

Metode Non-Destruktif untuk Mengevaluasi Hubungan Antara Warna Kulit dan Karakteristik Kualitas Alpukat (*Persea americana Mill.*)

*Non-Destructive Method to Evaluate the Relationship Between Skin Color and Quality Characteristic of Avocado (*Persea americana Mill.*)*

Fenny Aprilliani^{#1}, Hernowo^{*2}

[#]Program Studi Agroindustri, Jurusan Agroindustri, Politeknik Negeri Subang

^{*}Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pascasarjana, Universitas Jenderal Soedirman

¹fennyaprilliani20@gmail.com

²15hernowo@gmail.com

ABSTRAK

Analisis warna dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik mutu dan tingkat kematangan produk pertanian, termasuk alpukat. Alpukat Mentega dengan tiga tingkat kematangan berbeda A1: kurang dari 80%, A2: 80-85%, dan A3: tingkat kematangan lebih dari 85% dikumpulkan dari Bandungan, Indonesia. Karakterisasi buah alpukat dilakukan dengan 33 buah sampel untuk setiap tingkat kematangan dengan bobot sekitar 366 ± 16 g. Kehilangan massa dan dimensi (%), sifat warna ($L^*a^*b^*$), dan kekerasan (kg.mm^{-2}) dievaluasi. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kematangan berpengaruh nyata terhadap susut massa, kekerasan, dan sifat warna (L^* dan a^*). Penyimpanan selama 10 hari pada suhu ruang untuk sampel A3 (tingkat kematangan lebih dari 85%) menunjukkan kehilangan massa tertinggi ($4,77 \pm 2,31\%$), kehilangan dimensi ($114,36 \pm 7,83\%$ untuk panjang dan $22,79 \pm 15,78\%$ untuk lebar), dan nilai kekerasan terendah ($0,46 \pm 0,31 \text{ kg.mm}^{-2}$). Hubungan antara warna kulit dan karakteristik mutu alpukat Mentega dikembangkan menggunakan data kekerasan buah dan indeks kematangan alpukat (AMI) dengan rumus $F = -0,1116x - 0,9692$; MAPE = 21,74%. Data aktual dan estimasi kekerasan menunjukkan bahwa model cocok untuk menggambarkan kekerasan buah aktual di bawah kondisi percobaan yang sama.

Kata kunci — alpukat, tingkat kematangan, metode non-destruktif

ABSTRACT

Color analysis can be used to determine the quality characteristic and the level of maturity of agricultural products, including avocado. Avocado 'Mentega' with three different levels of maturity A1: less than 80%, A2: 80-85%, and A3: levels of maturity more than 85% were collected from Bandungan, Indonesia. The avocado characteristic was conducted with 33 samples for each maturity level with a weight of approximately 366 ± 16 g. The mass and dimensional loss (%), color properties ($L^*a^*b^*$), and firmness (kg.mm^{-2}) were evaluated. The results showed significant effects of maturity level on mass loss, firmness, color properties (L^* and a^*). Storage for 10 days in room temperature for sample A3 (maturity level more than 85%) showed the highest mass loss ($4.77 \pm 2.31\%$), dimensional loss ($114.36 \pm 7.83\%$ for length and $22.79 \pm 15.78\%$ for width) and the lowest value of firmness ($0.46 \pm 0.31 \text{ kg.mm}^{-2}$). The relationship between skin color and quality characteristic of avocado 'Mentega' was developed using the data of fruit firmness and avocado maturity index (AMI) by the formula $F = -0.1116x - 0.9692$; MAPE = 21.74%. The actual and estimation data of firmness show that the model is fitted to describe the actual fruit firmness under the same experimental conditions.

Keywords — avocado, maturity level, non-destructive method

 OPEN ACCESS

© 2022. Fenny Aprilliani, Hernowo



Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

Alpukat (*Persea americana Mill.*) memiliki produktivitas tinggi selama tiga tahun terakhir di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik [1], total produksi alpukat mencapai 461.613 ton pada 2019 lebih tinggi dari total produksi 2018 (410.094 ton) dan 2017 (363.148 ton). Produktivitas alpukat yang besar menunjukkan pasar yang besar untuk perdagangannya. Untuk memenuhi kebutuhan pasar, tidak hanya dibutuhkan produksi yang tinggi tetapi juga alpukat yang berkualitas tinggi. Faktanya, kualitas dan tingkat kematangan alpukat di pasaran sangat bervariasi dan terkadang menimbulkan masalah bagi konsumen ketika ingin membeli buah sesuai dengan tingkat kematangan yang mereka inginkan. Kematangan alpukat menjadi penting karena buah yang belum matang akan layu. Alpukat yang tidak matang dengan baik dapat mempengaruhi kualitas penyimpanan serta rasa yang tidak diinginkan oleh konsumen.

