikan corak pada tubuh hewan telah lama menjadi topik penting dan menarik perhatian para ahli biologi (Leclercq *et al.*, 2009). Bahkan Aristoteles (384-322 SM) dalam bukunya yang berjudul *Historia Animalium* pun pernah menuliskan beberapa hasil pengamatannya terhadap warna serta perubahan warna yang terjadi pada beberapa spesies hewan, seperti lobster; sotong; dan cumi-cumi (Thompson, 1910). Sampai sekarang, berbagai penelitian yang menyangkut warna serta kualitas warna semakin berkembang dan banyak dilakukan dalam berbagai studi mulai dari taksonomi (Byers, 2006; Pavlidis *et al.*, 2006; Chapman & Fitz-Coy *dalam* Yasir & Qin, 2009), genetika kuantitatif (David *et al.*, 2004; Hoekstra, 2006), tingkah laku hewan (etologi) (Korzan *et al.*, 2008; Price *et al.*, 2008), biologi perkembangan (Hoekstra, 2006), evolusi (Hoekstra, 2006; Hofreiter & Schoneberg, 2010), kesehatan hewan (Clotfelter *et al.*, 2007), fisiologi (Szisch *et al.*, 2002; Yasir & Qin, 2009), hingga nutrisi (Booth *et al.*, 2004; Kalinowski *et al.*, 2005).

Meskipun telah lama menjadi karakter penting dan menarik untuk dipelajari, namun metode standar karakterisasi dan kuantifikasi warna pada hewan masih menjadi kendala bagi

banyak pengguna, termasuk di antaranya adalah peneliti. Warna yang tampak secara visual seringkali sulit dikarakterisasi dan dikuantifikasi pada suatu standar nilai tertentu. Akibatnya, hasil yang diperoleh pun seringkali tidak akurat karena perbedaan persepsi yang terjadi antara pengamat satu dengan lainnya (subyektif).

Observasi langsung secara visual merupakan salah satu metode karakterisasi dan kuantifikasi warna pada makhluk hidup, khususnya ikan hias. Meskipun memberikan hasil yang subyektif dan tidak akurat, namun metode ini masih banyak digunakan dalam berbagai studi yang menyangkut warna serta kualitas warna, contoh fisiologi, dan nutrisi (Ako *et al.*, 1999). Spektrofotometer dan colorimeter dapat digunakan sebagai metode lainnya yang lebih dipercaya, obyektif, serta akurat dalam karakterisasi dan kuantifikasi warna. Harga alat yang mahal, luas area tangkapan yang sempit (2-10 mm²), serta fungsi yang terbatas untuk aplikasi langsung pada hewan liar di alam menjadi kelemahan dari kedua metode ini.

Pesatnya perkembangan teknologi dalam bidang elektronik telah sukses menghasilkan produk kamera digital yang semakin konsisten dan akurat dalam mengabadikan berbagai obyek serta warna sesuai dengan apa yang terlihat dan tertangkap secara visual oleh mata. Dengan bantuan perangkat lunak (*software*) seperti ImageJ, produk berupa gambar (foto) digital yang dihasilkanpun dapat digunakan sebagai metode alternatif karakterisasi dan kuantifikasi warna yang obyektif, akurat, aplikatif, serta murah. Beberapa parameter kualitatif warna dapat diukur dan dikelompokkan secara kuantitatif berdasarkan standar nilai digital RGB (*Red Green Blue*) yang dimiliki setiap piksel-nya. Dengan melakukan konversi ke model HSB (*Hue Saturation Brightness*), nilai digital warna yang diperoleh semakin mudah dipahami sesuai konsep cara pandang mata manusia. Penelitian ini merupakan studi pendahuluan analisis gambar digital sebagai metode karakterisasi dan kuantifikasi warna pada ikan hias.

BAHAN DAN METODE

Objek Penelitian

Delapan strain warna ikan cupang hias (*Betta splendens* Regan 1910) dipilih sebagai perwakilan dari setiap warna yang umum dijumpai pada banyak spesies ikan hias air tawar ataupun laut. Adapun strain warna yang dimaksud antara lain terdiri atas merah, kuning, jingga, cyan, biru (*royal blue*), putih (*opaque*), hitam (*super black*), abu (Gambar 1). Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 91 ekor dengan beberapa strain warna, yaitu: cyan (9 ekor), abu-abu (6 ekor), putih (6 ekor), biru (18 ekor), merah (14 ekor), jingga (10 ekor), kuning (19 ekor), dan hitam (9 ekor). Secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

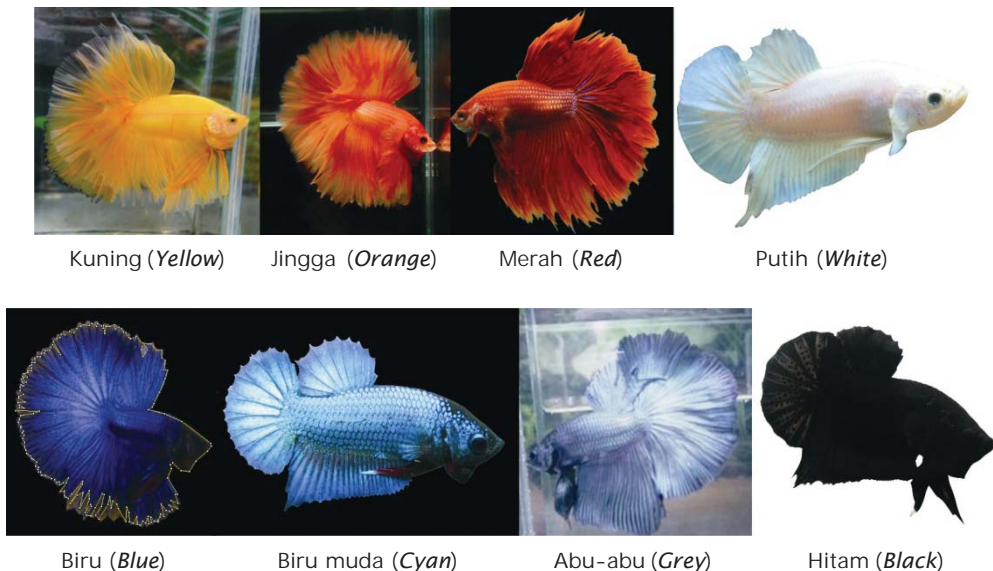
Teknik Pengambilan Foto (Gambar Digital)

