

IDENTIFIKASI BENTUK BUAH ALPUKAT (*Persea americana Mill.*) DENGAN ANALISIS CITRA DIGITAL

Identification of Avocado Shape (Persea americana Mill.) by Digital Image Analysis

Ifmalinda*, Andasuryani, Lii Shaufana
Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Andalas
Kampus Limau Manis - Padang 25163
Penulis Korespondensi, email: ifmalinda@ae.unand.ac.id

Disubmit : 8 September 2022 Direvisi : 15 November 2022 Diterima : 12 Desember 2022

ABSTRAK

Kualitas buah sangat berpengaruh pada tingkat daya tarik konsumen, salah satunya pada bentuk buah. Umumnya proses pengelompokan mutu buah menggunakan pengamatan secara visual. Cara ini kurang efisien dan membutuhkan waktu lama. Metode untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan analisis citra digital, yang merupakan ruang lingkup suatu sistem mengenai teknik mengolah dan menganalisa citra atau gambar dengan menggunakan komputer. Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi bentuk fisik dari buah alpukat yang normal dan kurang normal dengan analisis citra digital. Pengelompokannya sesuai dengan standar mutu I dan II buah alpukat, yaitu normal dan kurang normal. Agar terlihat perbedaannya dilakukan menggunakan beberapa parameter bentuk meliputi *roundness*, *sphericity*, dan nilai K. Perhitungan tiga parameter ini dilakukan dalam dua kondisi yaitu perhitungan manual dan analisis citra. Hasil penelitian menunjukkan *roundness* manual normal diperoleh nilai 0,850 sampai 0,893 dan kurang normal diperoleh nilai 0,851 sampai 0,905. *Roundness* citra normal diperoleh nilai 0,856 sampai 0,895 dan kurang normal diperoleh nilai 0,856 sampai 0,897. *Sphericity* manual normal diperoleh nilai 0,810 sampai 0,941 dan kurang normal diperoleh nilai 0,807 sampai 0,953. *Sphericity* citra normal diperoleh nilai 0,826 sampai 0,945 dan kurang normal diperoleh nilai 0,837 sampai 0,972. Nilai K manual normal diperoleh nilai 1,616 sampai 2,485 dan kurang normal diperoleh nilai 1,843 sampai 2,394. Sedangkan nilai K citra normal diperoleh nilai 0,925 sampai 0,948 dan kurang normal diperoleh nilai 0,923 sampai 0,951. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa bentuk normal dan kurang normal bisa dibedakan dengan analisis citra melalui bentuk *roundness*. Namun tidak bisa dibedakan dengan bentuk *sphericity* dan nilai K

Kata kunci: Alpukat; Citra Digital; Nilai K; *Roundness*; *Sphericity*

ABSTRACT

Fruit quality greatly affects the level of consumer attractiveness. One of them is the shape of the fruit. Generally, the grouping of fruit quality uses visual observation. This method is less efficient and takes a long time. To overcome this problem is the method of digital image analysis, which is the scope of a system regarding techniques for analysis and analyzing images or images using a computer. The purpose of this study is to find the physical form of normal and abnormal avocados with digital image analysis. Grouping according to normal and less normal quality standards. In order to see the difference, several shape parameters were used are roundness, sphericity, and K value. The calculation of these three parameters was carried out in two conditions, manual calculation and image analysis. The results showed that the manual for normal roundness obtained values from 0.850 to 0.893 and less normal values obtained from 0.851 to 0.905. Normal image roundness values obtained from 0.856 to 0.895 and less normal values obtained from 0.856 to 0.897. Normal manual K sphericity values obtained from 0.810 to 0.941 and less

normal values obtained from 0.807 to 0.953. Normal image sphericity values obtained from 0.826 to 0.945 and less normal values obtained from 0.837 to 0.972. Normal manual K values were obtained from 1,616 to 2,485 and less normal values obtained from 1,843 to 2,394. While the value of K for normal images is obtained from 0.925 to 0.948 and less normal values are obtained from 0.923 to 0.951. Based on the results of Keyword research that normal and less normal shapes can be distinguished by image analysis through round shapes. However, it cannot be distinguished by the shape of the sphericity and the value of K