Dilihat dari tingkat kematangannya, mengetahui karakteristik internal dan metode serta tahapan panen komoditas hortikultura yang tepat tidak hanya mempertahankan kualitas internal komoditas tersebut, tetapi juga menyebabkan berkurangnya kerugian pascapanen [2]. Atribut kualitas buah dapat digambarkan berdasarkan penampilan (ukuran, bentuk, warna, dan kebebasan dari pembusukan), tekstur (kekencangan, kerenyahan, dan juiciness), rasa (rasa dan aroma), nutrisi, dan faktor keamanan. Umumnya, tingkat pematangan yang tinggi lebih rentan terhadap kerusakan mekanis atau infeksi selama penanganan pascapanen. Di sisi lain, jika buah belum cukup berkembang maka hal tersebut menjadikan konsumen tidak tertarik. Akibatnya, penting untuk menerapkan beberapa metode yang memungkinkan untuk mengevaluasi tingkat kematangan buah.

Tingkat kematangan buah biasanya diidentifikasi dari karakteristik buah melalui pengamatan langsung seperti warna, ukuran, bentuk dan aroma. Namun, metode ini tidak dapat digunakan sebagai metode standar untuk menentukan tingkat kematangan. Hal ini karena sistem sensorik manusia memiliki kecenderungan untuk menilai hal-hal secara

subjektif tergantung pada usia, terjadinya buta warna dan cacat penglihatan pada individu tertentu [3]. Akan efisien untuk menentukan tingkat kematangan buah menggunakan teknologi yang mudah dioperasikan, murah dan dapat mengidentifikasi tingkat kematangan lebih objektif. Penggunaan metode non-destruktif dapat diterapkan untuk secara akurat menunjukkan tingkat pematangan buah yang jelas termasuk alpukat.

Beberapa penelitian mengenai metode non destruktif untuk menentukan tingkat kematangan alpukat telah dilakukan selama beberapa tahun terakhir. Blakey dan Rooyen [4], mengidentifikasi tingkat kematangan alpukat menggunakan spektroskopi inframerah dekat (NIR). Pada tahun 2016, evaluasi non-destruktif kematangan alpukat dilakukan dengan menggunakan spektroskopi inframerah dan model regresi PLS oleh Olarewaju et al., [5]. Analisis non-destruktif telah mendapatkan pengakuan luas di industri alpukat untuk penilaian atribut kualitas. Namun, penggunaan tes sederhana non-destruktif untuk menentukan karakteristik kualitas alpukat jarang dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi hubungan antara warna kulit alpukat 'Mentega' dengan karakteristik kualitas lainnya dengan menggunakan identifikasi sederhana.

2. Metode

2.1. Pengambilan Sampel.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan sampel alpukat segar hasil panen dikumpulkan dari CV. Berkah Jaya Wina di Bandungan, Jawa Tengah, Indonesia. Sembilan puluh sembilan buah (Gambar 1) yang dibagi menjadi tiga tingkat kematangan yang berbeda menurut Badan Karantina Pertanian Indonesia (2015) [6], yaitu A1<80% dari tingkat kematangan (dipanen kurang dari 180 hari setelah antesis), A2: 80-85% (dipanen sekitar 180-200 hari setelah antesis), dan A3>85% (dipanen lebih dari 200 hari setelah antesis) dipanen pada pohon acak untuk pengukuran non-destruktif.





Gambar 1. Sampel Alpkat

Buah yang dipanen dimasukkan ke dalam kotak plastik berlubang untuk memungkinkan pergerakan udara bebas dan segera diangkut ke laboratorium teknologi pengolahan pangan dan hasil pertanian di Universitas Jenderal Soedirman. Buah kemudian disortir untuk menentukan ukuran dan tidak adanya cacat fisik.