Setiap objek penelitian difoto dalam akuarium berukuran 15 cm x 5 cm x 20 cm menggunakan kamera digital Olympus E450 DSLR tanpa dilakukan pembiasan. Foto diambil dalam ruang gelap (studio) sebagai upaya standarisasi terhadap fluktuasi cahaya. Pencahayaan bersumber dari lampu neon 40 watt yang diletakkan di bagian depan atas akuarium. Pengambilan foto dilakukan pada jarak 10 cm di depan akuarium. Foto (gambar)

digital yang dihasilkan disimpan dalam format JPG.

Analisis Warna

Foto (gambar) digital dari setiap strain warna ikan cupang hias dianalisis menggunakan *software* ImageJ 1.440 (Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA) dengan tambahan *plugin* Color Inspector 3D (Barthel, 2007) untuk menampilkan grafis tiga dimensi warna. *Software* dan *plugin* dapat diunduh secara gratis dari alamat <http://rsb.info.nih.gov>. Beberapa parameter warna yang diperoleh dari aplikasi ini antara lain terdiri atas rata-rata (mean), jumlah dan frekuensi, serta grafis distribusi setiap nilai digital RGB (*Red Green Blue*) berupa gambar dua dimensi dan tiga dimensi. Persentase setiap nilai R, G, dan B dihitung menggunakan rumus: $\%R = (\text{meanR}/(\text{meanR} + \text{meanG} + \text{meanB})) \times 100\%$. $\%G$ dan $\%B$ diperoleh dengan cara yang sama. Nilai mean RGB dikonversi pada model warna HSB (*Hue Saturation Brightness*) menggunakan RGB to HSB Calculator (<http://www.rags-intinc.com/PhotoTechStuff/AcrCalibration/RGB2HSB.html>). Sedangkan bagian badan ikan cupang (*Betta splendens*) yang dianalisis antara lain terdiri atas warna badan (Bd) dan sirip ekor (Se). Khusus untuk analisis kualitas warna, juga ditambahkan warna



Gambar 1. Strain warna pada cupang hias (*Betta splendens*)

Figure 1. *Betta splendens* color strains

HSB pada sirip perut (Sp). Sedangkan perbandingan karakter warna untuk merah, hijau, dan biru bagian badan dan sirip ekor untuk setiap strain warna ikan cupang hias dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis Statistika

Perbedaan kualitas warna pada badan (Bd), sirip ekor (Se), dan sirip perut (Sp) dianalisis berdasarkan model warna HSB. Nilai digital warna H (*Hue*), S (*Saturation*), dan B (*Kecerahan*) yang diperoleh selanjutnya dianalisis statistik menggunakan uji ANOVA dengan *software* Microsoft Excel 2007.

Sebagai contoh, analisis statistika dilakukan pada strain cupang warna biru.

HASIL DAN BAHASAN

Karakter Setiap Strain Warna Ikan Cupang Hias

Model RGB

Setiap strain warna ikan cupang dikarakterisasi dalam bentuk kisaran, rata-rata (*mean*), dan persentase nilai digital RGB (*Red Green Blue*) pada badan (Bd) dan sirip ekor (Se). Cupang *cyan* memiliki komponen

Tabel 1. Nilai digital warna pada badan (Bd) dan sirip ekor (Se) berdasarkan model RGB (*Red Green Blue*)

Table 1. Digital value of body and caudal fin color based on RGB model (*Red Green Blue*)

Strain warna <i>Color strain</i>	N	Keterangan <i>Remark</i>	Badan (<i>Body</i>)			Sirip ekor (<i>Caudal fin</i>)		
			R	G	B	R	G	B
Cyan	9	Kisaran	38-106	130 - 224	193-241	35-92	136-211	182-244
<i>Cyan</i>		<i>Mean±SD</i>	64±22	173±29	222±19	64±18	162±23	213±20
		<i>% Mean</i>	14	38	48	15	37	49
Abu	6	Kisaran	61-137	61-159	83-187	111-179	136-197	146-218
<i>Gray</i>		<i>Mean±SD</i>	92±33	99±37	123±41	139±29	159±23	183±26
		<i>% Mean</i>	29	32	39	29	33	38
Putih	6	Kisaran	176-214	184-208	192-229	120-172	145-190	139-202
<i>White</i>		<i>Mean±SD</i>	196±15	198±9	213±13	142±19	169±20	168±21
		<i>% Mean</i>	32	33	35	30	35	35
Biru	18	Kisaran	4-101	22-135	73-226	5-114	43-165	109-244
<i>Blue</i>		<i>Mean±SD</i>	41±27	65±32	160±48	51±30	95±42	188±45
		<i>% Mean</i>	15	24	60	15	28	56
Merah	14	Kisaran	128-249	10 - 78	9-68	109-251	2-88	0-49
<i>Red</i>		<i>Mean±SD</i>	181±40	40±23	33±21	183±44	30±21	21±13
		<i>% Mean</i>	71	16	13	78	13	9
Jingga	10	Kisaran	161-241	54-162	6-97	138-232	35-152	6-87
<i>Orange</i>		<i>Mean±SD</i>	202±29	89±34	40±29	174±33	82±35	35±28
		<i>% Mean</i>	61	27	12	60	28	12
Kuning	19	Kisaran	169-243	129-207	8-135	115-243	108-198	8-124
<i>Yellow</i>		<i>Mean±SD</i>	222±19	170±20	68±41	205±36	155±23	57±32
		<i>% Mean</i>	48	37	15	49	37	14
Hitam	9	Kisaran	7-32	5 - 31	5-32	7-46	9-53	7-62
<i>Black</i>		<i>Mean±SD</i>	15±8	15±8	13±9	25±13	26±15	27±20
		<i>% Mean</i>	35	34	31	32	33	35