Keywords : Avocado; Image Analysis; K value; Roundness; Sphericity

PENDAHULUAN

Komoditas pertanian sangat mudah berkembang di negara tropis seperti Indonesia, sehingga produk yang dihasilkan berupa buah-buahan dikenal dengan buah-buahan tropis. Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia mendapatkan sinar matahari yang dibutuhkan oleh tanaman organik. Tanah yang subur kaya akan mineral terbentuk oleh gunung berapi. Oleh karena itu, buah dan sayuran tropis di Indonesia sangat beragam dan rasanya enak (Kemendag, 2017).

Rasa enak pada produk pertanian mengakibatkan permintaan konsumen akan buah tropis sangat meningkat, hal ini menyebabkan proses ekspor ke swalayan internasional juga meningkat. Buah-buahan tropis meliputi alpukat, nenas, melon, salak, durian, manggis, jeruk, rambutan, semangka dan lain sebagainya. Semua jenis buah tropis yang sering diekspor Indonesia adalah buah alpukat, manggis, salak dan mangga. Cara mengatasi permasalahan ini dengan memperhatikan aspek ekspor untuk jenis buah tersebut, seperti buah alpukat yang banyak peminatnya oleh konsumen di berbagai negara (Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati, 2015).

Buah alpukat di Indonesia dari tahun 2011 hingga 2019 produksinya mengalami naik turun, namun bisa dikatakan mengalami peningkatan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) (2019), produksi buah alpukat di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 363.157 ton dan pada tahun 2018 sebesar 410.094 ton dengan tingkat pertumbuhan produksi mencapai 12,92%.

Kualitas buah sangat berpengaruh pada tingkat daya tarik konsumen, salah satu kriteria bagi konsumen dalam dunia pasar yaitu bentuk buah yang termasuk dalam sifat fisik bahan pertanian. Selain bentuk, ukuran

buah juga sangat penting dalam pandangan konsumen. Bentuk dan ukuran digunakan sebagai dasar saat perancangan alat atau mesin pertanian, penangan produk dengan tepat berdasarkan standarisasi mutu produk. Kegunaan dua kriteria ini sangat membantu pada pengukuran dan penggambaran objek sehingga hasilnya maksimal. Salah satu cara untuk melihat keseragaman buah, yaitu dilihat dari indeks bentuk (Rosyid, 2018). Indeks yang digunakan yaitu *roundness*, rasio *roundness*, *sphericity*, tingkat ketimpangan area yang diproyeksikan, dan lain-lain (Rosyid, 2018). Penelitian tentang pemutuan buah berdasarkan bentuk menggunakan *image analysis* sudah pernah dilakukan salah satunya oleh Koklu *et al.* (2021) yang mengklasifikasi buah kurma menjadi varietas genetik menggunakan analisis citra. Beberapa penelitian sebelumnya tentang *roundness*, *sphericity* dan K value pada buah telah dilakukan pada buah *crambe* (Kwiatkowski *et al.*, 2020), kopi arabika (Buitrago-Osorio *et al.*, 2022), dan buah jeruk (Adubofuor *et al.*, 2021).

