

Pengaruh Suhu dan Waktu Penyangraian Terhadap Warna Bubuk Kopi Arabika (*The Effect Of Roating Temperature And Time On The Color Of Arabica Coffee*)

Nosy Islamyco¹, Diswandi Nurba¹, Mustaqimah*

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: mustaqimah@unsyiah.ac.id

Abstrak. Penyangraian kopi adalah pemanggangan kopi yang menggunakan perlakuan panas yang membentuk aroma dan citarasa kopi. Pada proses penyangraian warna biji kopi mengalami perubahan seiring berjalannya proses penyangraian dari warna biji kopi hijau menjadi kecoklatan/ hitam. Penyangraian bertujuan untuk menghasilkan kopi sangrai dengan warna kayu manis kehitaman. Warna dan rasa kopi yang akan dikonsumsi ditentukan oleh proses penyangraian. Faktor terpenting dari proses penyangraian adalah variasi suhu dan waktu saat penyangraian. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan warna bubuk kopi berdasarkan suhu dan waktu penyangraian dengan menggunakan camera digital dan aplikasi adobe photoshop. Metode analisis ini dapat mendeteksi warna dan rata-rata dalam satuan nilai permukaan $L^*a^*b^*$ bahan pangan. Warna dan struktur citra digital bubuk kopi dapat dianalisis di layar komputer. Oleh karena itu digunakan metode aplikasi citra digital, khususnya kamera digital Sony A5000 Mirrorless tanpa cahaya kamera dan dengan jarak fokus 12 cm dari objek. Setelah itu, gambar yang dihasilkan diplot terhadap warna dalam Adobe Photoshop Cs6. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan perlakuan variasi suhu dan lama penyangraian yang terdiri dari tiga taraf, yaitu suhu penyangraian terdiri dari suhu 200°C, 205°C dan 210°C sedangkan lama penyangraian terdiri dari 10 menit, 12 menit, dan 14 menit. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan sehingga diperoleh 27 (dua puluh tujuh) satuan percobaan. Dari keseluruhan penelitian ini menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata warna bubuk kopi antara perlakuan variasi suhu dan waktu penyangraian biji kopi dengan uji Duncan pada signifikan $p < 0,05$.

Kata kunci : Penyangraian, bubuk kopi, warna, L^*a^*b

Abstract. Coffee roasting is coffee roasting that uses heat treatment to form the aroma and taste of coffee. In the roasting process, the color of the coffee beans changes as the roasting process progresses from the color of the green coffee beans to brownish/black. Roasting aims to produce roasted coffee with a black cinnamon color. The color and taste of the coffee to be consumed is determined by the roasting process. The most important factor in the roasting process is the variation in temperature and time of roasting. The purpose of this study was to analyze differences in the color of coffee grounds based on temperature and roasting time using a digital camera and adobe photoshop application. This analytical method can detect the color and average in units of surface value $L^*a^*b^*$ food ingredients. The color and structure of the digital image of coffee grounds can be analyzed on a computer screen. Therefore, the digital image application method is used, especially the Sony A5000 Mirrorless digital camera without camera light and with a focal distance of 12 cm from the object. After that, the resulting image is plotted against the colors in Adobe Photoshop Cs6. The research design used was a Factorial Completely Randomized Design (CRD) with variations in temperature and roasting time consisting of three levels, namely the roasting temperature consisting of 200°C, 205°C and 210°C while the roasting time consisted of 10 minutes, 12 minutes, and 14 minutes. Each treatment was repeated three times to obtain 27 (twenty seven) experimental units. Overall, this study stated that there was no significant difference in the color of coffee grounds between the treatment with variations in temperature and roasting time of coffee beans with Duncan's test at significant $p < 0.05$.

Keywords : Roasting, coffee grounds, color, L^*a^*b

PENDAHULUAN

Penyangraian kopi adalah proses termal yang mengubah sifat kimia dan fisika biji kopi hijau. Faktor terpenting dalam proses penyangraian adalah waktu dan suhu (Aggenstoss et al., 2008). Variasi kedua kondisi ini selama penyangraian akan secara langsung mempengaruhi kadar air, karbohidrat, protein dan asam fenolat. Akibatnya, mempengaruhi karamelisasi, reaksi Maillard, oksidasi, pirolisis dan pembentukan warna dan aroma, yang penting untuk memenuhi kebutuhan konsumen (Sunarharum et al., 2014). Berbagai pendekatan telah digunakan untuk mengevaluasi tingkat penyangraian yang optimal. Ini termasuk perkembangan warna, degradasi

termal asam klorogenat, dan pembentukan melanoidin melalui reaksi Maillard (Aggenstoss et al., 2008).