2.2. Karakteristik Kualitas Alpkat 'Mentega' Selama Penyimpanan

2.2.1. Analisis Non-Destruktif dan Destruktif

Pengukuran non-destruktif seperti kehilangan massa, kehilangan dimensi, dan sifat warna dilakukan untuk mengumpulkan data selama 10 hari. Berat (gram) seluruh buah diukur dengan timbangan digital. Dimensi alpkat diukur menggunakan kaliper Vernier (Toscano: 6 inci) untuk mengukur panjang dan lebar buah, dan kemudian menghitung persentase kehilangan dimensi. Properti warna ditentukan menggunakan Color Reader CR-10 Minolta

untuk skala CIE $L^*a^*b^*$. Selain itu, Indeks Kematangan Alpkat (AMI) dihitung menurut Francis dan Clydesdale [7] dengan rumus sebagai berikut:

$$AMI = \frac{\left(\frac{\pm a}{L}\right) \times (1) \times (1000)}{(a^2 + b^2)^{1/2}} \quad (1)$$

L^*a^*b menunjukkan parameter cahaya, positif dan negatif 'a' menunjukkan kehijauan dan kemerahan, positif dan negatif 'b' berarti kebiruan dan kekuningan [8].

Analisis destruktif alpkat (pengukuran tekstur) dilakukan segera setelah memperoleh data dari analisis non-destruktif. Tekstur dianalisis menggunakan penetrometer (Fujiwara, Jepang). Analisis tekstur diekspresikan dengan membagi hasil penetrasi dengan luas permukaan jarum dengan unit $\text{kg} \cdot \text{mm}^{-2}$. Nilai ketegasan buah yang dimodelkan oleh model kinetik orde pertama (Persamaan 2) yang sebelumnya diterapkan oleh Lana [9], dengan rumus sebagai berikut:

$$F = (F_0 - F_{fix}) \cdot e^{-k \cdot t} + F_{fix} \quad (2)$$

Variabel F menunjukkan waktu (hari) konstan setelah panen. F_0 dan F_{fix} adalah bagian awal dan tidak berubah-ubah dari ketegasan, dan k menunjukkan laju reaksi proses.

2.2.2. Analisis Statistik

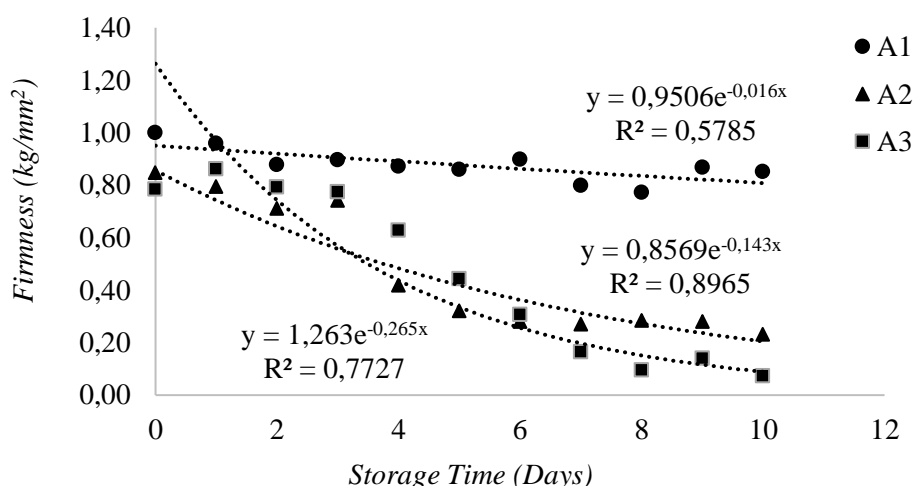
Data dianalisis menggunakan Microsoft Excel 2016 (ANOVA). Hasilnya disajikan sebagai *mean value ± standar deviation (SD)*. Signifikansi perbedaan antara sarana dilihat melalui uji rentang berganda Duncan, yang mana nilai signifikansi $p < 0,05$ adalah signifikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Pengaruh Tingkat Kematangan terhadap Penurunan Kualitas Alpukat 'Mentega'

Maturity Level	Mass Loss (%)	Dimensional Loss (%)		Firmness (kg.mm ⁻²)	Skin Color			AMI
		Length	Width		L*	a*	b*	
A1	2,08±1.01 ^a	11.24±6.49	15.82±5.51	0.88±0.08 _b	38.28±2.27 ^a	-18.29±4.51 ^{ab}	25.49±5.69	-15.72±0.98
A2	2,94±1.38 ^b	12.82±6.82	17.52±6.35	0.47±0.25 _{ab}	43.20±5.37 ^b	-21.37±1.92 ^a	30.20±6.57	-13.38±2.31
A3	4,77±2.31 ^c	14.36±7.83	22.79±15.78	0.46±0.31 _a	38.76±5.51 ^{ab}	-16.16±5.42 ^b	25.27±7.99	-13.21±2.50

Semua nilai adalah rata-rata dari 33 sampel pengamatan ± SD. Rata-rata pada pengamatan menunjukkan perbedaan yang signifikan melalui Duncan's Multiple Range Test (p<0,05). A1: Tingkat kematangan < 80% (dipanen kurang dari 180 hsa), A2: Tingkat kematangan antara 80-85% (180-200 hsa), A3: Tingkat kematangan > 85% (dipanen lebih dari 200 hsa).