N: jumlah sampel (*total sampel*); R: komponen warna merah pada nilai digital RGB (*componen red color to digital value RGB*); G: komponen warna digital hijau (*componen green color digital*); B: komponen warna digital biru (*componen blue color digital*); SD: standar deviasi (*deviation standart*)

warna digital hijau (G) (Bd: 38%; Se: 37%) dan biru (B) (Bd: 48%; Se: 49%) yang dominan dibandingkan komponen warna merah (R) (Bd: 14%; Se: 15%). Sedangkan cupang kuning memiliki komponen warna merah (R) (Bd: 48%; Se: 49%) dan hijau (G) (Bd dan Se: 37%) yang dominan. Cupang biru memiliki komponen warna digital biru (B) yang lebih dominan (Bd: 60%; Se: 56%) dibandingkan komponen warna lainnya (R dan G). Sedangkan cupang merah dan oranye memiliki komponen warna merah (R) yang dominan (merah: Bd: 71%; Se: 78%; oranye: Bd: 61%; Se: 60%). Pada cupang putih, abu, dan hitam, komponen-komponen warna yang dimiliki cenderung bernilai seimbang. Secara lengkap, karakter warna RGB setiap strain ikan cupang hias disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Model HSB

Berdasarkan model warna HSB (*Hue Saturation Brightness*), karakter setiap strain warna

ikan cupang (Gambar 3) disajikan dalam bentuk kisaran dan rata-rata (mean). Setiap strain warna menunjukkan komponen warna digital *Hue* (H) yang spesifik mulai dari cupang merah (Bd: 0°-9°; Se: 0°-12°), oranye (Bd: 11°-27°; Se: 11°-37°), kuning (Bd: 30°-49°; Se: 30°-54°, *cyan* (Bd: 186°-206° Se: 187°-208°), abu (Bd: 208°-286°; Se: 190°-268°), biru (Bd: 219°-248°; Se: 202°-240°), putih (Bd: 194°-357°; Se: 129°-193°), dan hitam (Bd: 0°-300°; Se: 0°-348°). Pada tahap selanjutnya, variasi warna juga ditentukan oleh tingkat kejenuhan (saturasi, S) dan kecerahan (*brightness*, B)-nya. Secara lengkap karakter warna HSB disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Perbandingan Warna

Antar Strain Warna

Hue

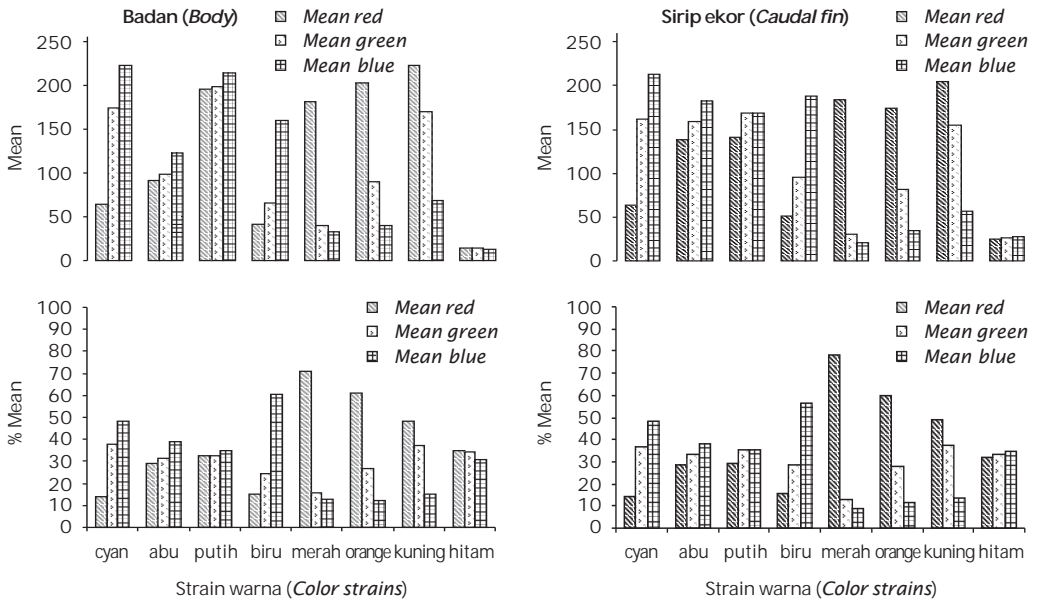
Berdasarkan nilai mean *hue* (H), selisih warna terbesar antara badan dan sirip ekor

Tabel 2. Nilai digital warna pada badan dan sirip ekor berdasarkan model HSB (*Hue Saturation Brightness*)

Table 2. Digital value of body and caudal fin color based on HSB model (*Hue Saturation Brightness*)