Menurut Pengabean, 2012 dalam Purnamayanti et al., 2017 suhu yang dibutuhkan untuk menyangrai kopi berkisar antara 60°C hingga 250°C, sedangkan waktunya bervariasi tergantung pada sistem dan jenis mesin yang digunakan. Proses roasting memakan waktu sekitar 15 sampai 30 menit dengan tujuan untuk menjaga kualitas dan rasa kopi. Joko et al., (2009) menyatakan tahap pematangan dari proses penyangraian dibagi menjadi tiga tahap yaitu pematangan di luar, pematangan di tengah, dan pematangan di bagian dalam biji. Suhu penyangraian mempengaruhi perubahan sifat mekanik fisik kopi. Suhu minimum untuk roasting adalah 180°C. Proses ini menghasilkan biji kopi yang telah disangrai dengan baik setelah disangrai pada suhu 200°C selama 12 menit. Suhu tinggi digunakan dalam proses penyangraian. Biji kopi biasanya disangrai pada suhu 180 sampai dengan 240°C selama 15 hingga 20 menit. Biji kopi diaduk selama proses penyangraian untuk memastikan kelembaban yang cepat dan distribusi panas yang merata. Biji kopi harus dikeluarkan dari mesin kopi dan didinginkan segera setelah disangrai. Namun, ada situasi tertentu di mana waktu memanggang terlalu lama dan waktu memanggang terlalu lama. Oleh karena itu, proses pemanggangan perlu dikontrol. Warna merupakan komponen yang penting dalam penerimaan produk dan daya tarik konsumen terhadap produk. Menurut Najati dan Danarti, 2004 dalam Agustina et al., 2019 Kopi mengalami perubahan warna dari hijau atau coklat muda menjadi coklat kayu manis, lalu menjadi hitam dengan permukaan berminyak. Jika kopi mudah hancur dan berwarna hitam maka penyangraian harus segera dihentikan dan selanjutnya kopi akan diangkat dan didinginkan. Setiap jenis tingkatan roasting kopi memiliki perubahan warna yang berbeda-beda. Tingkat warna itu dapat memastikan hasil rasa kopi yang diinginkan (Fadhil, 2020). Warna kopi merupakan indikator penting untuk mengontrol dan memastikan kualitas proses penyangraian kopi (Saklar et al., 2001). Pengaruh waktu pemanggangan dan suhu terhadap parameter $L^*a^*b^*$, dan ΔE Hunter serta indeks pencoklatan dan HMF (Mehaya & Mohammad, 2020).

Menurut Leon et al., 2005 dalam Saputra (2017) warna dapat ditentukan dengan dua cara: secara objektif dan kualitatif. Alat ukur warna digunakan untuk penentuan warna secara kualitatif, sedangkan mata manusia digunakan untuk penentuan warna secara objektif. Meskipun mata manusia cukup mampu menentukan warna, tetapi tidak terlalu mahir dalam mempelajari analisis warna. Model warna yang digunakan dalam analisis warna adalah warna standar yang memerlukan pelatihan ekstensif dengan alat ukur warna dan pengamat. Oleh karena itu, disarankan agar warna ditentukan menggunakan pengukuran instrumentasi.

Untuk menentukan pengukuran warna, digunakan tiga model warna. Model RGB (Merah, Hijau, Biru), model CMYK (sian, magenta, kuning, hitam), dan model $L^*a^*b^*$ adalah tiga model warna. Model warna $L^*a^*b^*$ telah banyak digunakan untuk mempertahankan standar kualitas warna untuk kain, tinta, cat, plastik, kertas, dan bahan cetakan di seluruh dunia. Model $L^*a^*b^*$ adalah standar pengukuran warna internasional yang dikembangkan pada tahun 1976 oleh Commission Internationale d'Eclairage (KIE). Dalam proses segmentasi dan *color moment*, digunakan model warna CIELAB dalam perancangan sistem aplikasi ini. *Color moment* adalah cara yang baik untuk mengenali karakteristik warna. *Color moment* dengan cukup baik menghasilkan tiga momen tingkat rendah dari suatu objek (target). Model warna ini dipilih karena mengungguli model warna RGB dalam hal pengukuran nilai kemiripan karakteristik warna dengan objek (target) (Indrayani, 2012).