Gambar 2. Hasil Analisis Non Regresi Berdasarkan Persamaan 2

Dua langkah percobaan disiapkan untuk mengevaluasi hubungan antara warna kulit dan karakteristik buah. Langkah pertama dengan menyelidiki karakteristik alpukat 'Mentega' melalui analisis non-destruktif (kehilangan massa, kehilangan dimensi, dan sifat warna alpukat). Langkah percobaan kedua memeriksa ketegasan. Karakteristik buah disajikan pada Tabel 1. Sebagian besar variabel signifikan pada p<0,05. Namun, kehilangan dimensi, b*, dan AMI tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada percobaan tersebut.

Tingkat kematangan yang berbeda menunjukkan jumlah penurunan kualitas yang berbeda selama penyimpanan. Diindikasikan bahwa umur simpan dan kualitas buah

tergantung pada tingkat kematangan [10]. Berat dan penurunan dimensi dari alpukat secara bertahap meningkat dari waktu ke waktu dan dipengaruhi oleh tingkat kematangan. Kehilangan dimensi penting karena membedakan buah sebagai ukuran besar, sedang, dan kecil [11]. Alpukat dengan tingkat kematangan lebih dari 85% (A3) memiliki tingkat kehilangan massa dan dimensi tertinggi dibandingkan dengan tingkat kematangan kurang dari 80% (A1) dan 80-85% (A2). Kondisi ini terjadi karena proses respirasi dan kehilangan air dari buah yang tidak dapat diganti dan terjadi penurunan berat badan [12]. Proses respirasi menyebabkan perubahan volume air yang tidak teratur dalam makanan, dan pengurangan ini

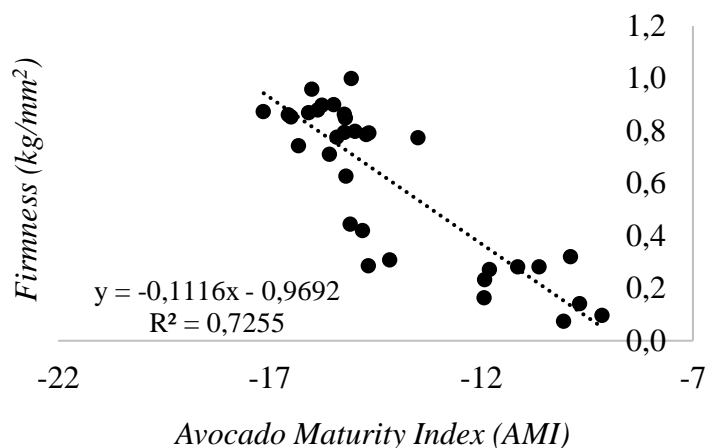
biasanya merupakan penyusutan buah yang dapat disebut sebagai deformasi makanan dan mungkin memiliki penilaian negatif bagi konsumen.

Hilangnya kadar air yang berlebihan juga mempengaruhi tekstur buah. Hal ini terjadi karena perubahan besar dalam struktur dinding sel dan lajunya tergantung pada banyak faktor yang terkait dengan kondisi produk, pemrosesan dan penyimpanan [13]. Tingkat kematangan saat panen sangat penting karena mempengaruhi kualitas dan umur simpan. Alpukat dengan tingkat kematangan kurang dari 80% (A1) menunjukkan jumlah ketegasan tertinggi jika dibandingkan dengan tingkat kematangan lainnya. Analisis menunjukkan nilai ketegasan yang signifikan (Tabel 1) dengan jumlah ketegasan terendah dihasilkan dari alpukat