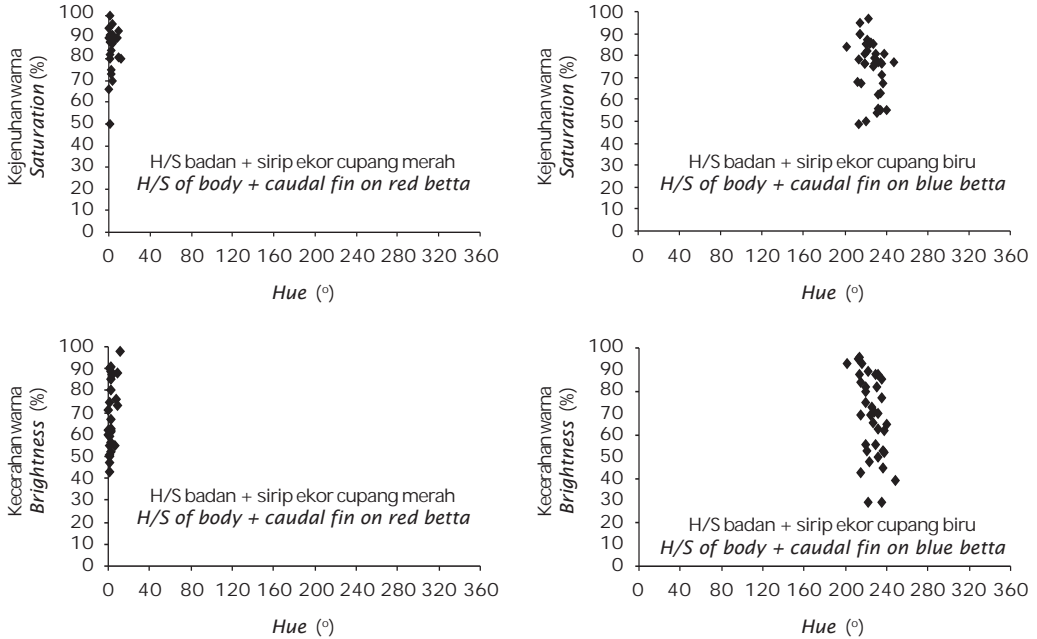
Strain warna <i>Color strain</i>	N	Keterangan <i>Remark</i>	Badan (<i>Body</i>)			Sirip ekor (<i>Caudal fin</i>)		
			H (°)	S (%)	B (%)	H (°)	S (%)	B (%)
Cyan	9	Kisaran	186-206	56-80	76-95	187-208	59-82	71-96
<i>Cyan</i>		Mean±SD	198±7	72±8	87±7	201±6	70±7	83±8
Abu	6	Kisaran	208-286	22-38	33-73	190-268	14-45	57-85
<i>Gray</i>		Mean±SD	234±32	30±6	48±16	221±31	26±11	72±10
Putih	6	Kisaran	194-357	6-16	81-90	129-193	8-28	57-79
<i>White</i>		Mean±SD	252±57	12±4	85±3	168±28	18±9	68±8
Biru	18	Kisaran	219-248	50-97	29-89	202-240	49-95	43-96
<i>Blue</i>		Mean±SD	229±8	76±12	63±19	223±11	74±13	74±18
Merah	14	Kisaran	0-9	66-94	50-88	0-12	50-100	43-98
<i>Red</i>		Mean±SD	3±3	83±9	68±14	3±3	87±12	70±18
Jingga	10	Kisaran	11-27	60-97	63-95	11-37	55-97	54-91
<i>Orange</i>		Mean±SD	18±6	81±13	79±11	21±7	81±14	69±13
Kuning	19	Kisaran	30-49	38-96	66-95	30-54	30-96	45-95
<i>Yellow</i>		Mean±SD	39±5	69±19	87±7	40±7	71±18	80±14
Hitam	9	Kisaran	0-300	3-58	3-13	0-348	5-54	24-Apr
<i>Black</i>		Mean±SD	103±107	29±17	6±3	167±124	24±14	12±7

N: jumlah sampel (*total sample*); H: jenis warna (*hue*) dalam model HSB (*color kind (hue) in model*); S: tingkat kejenuhan/kemurnian warna (*saturation*); B: tingkat kecerahan warna (*brightness*); SD: standar deviasi (*deviation standard*)



Gambar 2. Histogram perbandingan karakter warna RGB badan dan sirip ekor pada setiap strain warna ikan cupang hias (*Betta splendens*)

Figure 2. Histogram of RGB color character ratio of body and caudal fin of each color strain of *Betta splendens*