Penyangraian dengan variasi suhu 190°C, 200°C dan 210°C dan variasi waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Sifat fisik-mekanis biji kopi seperti warna, susut bobot, kadar air, tekstur, dan densitas digunakan untuk menentukan derajat penyangraian. Pada nilai uji

organoleptik warna panelis rata-rata memilih warna bubuk kopi yang coklat tua kehitaman dan skala tertinggi 4,3 (suka) pada penyangraian suhu 210°C dan lama waktu 10 menit dengan nilai $L^*53,53$ $a^*2,38$ dan $b^*10,91$. Panelis memberikan nilai uji organoleptik aroma tertinggi yaitu 4 (suka) pada suhu penyangraian 200°C dan lama waktu 15 menit, karena adanya variasi suhu dan lama waktu penyangraian, aroma bubuk kopi yang tercium sangat harum dan khas (Agustina et al., 2019).

Secara pengamatan kasat mata tidak ditemukan perbedaan warna antar bubuk kopi, dikarenakan perbedaan suhu dan waktu penyangraian diantara 200°C sampai 210°C dan suhu 10 menit sampai 14 menit. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan warna bubuk kopi yang telah disangrai dengan perlakuan suhu dan waktu yang berbeda menggunakan kamera dan dianalisis menggunakan program Adobe Photoshop serta penilaian sampel diukur menggunakan sampel sistem CIE Lab dengan nilai L^* , a^* , b^* .

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu mesin sangrai kopi tipe Mini Coffee Roaster W600 Specification, penghalus kopi, Camera Sony A5000 Mirrorless dan program Adobe Photoshop CS6. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kopi arabika kering yang diperoleh dari Desa Alur Gading, Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh.

Proses Penyangraian

Proses penyangraian dilakukan dengan menggunakan menyangrai tipe Mini Coffee Roaster W600 Specification dengan kapasitas penyangraian 1,2 kg biji kopi. Mesin ini memiliki drum stainless steel yang dilengkapi dengan pengatur untuk memperbesar dan memperkecil api untuk suhu drum dan suhu biji kopi. Selain itu mesin ini dilengkapi dengan komponen lain seperti thermometer, cooling bean, tuas pengontrol biji kopi dan filter pada drum. Pengoperasian mesin ini dengan menggunakan energi panas dari gas LPG yang disambungkan ke mesin. Mesin ini menggunakan regulator gas tekanan tinggi hingga waktu roasting sekitar 20 menit. Cara menggunakan mesin dibuka regulator bahan bakar lalu dinyalakan api pada mesin, atur nyala api yang diinginkan, kemudian mesin penyangraian dihidupkan menggunakan arus listrik agar silinder dapat berputar sehingga panas pada silinder merata saat proses penyangraian green bean. Penyangraian biji kopi dilakukan dengan suhu dan waktu yang bervariasi. Suhu yang digunakan, yaitu 200°C, 205°C, dan 210°C dan waktu penyangraian, yaitu 10 menit, 12 menit, dan 14 menit.

Rancangan Percobaan

Biji kopi dipisah menjadi 27 bagian, setiap bagian tersebut dibagi menjadi 500 gram biji kopi kering yang akan disangrai sesuai perlakuan suhu dan lamanya penyangraian. Biji kopi kering kemudian disangrai pada suhu 200°C, 205°C, dan 210°C masing-masing selama 10 menit, 12 menit, dan 14 menit. Jumlah ulangan untuk setiap perlakuan dihitung dengan menggunakan rumus ulangan Rancangan Acak Lengkap, yaitu $t(r-1)20$, dimana t adalah perlakuan (perlakuan) dan r adalah ulangan (perulangan) (Susilawati, 2015). Jadi :

$t(r-1)$	≥ 20	Keterangan
18(r-1)	≥ 20	t : perlakuan (treatment)
18r - 18	≥ 20	r : pengulangan (replikasi)
18r	$\geq 20 + 18$	20 : derajat bebas untuk RAL

$$\begin{aligned} 18r &\geq 38 \\ r &\geq 2,111 \end{aligned}$$

Faktorial pada penelitian dengan perlakuan adalah variasi suhu dan waktu penyangraian. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan, sehingga total 27 percobaan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan ANOVA (analisis varian). Jika terdapat pengaruh yang nyata antara kedua tugas tersebut akan diselesaikan dengan uji yang lebih lama. Uji lanjut yang dilakukan menggunakan uji lanjut Duncan.