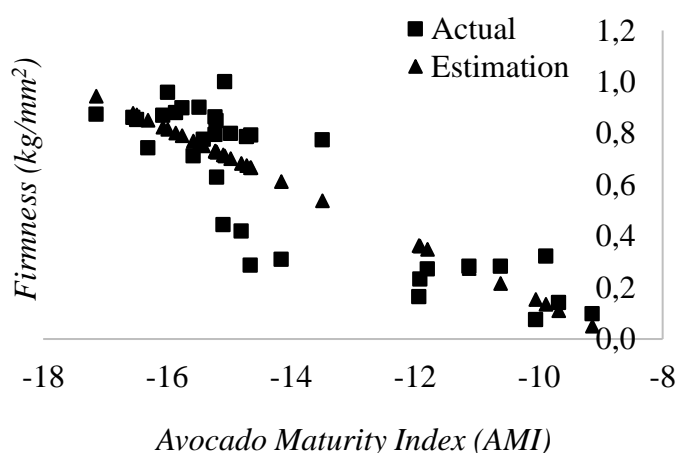
dengan tingkat kematangan lebih dari 85% (A3) sebesar $0,46 \pm 0,31$ (kg.mm⁻²).

Konsistensi buah selama penyimpanan yang dimodelkan berdasarkan persamaan 2, dengan regresi non-linier dengan mengasumsikan nilai Ffix adalah nol. Hasil regresi non-linier dijelaskan pada Gambar 2.

Gambar 2, menunjukkan hubungan antara F (ketegasan pada waktu) dan waktu penyimpanan. Menurut analisis, kurva eksponensial menunjukkan tingkat signifikansi yang tinggi R²A₃=89,76%, R²A₂=87,49%, dan R²A₁=55,36% dengan ketegasan awal untuk setiap tingkat kematangan 0,95 kg.mm⁻² (A1), 0,86 kg.mm⁻² (A2), dan 1,26 kg.mm⁻² untuk sampel A3. Tingkat signifikansi yang tinggi untuk ketegasan efektif untuk mengevaluasi kematangan buah selama penyimpanan.



Gambar 3. Hubungan Avocado Maturity Index (AMI) dengan Kekencangan Buah



Gambar 4. Hubungan antara ketegasan buah dan AMI; ■ model aktual dan ▲ model estimasi

Warna dan ketegasan dianggap sebagai indikator kualitas buah dan sayuran yang baik [9] dan memainkan peran penting dalam persepsi visual [14]. Nilai AMI dan ketegasan saling melengkapi untuk mendefinisikan kematangan buah [15]. Nilai AMI secara objektif memantau perubahan warna kulit dan kemudian memperkirakan kekencangan tingkat kematangan yang menunjukkan perubahan serupa dengan warna dewasa. Penurunan ketegasan memiliki hubungan yang kuat dengan kedewasaan dan umur simpan. Buah dari tingkat kematangan yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk ringan (L^*) dan kemerahan ($-a^*$), tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk kekuningan (b^*) dan AMI (Tabel 1). Buah dengan nilai ringan yang lebih rendah dan nilai 'a' lebih dekat pada nol menunjukkan bahwa buahnya kurang hijau daripada yang lain. Sifat warna dan ketegasan dapat digunakan untuk menyortir alpukat yang mentah, matang dan terlalu matang. Hubungan AMI dan kekencangan buah selama penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 3.

Menurut Gambar 2, hubungan antara kekencangan buah dengan AMI alpukat 'Mentega' dapat diperkirakan dengan model linier dengan rumus:

$$F = -0,1116x - 0,9692 \quad (3)$$

Dimana F adalah rumus untuk memperkirakan nilai kekencangan ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-2}$) alpukat selama waktu penyimpanan dan x adalah indeks kematangan alpukat (AMI). Model validasi dilakukan dengan perhitungan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) dari data aktual dan estimasi. Keunggulan model validasi menggunakan MAPE yaitu dapat menunjukkan persentase kesalahan antara data aktual dan estimasi dari perhitungan dan memberikan informasi tentang persentase kesalahan [16]. Model validasi ditunjukkan pada Gambar 4.

Data validasi pada Gambar 4 menunjukkan kesamaan antara data aktual dan estimasi ketegasan buah. Menurut Barus dan Ramli [17], model ini valid untuk memperkirakan nilai ketegasan alpukat 'Mentega' yang sebenarnya dengan nilai MAPE sebesar 21,74%. Kondisi ini menunjukkan bahwa model estimasi ketegasan mampu menggambarkan hubungan antara

kekencangan buah dengan AMI dalam kondisi eksperimen yang sama.