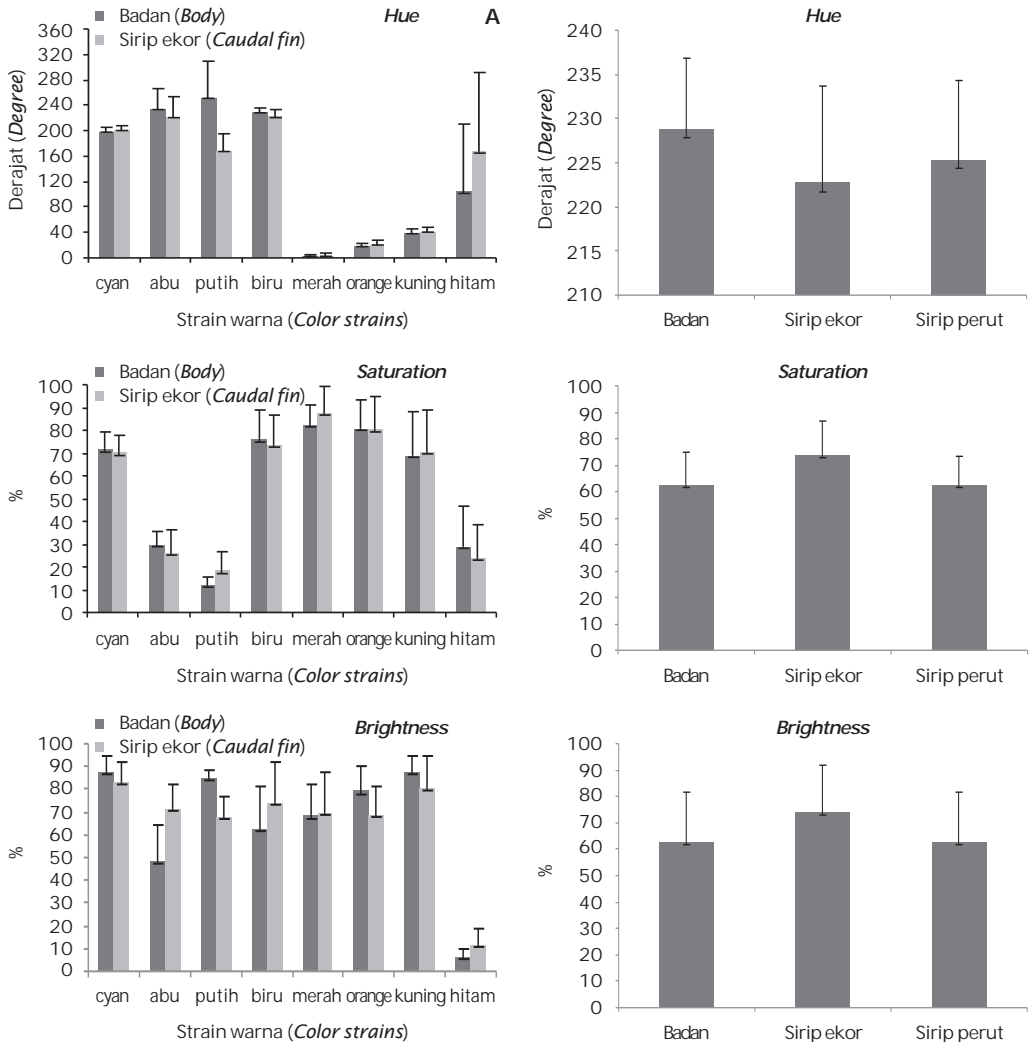
Gambar 3. Contoh distribusi tingkat kejenuhan (S) dan kecerahan (B) jenis warna (H) merah dan biru pada model HSB

Figure 3. Examples of saturation distribution (S) and brightness (B) hue (H) red and blue on HSB model

terdapat pada strain ikan cupang putih dan terkecil dimiliki strain warna kuning, sedangkan strain merah tidak terdapat perbedaan di antara kedua bagian tubuh tersebut (Tabel 2; Gambar 4A). Warna badan pada ikan cupang abu, putih, dan biru memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan warna sirip ekornya. Sebaliknya pada ikan cupang *cyan*, jingga, kuning, dan hitam memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan warna badannya (Gambar 4A).

Saturasi

Berdasarkan nilai mean *saturation* (S), selisih nilai antara warna badan dengan warna ekor setiap strain warna tidak begitu besar. Perbedaan terbesar dimiliki strain warna ikan putih dan terkecil terdapat pada strain *cyan* dan kuning, sedangkan pada strain *orange* tidak terdapat perbedaan di antara keduanya. Strain *cyan*, abu, biru, dan hitam memiliki warna



Gambar 4. (A) Perbandingan karakter warna HSB badan dan sirip ekor pada setiap strain warna ikan cupang hias (*Betta splendens*); (B) Perbandingan karakter warna HSB pada badan, sirip ekor, dan sirip perut dalam strain warna biru

Figure 4. (A) ratio of HSB color character of body and caudal fish of each color strain of *Betta splendens*; (B) ratio of HSB color character of body and caudal fin, and ventral fin of blue color strain

badan lebih jenuh dibandingkan warna pada sirip ekornya sedang ikan cupang putih, merah, dan kuning adalah sebaliknya (Gambar 4A).

Kecerahan

Perbedaan paling besar dimiliki strain warna putih sedangkan terkecil pada strain merah. Secara lengkap disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4A.

Dalam Suatu Strain Warna

Pada strain ikan cupang biru, warna badan cenderung menunjukkan nilai *hue* (H) lebih tinggi dibandingkan warna sirip ekor dan sirip perut namun setelah diuji statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) satu sama lainnya. Kecerahan (B) tertinggi terdapat pada sirip ekor namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan warna badan dan sirip perut. Secara lengkap disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4B.

Gambar Digital

Gambar digital (digital image) merupakan wujud numerik dari suatu gambar dua dimensi (2D) (Wikipedia, 2011) yang dihasilkan oleh perangkat elektronik atau media digital berupa kamera digital; *scanner*; *web camera*; hingga *handycam*. Selain menggunakan peralatan-peralatan tersebut, gambar digital juga bisa dibuat dan dihasilkan dari data non-gambar (non-image), seperti fungsi matematika (kurva dan polygon) dan model geometri tiga dimensi (Wikipedia, 2011).