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Suhu Penyangraian	Lama Penyangraian		
	10 menit (B ₁)	12 menit (B ₂)	14 menit (B ₃)
200°C (A ₁)	A1 B1 (1)	A1 B2 (1)	A1 B3 (1)
	A1 B1 (2)	A1 B2 (2)	A1 B3 (2)
	A1 B1 (3)	A1 B2 (3)	A1 B3 (3)
205°C (A ₂)	A2 B1 (1)	A2 B2 (1)	A2 B3 (1)
	A2 B1 (2)	A2 B2 (2)	A2 B3 (2)
	A2 B1 (3)	A2 B2 (3)	A2 B3 (3)
210°C (A ₃)	A3 B1 (1)	A3 B2 (1)	A3 B3 (1)
	A3 B1 (2)	A3 B2 (2)	A3 B3 (2)
	A3 B1 (3)	A3 B2 (3)	A3 B3 (3)

Pengukuran Warna

Metode pengambilan gambar digital dilakukan dengan kamera digital Sony A5000 Mirrorless dengan resolusi 20 megapiksel tanpa cahaya kamera dan jarak fokus 12 cm dari objek di ruangan terang. Untuk setiap perlakuan bahan, pengambilan citra digital dilakukan dua kali. Setelah itu, gambar dipindahkan ke laptop dan diplot terhadap warna dalam Adobe Photoshop CS6, menghasilkan nilai RGB (Merah, Hijau, Biru) untuk intensitas warna mulai dari 0 hingga 225.

Peninjauan perubahan warna pada bubuk kopi dilakukan melalui software photoshop dengan metode L*,a*,b*. Pengukuran warna dilakukan menggunakan pemotretan dengan kamera digital. Hasil pemotretan sampel kemudian diinterpretasikan menggunakan software photoshop. Konversi model warna red, green blue (RGB) ke model warna L*a*b* terlebih dahulu maka dapat dihitung nilai X, Y, Z (Plataniotis, 2000).

Dimana :

$$R = \frac{Ra}{255} \quad G = \frac{Ga}{255} \quad B = \frac{Ba}{255}$$

$$X = 0,4125R + 0,3576G + 0,1804B$$

$$Y = 0,2127R + 0,7152G + 0,0722B$$

$$Z = 0,0913R + 0,1192G + 0,9502B$$

Nilai (H dan q) kemudian diperoleh dengan menggunakan sistem hunter. Warna sampel bubuk kopi ditentukan dengan memplot nilai H dan q pada diagram L*a*b (Hunter Associates Laboratory, 1996):

$$L^* = 116 \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} - 16$$

$$a^* = 500 \left(\sqrt[3]{\frac{X}{X_n}} - \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} \right)$$

$$b^* = 200 \left(\sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} - \sqrt[3]{\frac{Z}{Z_n}} \right)$$

Nilai X, Y, dan Z dalam %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat lunak ini memiliki banyak fitur pengeditan gambar, dan kemampuan analisis warnanya setara dengan perangkat lunak analisis warna yang lebih mahal. Perangkat lunak grafis lain tidak memiliki kemampuan yang canggih untuk mengelola warna dan menghasilkan warna yang konsisten seperti perangkat lunak ini. Perangkat lunak ini juga digunakan di banyak lab, dan memiliki banyak dukungan baik dari produsen maupun pengguna (Yam & Papadakis, 2004).

Pengujian warna dilakukan setelah proses penyangraian dan proses *grinder* hingga menjadi bubuk kopi. Model RGB (Red, Green, Blue) digunakan untuk menguji warna bubuk kopi. Menggunakan program Adobe Photoshop CS6, komponen warna RGB dapat diekstraksi langsung dari pembacaan gambar dengan cara mengunggah foto bubuk kopi dari setiap variasi suhu dan waktu yang dipotret dengan menggunakan kamera Sonny A5000 Mirrorless dengan jarak pengambilan foto bahan 12 cm. Tujuan pengujian warna dengan metode L*a*b* adalah untuk memprediksi bagaimana bubuk kopi akan berubah warna terhadap perlakuan variasi suhu dan waktu.