Proses pengelompokan mutu buah, pengukuran tingkat keseragaman umumnya menggunakan pengamatan mata. Pengukuran dengan cara ini sangat kurang efisien dilakukan secara manual dan menghabiskan waktu yang lama. Oleh karena itu, untuk mempermudah dalam pengukuran ini sehingga efisien maka dilakukan suatu metode dengan analisis citra digital (Pesik *et al.*, 2018). Analisis citra digital (*image analysis*) merupakan ruang lingkup suatu sistem mengenai teknik-teknik mengolah dan menganalisa citra atau gambar, baik yang diam (foto) dan bergerak (*webcam*) dengan menggunakan komputer sehingga diperoleh beberapa informasi (Begum dan Uddin, 2020);

Kusumanto dan Tompunu, 2011). Citra dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit, agar dapat diolah pada computer (Kusumanto dan Tompunu, 2011; Yuhandri *et al.*, 2022). Teknologi citra ini diharapkan bisa menentukan bentuk keseragaman buah dalam pemutuan, sehingga hasil yang diperoleh konsisten cepat dan akurat dibanding manual. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi bentuk fisik dari buah alpukat yang normal dan kurang normal dengan analisis citra digital. Identifikasi ini sesuai dengan Standar Mutu I dan Mutu II Buah Alpukat berdasarkan data Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) tahun 2005 (Sari, 2020).

METODE

Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah alpukat sebanyak 120 buah dengan varietas ijo bundar, yang terdiri dari 90 alpukat berbentuk normal dan 30 alpukat berbentuk kurang normal. Jumlah sampel yang digunakan 30 adalah 1/3 dari jumlah 90 yang akan digunakan juga sebagai validasinya. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu kamera digital dengan ukuran citra 720 x 480 piksel, citra buah alpukat direkam dalam format jpg, lampu 10 watt sebanyak 4 buah, kotak citra, jarak kamera ke objek 20 cm, laptop MacBook Pro (13-inch, Mid 2012) sebagai alat *image analysis*, aplikasi MATLAB R2016a, kertas millimeter blok, karton putih polos, jangka sorong dan gelas ukur.

Prosedur Penelitian Persiapan Bahan (Buah Alpukat)

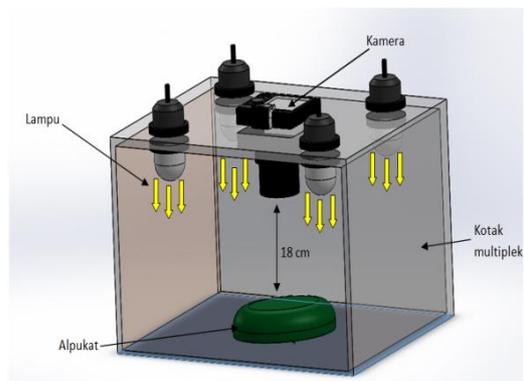
Alpukat yang digunakan berasal dari daerah Solok dengan varietas alpukat ijo bundar. Buah alpukat dipanen apabila sudah berumur 6-7 bulan dari saat bunga mekar dengan tingkat ketuaan alpukat 80-85% (Sadwiyanti *et al.*, 2009). Alpukat dikemas menggunakan kardus dan dilapisi koran. Hal ini bertujuan untuk mengurangi getaran pada buah yang dapat menyebabkan kerusakan. Sebelum buah alpukat dikemas, alpukat disortasi terlebih dahulu berdasarkan mutu bentuk buah yang normal dan kurang normal. Tahap selanjutnya membersihkan buah dengan cara dilap untuk memudahkan

pada proses pengambilan citra sekaligus diberi label pada buah.

Selanjutnya dilakukan pemisahan buah alpukat. Salah satunya adalah dari segi betuk buah. Menurut eksportir dalam Rosyid (2018), bentuk buah yang dimaksud yaitu buah duduk, dengan bentuk datar pada ujungnya. Alpukat yang tidak duduk dianggap sebagai buah bentuk normal sebanyak 90 buah, sedangkan buah yang duduk dianggap sebagai buah yang kurang normal sebanyak 30 buah. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai indeks bentuk *roundness*, *sphericity*, dan nilai K pada alpukat. Cara yang digunakan yaitu perhitungan secara manual dan analisis citra digital untuk mendefinisikan bentuk buah alpukat tersebut.