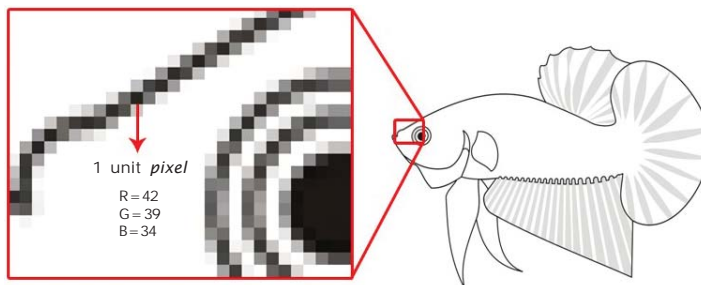
Gambar digital dibangun oleh unit terkecil berbentuk titik (*dot*) atau persegi empat (*square*) yang disebut piksel (*pixel*, *picture element*) (Gambar 5). Setiap piksel tersusun secara horizontal maupun vertikal menempati setiap ruang dimensi gambar serta memiliki nilai-nilai digital dari suatu jenis warna tertentu (1 piksel = 1 jenis warna). Berdasarkan nilai-nilai inilah warna-warna yang muncul pada gambar digital selanjutnya dapat diukur,

Tabel 3. Pengukuran komponen warna HSB pada badan, sirip ekor, dan sirip anal dalam strain ikan cupang hias warna biru

Table 3. Measured HSB color component on body, caudal fin, and anal fin in blue color strain of siamese fighting fish

Bagian tubuh <i>Component of body</i>	H (°) [*]	S (%) [*]	B (%) [*]
Badan (<i>Body</i>)	229 ± 8 ^a	76 ± 12 ^a	63 ± 19 ^a
Sirip ekor (<i>Caudal fin</i>)	223 ± 11 ^a	74 ± 13 ^a	74 ± 18 ^a
Sirip perut (<i>Anal fin</i>)	225 ± 9 ^a	76 ± 11 ^a	63 ± 19 ^a

* Nilai digital HSB (Mean + SD), warna biru di badan, sirip ekor, dan sirip perut tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada setiap komponen warna (H, S, B) / *Digital values of HSB (Mean + SD), blue color on body, caudal fin, and anal fin are not significantly different ($P > 0.05$) on each color components (H, S, B)*



Gambar 5. Piksel dan nilai digital suatu warna
Figure 5. Pixel and digital value of color

dikontrol, atau bahkan dimanipulasi. Dengan bantuan *software* seperti ImageJ, warna-warna yang ditampilkan oleh setiap piksel selanjutnya dapat dikarakterisasi dan dikuantifikasi.

Model Warna Digital

Model warna digital atau lebih dikenal dengan istilah *color space* merupakan perwujudan warna dari fungsi matematika yang membangun suatu gambar digital. Model warna terbagi dua, yaitu tipe yang berdasarkan atas pencampuran warna dasar cahaya (RGB) dan tipe yang jenis warna serta kecerahannya terpisah (HSB) (FuZhong dalam YongYue *et al.*, 2009).

RGB

Salah satu jenis warna yang ditampilkan oleh setiap piksel pada gambar digital adalah model RGB (*Red Green Blue*). RGB dibuat mengikuti pengembangan konsep penyebaran warna primer cahaya (merah, hijau, biru) setelah melewati kristal berbentuk prisma, ini selanjutnya dimanfaatkan pada banyak perangkat elektronik berbasis visual, seperti televisi dan *monitor* komputer.

Warna-warna yang muncul pada model warna RGB (*Red Green Blue*) dihasilkan dari

percampuran tiga komponen warna primer cahaya (merah (R), hijau (G), dan biru (B)). Setiap nilai yang dihasilkan memberikan pengaruh terhadap warna-warna yang muncul. Konsep warna RGB yang terbentuk secara lengkap tersaji pada Tabel 4.

HSB

Nilai *hue* (H) menunjukkan jenis warna dalam derajat (0°-360°); *saturation* (S) menunjukkan tingkat kejenuhan bernilai persen (%), dan *brightness* menunjukkan nilai kecerahan (B) bernilai persen (%). Warna merah murni akan muncul jika memiliki nilai H=0°/360°; S=100%; dan B=100%. Secara lengkap konsep warna HSB disajikan pada Tabel 5.

Karakterisasi dan Kuantifikasi Warna

Setiap strain warna yang tampak secara visual pada badan dan sirip ikan cupang hias (*Betta splendens*) dapat dikarakterisasi dan dikuantifikasi secara objektif berdasarkan standar nilai RGB (Tabel 1; Gambar 2) maupun HSB (Tabel 2; Gambar 3). Setiap strain warna memiliki variasi nilai RGB dan HSB yang berbeda dan spesifik untuk menampilkan jenis-jenis warna (Tabel 1 dan 2; Gambar 2 dan 3).

Tabel 4. Konsep nilai digital RGB dari setiap jenis warna
 Table 4. Digital value concept of RGB from each strain color

Komponen Component	Kisaran Range	Merah Red	Kuning Yellow	Hijau Green	Cyan Cyan	Biru Blue	Magenta Magenta	Hitam Black	Abu Grey	Putih White
R	0 -255	255	255	0	0	0	255	0	1 -254	255
G	0 -255	0	255	255	255	0	0	0	1 -254	255
B	0 -255	0	0	0	255	255	255	0	1 -254	255

* Komponen R (Merah), G (Hijau), dan B (Biru) selalu bernilai sama (*Component R (Red), G (Green), and B (Blue) same value always*)

Tabel 5. Konsep nilai digital HSB dari setiap jenis warna
 Table 5. Digital value concept of HSB from each strain color

Komponen Component	Kisaran Range	Merah Red	Kuning Yellow	Hijau Green	Cyan Cyan	Biru Blue	Magenta Magenta	Hitam Black	Abu Grey	Putih White
H (°)	0 -360	0/360	60	120	180	240	300	0 -360	0 -360	0 -360
S (%)	0 -100	100	100	100	100	100	100	0	0	0
B (%)	0 -100	100	100	100	100	100	100	0	1 -99	100

H (*Hue*), S (*Saturation*), B (*Brightness*)