Perubahan warna diukur menggunakan kamera dan program Adobe Photoshop, dan sampel dinilai menggunakan sampel sistem CIE Lab dengan nilai L*,a*,b*. Akibatnya, terdapat perbedaan warna yang signifikan antara pelat resin akrilik heat cured dan edible coating. Plat resin akrilik heat cured tanpa edible coating memiliki nilai p=0,000 yang p<0,05. Perubahan warna pada kelompok plat resin akrilik heat curing dengan edible coating lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok kontrol. (Chotimah et al., 2021).

Pengukuran warna sangat berguna dalam industri makanan karena banyak informasi sekarang yang diperoleh dari pengukuran pada tingkat pixels yang dapat memungkinkan karakteristik yang lebih baik dari makan. Pengukuran warna makanan paling banyak digunakan yaitu metode L* ruang warna *b karena distribusi seragam warna, juga karena sangat dekat dengan persepsi manusia (Fadhil et al., 2017).

(Pedreschi et al., 2006) membuat sistem citra untuk mengukur warna bahan makanan heterogen seperti keripik kentang dalam model warna L*a*b*, yang berbeda dari model warna RGB. (Briones & Aguilera, 2005) meneliti perubahan warna permukaan coklat selama

penyimpanan menggunakan pengolahan citra. (Kang et al., 2008) menggunakan pengolahan citra untuk secara akurat mengukur dan menggambarkan perubahan warna mangga selama proses pematangan.

Tabel 2. Pengukuran warna sampel bubuk penyangraian suhu 200°C

Sampel	111	112	113	121	122	123	131	132	133
L*	59,12	57,05	63,82	60,70	59,03	60,53	56,10	54,57	57,12
a*	9,60	8,87	2,79	4,18	6,96	3,96	5,85	9,78	4,96
b*	23,71	29,83	16,65	16,81	12,44	11,31	16,93	21,70	17,58

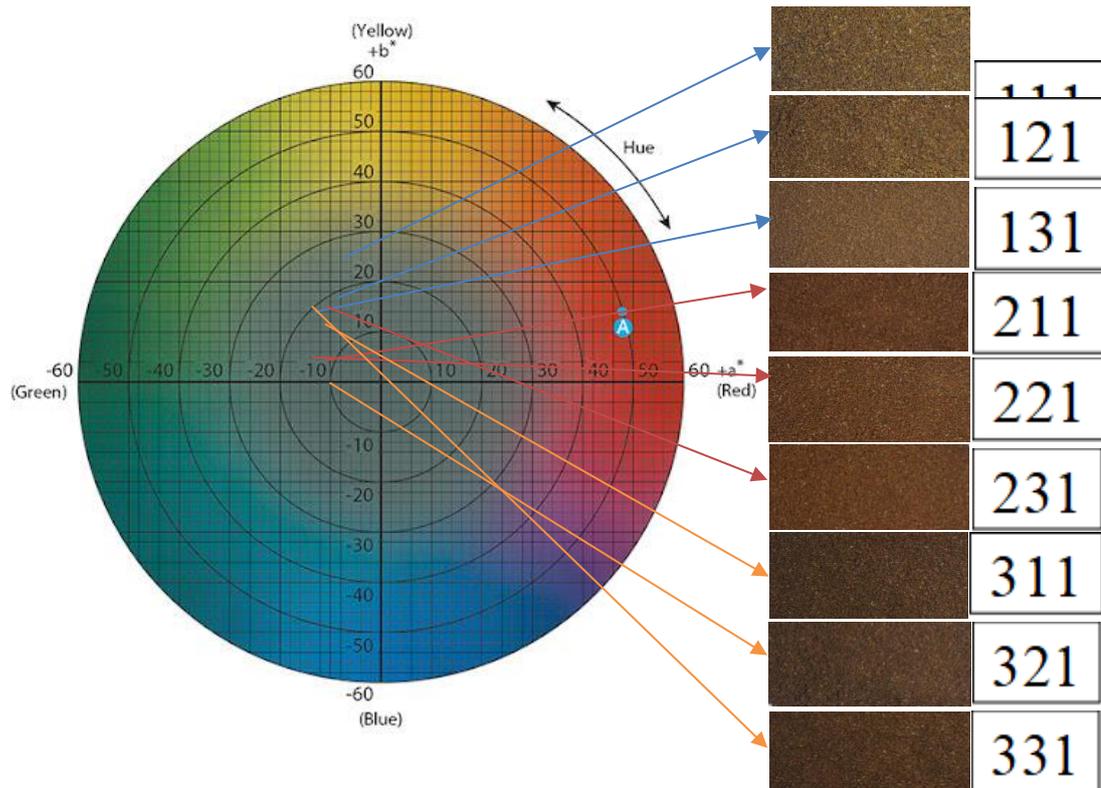
Tabel 3. Pengukuran warna sampel bubuk penyangraian suhu 205°C