4. Kesimpulan

Perbedaan signifikan terdeteksi antara tingkat kematangan sampel alpukat untuk kehilangan massa (%), ringan (L^*) dan nilai kehijauan ($-a$), dan juga kekencangan buah ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-2}$) tetapi tidak untuk kehilangan dimensi (%), kekuningan ($+b$), dan AMI. Ketika AMI meningkat mendekati nol, kekencangan buah menurun. Hasil ini membuktikan bahwa perubahan warna buah dikaitkan dengan kekencangan buah pada tingkat kematangan yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara karakteristik kualitas alpukat (kekencangan buah) dan warna kulit (AMI) dapat diperkirakan dengan rumus $F = -0,1116x - 0,9692$; MAPE = 21,74% dalam kondisi eksperimental yang sama.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. (2020), Total produksi alpukat, Indonesia: Badan Pusat Statistik. Retrieved on November 29, 2020 from: www.bps.go.id/site/resultTab.
- [2] Prasad, K., S. Jacob and M.W. Siddiqui. (2018), *Fruit maturity, harvesting and quality standards: Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality*, Amsterdam: Elsevier.
- [3] Benhura, C., M.A.N. Benhura, M. Muchuweti and P.E. Gombiro. (2013), Assessment of the colour of Parinari curatellifolia fruit using an image processing computer software package, *Int. J. Res. Agric. Food Sci.* 2(4): 41–48.
- [4] Blakey, R.J. and V. Rooyen. (2011), Non-destructive measurement of moisture content in avocado's using handheld near-infrared spectroscopy: Proceedings VII World Avocado Congress 2011 (p.9-11). African: South African Avocado Growers' Association Yearbook 34.
- [5] Olarewaju, O.O., I. Bertling and L.S. Magwaza. (2016), Non-destructive evaluation of avocado fruit maturity using near infrared spectroscopy and PLS regression models, *Scientia Horticulturae*. 199: 229–236.
- [6] Badan Karantina Pertanian. (2015), *Pedoman sertifikasi fitosanitari buah alpukat Indonesia*, Badan Karantina Pertanian: Jakarta, Indonesia.
- [7] Francis, F. J. and F. M. Clydesdale. (1975), *Food colorimetry: Theory and applications*. Westport, Conn: The AVI Publishing Company Inc.



- [8] Ferreira, T.H.B. and M.L.F. Freitas. (2019), Production, physical, chemical and sensory evaluation of dried banana (*Musa cavendish*), Emir. J. Food Agric. 31(2): 102–108.
- [9] Lana, M.M. (2005), Modelling Quality of Fresh-cut Tomato based on Stage of Maturity and Storage Conditions, (Doctoral dissertation), Wageningen University, Nedherland.
- [10] Rahman, M.M., M. Moniruzzaman, M.R. Ahmad, B.C. Sarker and M.K. Alam. (2016), Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. J. Saudi Soc. Agric. Sci. 15(1): 28–37.
- [11] Zhigila, D.A., A.A. Abdulrahman, O.S. Kolawole and F.A. Oladele. (2014), Fruit morphology as taxonomic features in five varieties of *Capsicum annuum* L. Solanaceae, J. Bot. 2014: 1-6.
- [12] Thompson, A.K. (2003), *Fruit and Vegetables; Harvesting, Handling, and Stotrage* (2nd Ed.), United States of America: Blackwell Publishing Ltd.
- [13] Warsiki, E., F. Aprilliani and A. Iskandar. (2020), The effects of the use of corrugated cardboards covered with ethylene absorbers on mango fruit quality after short-term storage (*Mangifera indica* L.), J. Hort. Res. 27(2): 65-70.
- [14] Arivazhagan. (2010), Fruit recognition using color and texture features, J. of Emerging Trends in Computing and Information Sci. 1(2): 90-94.
- [15] Olmo, M., A. Nadas and J.M. García. (2000), Nondestructive methods to evaluate maturity level of oranges, J. Food Sci. 65(2): 365–369.
- [16] Ningtiyas, S.R. (2019), Aplikasi metode double exponential smoothing holt dan arima untuk meramalkan voluntary counseling and testing (Vct) odha di Provinsi Jawa Timur, The Indonesian J. of Public Health. 13(2): 158-170.
- [17] Barus, J. and R. Ramli. (2013), Analisis peramalan ekspor Indonesia pasca krisis keuangan Eropa dan global tahun 2008 dengan metode dekomposisi, J. Ekonomi Dan Keuangan. 1(3): 117-133.