Model warna RGB lebih sulit dipahami karena setiap warna saling bergantung dari hasil pencampuran atas ketiga komponen warna (*Red, Green, dan Blue*) (Tabel 4). Dengan kata lain, setiap warna dipengaruhi setiap komponen atau tidak berdiri sendiri (bebas). Sedangkan model warna HSB memiliki komponen (*Hue, Saturation, Brightness*) yang tidak saling bergantung antara satu sama lainnya. Jenis warna ditentukan nilai *hue* (H), kemurnian atau kejenuhan warna ditentukan nilai *saturation* (S), sedangkan kecerahan ditentukan oleh nilai *brightness* (B) sehingga mudah dipahami sesuai konsep cara pandang mata manusia. Mata dapat melihat berbagai jenis warna (*Hue*). Sedangkan kualitasnya ditentukan oleh tingkat kecerahan (B) serta kemurnian (S)-nya. Semua jenis warna akan tampil berwarna hitam (gelap pekat) jika tingkat kecerahan (B)-nya bernilai 0%, sebaliknya, setiap jenis warna akan tampil berwarna putih jika tingkat kecerahan (B)-nya bernilai 100% dan tingkat kejenuhan (S)-nya bernilai 0% (Tabel 5). Berdasarkan hal tersebut, kualitas warna, seperti halnya kecerahan (B), akan lebih mudah dikuantifikasi berdasarkan model warna HSB.

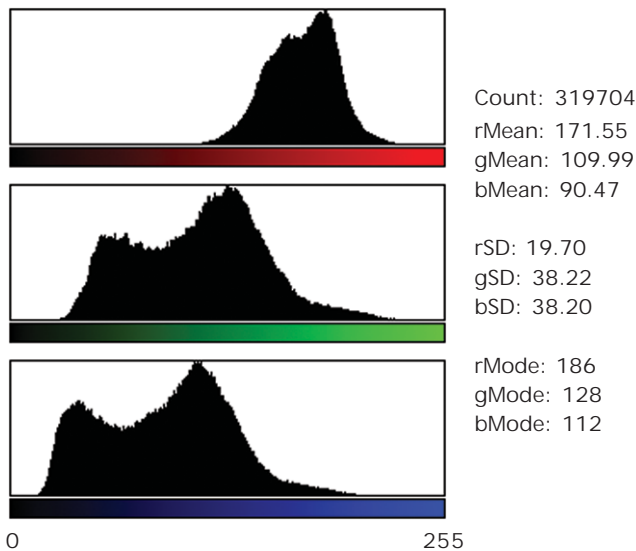
Aplikasi Metode Analisis Warna

Analisis warna berperan penting dalam banyak bidang penelitian. Byers (2006),

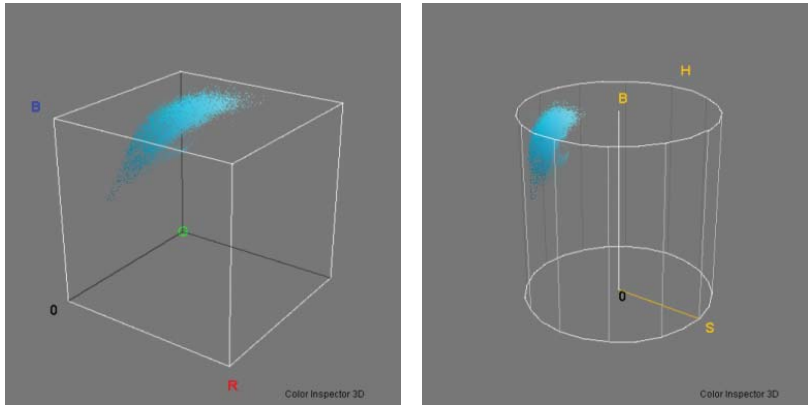
Pavlidis *et al.* (2006), serta Chapman & Fitz-Coy *dalam* Yasir & Qin. (2009) menggunakannya dalam bidang taksonomi; Hoekstra (2006) dan Hofreiter & Schoneberg (2010) dalam bidang evolusi; Clotfelter *et al.* (2007) dalam bidang kesehatan hewan; Szisch *et al.* (2002) dan Yasir & Qin (2009) dalam bidang fisiologi; Booth *et al.* (2004) dan Kalinowski *et al.* (2005) dalam bidang nutrisi. Selain itu, berbagai ilmu lainnya seperti genetika kuantitatif (David *et al.*, 2004) dan tingkah laku hewan (etologi) (Korzan *et al.*, 2008; Price *et al.*, 2008) seringkali juga menggunakan karakter warna hewan sebagai bahan dan objek penelitian.

ImageJ dan Grafis

ImageJ merupakan *software* berbasis bahasa program Java yang dikembangkan oleh *National Institutes of Health*, USA untuk memproses ataupun analisis gambar digital (*image processing*). ImageJ dibangun berdasarkan kepemilikan umum (*public domain*) dan dapat diunduh secara gratis dari alamat <http://rsb.info.nih.gov>. Selain menyajikan informasi dalam bentuk nilai (angka), *software* ImageJ juga mampu menampilkan informasi dalam bentuk grafis dua dan tiga dimensi (Gambar 6 dan 7). Distribusi dua dimensi (Gambar 6) menunjukkan pada kita di mana lokasi puncak berbagai komponen warna R, G, dan B suatu gambar digital.