Sampel	211	212	213	221	222	223	231	232	233
L*	55,08	54,40	54,99	58,23	50,97	52,31	50,94	47,11	49,21
a*	9,90	7,87	6,40	4,33	8,39	8,08	8,66	11,68	9,51
b*	4,07	14,56	17,81	4,26	21,53	20,38	16,57	24,38	20,16

Tabel 4. Pengukuran warna sampel bubuk penyangraian suhu 210°C

Sampel	311	312	313	321	322	323	331	332	333
L*	50,89	47,16	48,66	47,28	47,35	48,56	48	44,97	45,82
a*	6,89	10,16	7,76	6,77	7,24	5,35	4,95	5,94	7,56
b*	11,11	17,30	14,24	10,32	8,59	12,14	14,20	16,36	11,14

Dari hasil penelitian ini adanya perbedaan warna setiap perlakuan variasi suhu dan waktu penyangraian yang mengakibatkan ketidakseragaman warna yang didapat. Setelah dilakukan pengukuran warna bubuk kopi hasil dari penyangraian nilai rata-rata L* yang dihasilkan berkisar 44,97 (terendah) sampai dengan 63,82 (tertinggi). Nilai L* terendah diperoleh dari bubuk kopi penyangraian suhu 210°C dan waktu 14 menit sedangkan nilai L* tertinggi diperoleh dari penyangraian suhu 200°C dan waktu 10 menit. Hal ini dikarenakan L* menunjukkan tingkat kecerahan sampel, sehingga semakin rendah nilai L* maka semakin gelap warna sampel yang dihasilkan. Nilai a* terendah diperoleh dari penyangraian kopi dengan suhu 200°C dan waktu 10 menit yaitu 2,79, sedangkan nilai a* tertinggi diperoleh dari penyangraian suhu 205°C dan waktu 14 menit yaitu 11,68 Nilai a* menunjukkan campuran warna merah dan hijau, jika nilai a* positif maka warna merah dominan dan jika nilai a* negatif maka warna hijau lebih dominan terhadap sampel. Nilai b* terendah yang diperoleh pada pengujian bernilai 4,06 pada penyangraian suhu 205°C dan waktu 10 menit sedangkan nilai b* yang tertinggi adalah 29,82 pada penyangraian suhu 200°C dan waktu 10 menit. Nilai b* menunjukkan campuran warna kuning dan biru, jika nilai b* positif maka warna kuning akan lebih dominan sedangkan jika nilai b* negatif maka warna biru yang lebih dominan terhadap sampel.



Gambar 1. Nilai L^*a^*b bubuk kopi setelah penyangraian

Keterangan :

- 111: Penyangraian suhu 200°C dan waktu 10 menit (ulangan 1)
- 121: Penyangraian suhu 200°C dan waktu 12 menit (ulangan 1)
- 131: Penyangraian suhu 200°C dan waktu 14 menit (ulangan 1)
- 211: Penyangraian suhu 205°C dan waktu 10 menit (ulangan 1)
- 221: Penyangraian suhu 205°C dan waktu 12 menit (ulangan 1)
- 231: Penyangraian suhu 205°C dan waktu 14 menit (ulangan 1)
- 311: Penyangraian suhu 210°C dan waktu 10 menit (ulangan 1)
- 321: Penyangraian suhu 210°C dan waktu 12 menit (ulangan 1)
- 331: Penyangraian suhu 210°C dan waktu 14 menit (ulangan 1)

KESIMPULAN DAN SARAN

Adanya perbedaan warna setiap perlakuan variasi suhu dan waktu penyangraian yang mengakibatkan ketidakseragaman warna yang didapat dari analisis Adobe Photoshop dan perhitungan L^*a^*b . Sedangkan dari hasil sidik ragam tidak terdapat perbedaan nyata pengaruh suhu dan waktu penyangraian terhadap warna. Dari hasil perhitungan L^*a^*b didapat L^* pada setiap perlakuan penyangraian cenderung terus menurun seiring suhu dan waktu penyangraian lebih tinggi dengan hasil penyangraian warna bubuk kopi semakin gelap. Rata-rata nilai a^* lebih tinggi pada suhu penyangraian 205°C sehingga warna merah lebih pekat pada suhu 205 sama halnya dengan nilai b^* lebih tinggi pada suhu penyangraian 205 °C sehingga warna kuning lebih pekat pada suhu 205°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggenstoss, J. U. B., Oisson, L. U. P., Aegi, R. U. T. H. K., Erren, R. A. P., & Scher, F. E. E. (2008). *Coffee Roasting and Aroma Formation: Application of Different Time-Temperature Conditions*. 5836–5846.
- Agustina, R., Nurba, D., Antono, W., & Septiana, R. (2019). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian

- Terhadap Sifat Fisik-Kimia Kopi Arabika dan Kopi Robusta. *Analisis Pendapat dan Tingkat Kesejahteraan Rumah Tangga Petani*, 53(9), 1689–1699.
- Briones, V., & Aguilera, J. M. (2005). Image analysis of changes in surface color of chocolate. *Food Research International*, 38(1), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.09.002>
- Chotimah, C., Bachtiar, R., Abdi, M. J., Biba, A. T., & Amiruddin, M. (2021). Perbedaan Pengolesan Edible Coating Terhadap Ketahanan Warna Plat Akrilik Heat Cured Direndam Kopi Robusta. *Sinnun Maxillofacial Journal*, 1(02), 7–15. <https://doi.org/10.33096/smj.v1i02.44>
- Fadhil, R., Nurba, D., & Ikhwanto, K. (2017). The effect of different frying conditions on the color parameters of purple sweet potato (*Ipomoea Batatas Poiret*) slices. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 9(2), 35–42.
- Hunter Associates Laboratory, I. (1996). Colour Hunter CIE L* a* b* Color Scale. *Volumen 8*, 8(7), 1–4. <http://www.hunterlab.com>
- Indrayani. (2012). Pengeringan, Model Tipis, Lapisan Putih. *Temu Studi, Program Pertanian, Keteknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Hasanuddin, Universitas*.
- Joko, N., Lumbanbatu, J., & Sri, R. (2009). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta. *Seminar Nasional Dan Gelar Teknologi PERTETA*, 6(2006), 217–225.
- Kang, S. P., East, A. R., & Trujillo, F. J. (2008). Colour vision system evaluation of bicolour fruit: A case study with “B74” mango. *Postharvest Biology and Technology*, 49(1), 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.12.011>
- Mehaya, F. M., & Mohammad, A. A. (2020). Thermostability of bioactive compounds during roasting process of coffee beans. *Heliyon*, 6(11), e05508. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05508>
- Pedreschi, F., León, J., Mery, D., & Moyano, P. (2006). Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39(10), 1092–1098. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.009>
- Platanotis. (2000). Color Spaces. *Color Imaging*, 405–490. <https://doi.org/10.1201/b10637-11>
- Purnamayanti, N. P. A., Gunadnya, I. B. P., & Arda, G. (2017). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian terhadap Karakteristik Fisik dan Mutu Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 5(2), 39–48.
- Saklar, S., Katnas, S., & Ungan, S. (2001). Determination of optimum hazelnut roasting conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(3), 271–281. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2001.00457.x>
- Saputra, F. M. A. (2017). Sintesis Pigmen Magnetik Copper Ferrite (CuFe₂O₄) Berbahan Dasar Pasir Besi Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*.
- Sunarharum, W. B., Williams, D. J., & Smyth, H. E. (2014). Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, 62, 315–325. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.030>
- Susilawati, M. (2015). Bahan Ajar Perancangan Percobaan. *Jurusan Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana 2015*.
- Yam, K. L., & Papadakis, S. E. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61(1 SPEC.), 137–142. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00195-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00195-X)