Gambar 6. Distribusi warna dalam grafis dua dimensi untuk model warna RGB
 Figure 6. Color distribution in two dimension graphic for RGB color model



Gambar 7. Distribusi warna suatu individu strain cupang *cyan* dalam grafis tiga dimensi untuk model warna RGB dan HSB

Figure 7. Color distribution of *Betta cyan* strain in 3D graphic for RGB and HSB color model

KESIMPULAN

Analisis gambar digital dengan bantuan *software* merupakan metode alternatif karakterisasi warna pada ikan hias yang murah, aplikatif, obyektif, serta akurat. Warna-warna yang terlihat dan tertangkap langsung oleh mata (visual) dapat dikuantitatifkan berdasarkan standar nilai RGB (*Red Green Blue*) dari setiap pikselnya. Nilai ini dapat dikonversi ke dalam model HSB (*Hue Saturation Brightness*) sehingga lebih mudah dipahami. Beberapa parameter warna mulai dari kisaran; *mean*; standar deviasi (SD); persentase dapat diukur dengan mudah. Nilai HSB dapat dianalisis secara statistika untuk menguji perbedaan kualitas warna. Selain tersaji dalam bentuk nilai, data yang terukur juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafis berupa histogram dua dimesi maupun tiga dimensi. Beberapa *software* analisis warna, seperti ImageJ, tersedia secara gratis, dan dapat diunduh langsung dari situs-situs masing-masing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti dan seluruh teknisi Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok, dan semua pihak yang membantu kegiatan ini dan Saudara Sutrisno (*Betta Mania Independen Indonesia*) untuk koleksi foto beberapa strain warna ikan cupang.

DAFTAR ACUAN

- Ako, H., Tamaru, C.S., Asano, L., Yuen, B., & Yamamoto, M. Achieving natural coloration in fish under culture. *UJNR Technical Report*, 28: 4.
- Anderson, S. 2000, Salmon Color and the Consumer. *IIFET 2000 Proceedings*, 3 pp.
- Barthel, K.U. 2007. *Color Inspector 3D*. <http://rsbweb.nih.gov/ij/plugins/color-inspector.html>. diakses Tanggal 13 Juni 2011 pukul 10:29.
- Booth, M.A., Warner-Smith, R.J., Allan, G.L., & Glencross, B.D. 2004. Effects of dietary astaxanthin source and light manipulation on the skin colour of Australian snapper *Pagrus auratus* (Bloch & Schneider, 1801). *Aquaculture Research*, 35: 458-464.
- Byers, J.A. 2006. Analysis of Insect and Plant Colors in Digital Images Using Java *Software* on the Internet. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 99(5): 865-874.
- Clotfelter, E.D., Ardia, D.R., & McGraw, K.J. 2007. Red fish, blue fish: trade-offs between pigmentation and immunity in *Betta splendens*. doi:10.1093/beheco/arm090. *Behavioral Ecology*, p. 1,139-1,145.
- Colihueque, N. 2010, Genetics of salmonid skin pigmentation: clues and prospects for improving the external appearance of farmed salmonids. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, 20: 71-86.

- David, L., Rothbard, S., Rubinstein, I., Katzman, H., Hulata, G., Hillel, J., & Lavi, U. 2004. Aspects of red and black color inheritance in the Japanese ornamental (Koi) carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 233: 129-147.
- Hofreiter, M. & Schoneberg, T. 2010. The genetic and evolutionary basis of colour variation in vertebrates. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 67: 2,591-2,603.
- Hoekstra, H.E. 2006. Genetics, development and evolution of adaptive pigmentation in vertebrates: short review. *Heredity*, 97: 222-234.
- Kalinowski, C.T., Robaina, L.E., Fernandez-Palacios, H., Schuchardt, D., & Izquierdo, M.S. 2005. Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on red porgy (*Pagrus pagrus*) growth and skin colour. *Aquaculture*, 244: 223-231.
- Korzan, W.J., Robison, R.R., Zhao, S., & Fernald, R.D. 2008. Color change as a potential behavioral strategy. *Hormones and Behavior* 54 (2008) 463-470, doi:10.1016/j.yhbeh.2008.05.006.
- Leclercq, E., Taylor, J.F., & Migaud, H. 2009. Morphological skin colour changes in teleosts. *Fish And Fisheries*. 1-35. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2009.00346.x.
- Pavlidis, M., Papandroulakis, N., & Divanach, P. 2006. A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: Preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae. *Aquaculture*, 258: 211-219.
- Price, A.C., Weadick, C.J., Shim, J., & Rodd, F.H. 2008. Pigments, Patterns, and Fish Behavior. *Zebrafish*, 5(4)
- Tume, R.K., Sikes, A.L., Tabrett, S., & Smith, D.M. 2009. Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black tiger prawn (*Penaeus monodon*): Effective method for improvement of cooked colour. *Aquaculture*, 296: 129-135.
- Thompson, A.W. 1910, Translated online of *Historia Animalium* (Aristotle, 350 SM). http://classics.mit.edu/Aristotle/history_anim.html. diakses 20 September 2010 pukul 8:44:57 AM.
- Szisch, V., van der Salm, A.L., Bonga, S.E.W., & Pavlidis, M. 2002. Physiological colour changes in the red porgy, *Pagrus pagrus*, following adaptation to blue lighting spectrum. *Fish Physiology and Biochemistry*, 27: 1-8.
- Wikipedia. 2011. *Digital image*. http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_image?oldid=0. diakses 1 Juni 2011 pukul 10:46.
- Yasir, I. & Qin, J.G. 2009. Effect of Light Intensity on Color Performance of False Clown fish, *Amphiprion ocellaris* Cuvier. *J. Of The World Aquaculture Society*, 40(3): 337-350.
- YongYue, C., HuiPing, Z., & HuoSong, X. 2009. A Study on the Algorithm Based on Image Color Correlation Mining. *International J. of Computer Information Systems and Industrial Management Applications (IJCISIM)*, 1: 279-286.