Pengambilan Citra

Pengambilan citra pada alpukat dilakukan pada tiga sisi, yaitu pada bagian pangkal, depan atau belakang, dan samping kiri atau kanan. Pengambilan citra dilakukan dalam dua kondisi, yaitu dengan kertas millimeter blok dan kain putih polos/karton putih. Citra buah alpukat direkam dalam format JPG. Proses pengambilan citra alpukat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengambilan Citra Alpukat

Perhitungan Roundness Manual

Alpukat ditempatkan di dalam kotak citra dengan kertas millimeter blok yang telah ditempel untuk menjadi *background*. Alpukat diambil citra dalam tiga sudut pengambilan pada bagian pangkal, samping kiri atau kanan, dan arah depan atau belakang buah alpukat. Alpukat yang telah diambil citranya dengan latar

milimeter blok, diukur untuk mendapatkan luas area proyeksi buah pada ketiga posisi. Luas proyeksi yang didapatkan dari perhitungan menggunakan kertas milimeter blok digunakan untuk mencari nilai *roundness* sebagai perhitungan manual dengan menggunakan Persamaan (1) (Martín-Gómez *et al.*, 2022).

$$Roundness = \frac{4A}{\pi L^2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

A = Luas area objek (cm²)

L = Panjang buah (cm)

Perhitungan Sphericity Manual

Milimeter blok yang dijadikan sebagai latar berguna untuk mendapatkan nilai panjang a (diameter terpanjang), panjang b (diameter panjang yang tegak lurus dengan a), dan panjang c (diameter terpendek yang tegak lurus terhadap a dan b). Perhitungan manual untuk mencari nilai *sphericity* dengan menggunakan Persamaan (2) (Alonge dan Adetunji, 2011; Hawa *et al.*, 2020).

$$Sphericity = \frac{(abc)^{\frac{1}{3}}}{a} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

a = sumbu terpanjang

b = sumbu *intermediate* yang tegak lurus dengan a

c = sumbu terpendek yang tegak lurus dengan a dan b

Perhitungan Nilai K Manual

Citra alpukat yang sudah diambil dengan tiga posisi dengan latar millimeter blok untuk mendapatkan luas area pada tiap posisinya. Luas proyeksi alpukat bertujuan untuk mendapatkan nilai Fm (rata-rata luas area proyeksi). Menurut Sitkei (1986) dan Rosyid (2018), *sphericity* bisa dikarakterisasi dengan nilai K, pada volume buah diperoleh menggunakan gelas ukur. Setelah Fm dan volume didapatkan maka untuk mencari nilai K dapat menggunakan Persamaan (3).

$$K = \frac{F_m}{V^{\frac{1}{3}}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

Fm = Rata-rata luasan proyeksi melintang dari buah (cm²)

V = Volume buah (cm³)

Analisis Citra

Citra alpukat yang telah disimpan dalam bentuk berkas digital dianalisa menggunakan program komputer yang telah dibangun. Luas area alpukat dihitung dari citra biner yang dihasilkan melalui operasi pemisahan objek dan latar belakang, yang merupakan banyak piksel milik objek setelah operasi *thresholding*. Operasi ini merupakan salah satu metode dari segmentasi citra. Pada proses *thresholding*, tiap-tiap piksel ditandai sebagai piksel milik objek jika nilainya lebih besar dari nilai *threshold*. Jika objek lebih terang (cerah) dari pada *background*, maka ini dikenal dengan *threshold above*. Sedangkan apabila objek lebih gelap dari pada *background*, maka disebut dengan *threshold below*. Apabila piksel-piksel suatu objek ada diantara dua *threshold* maka disebut dengan *threshold inside* dan lawannya (kebalikan) disebut *threshold outside* (Bhahri dan Rachmat, 2018; Shapiro dan Stockman, 2001).

Bentuk alpukat melalui indeks bentuk *roundness* didapatkan melalui Persamaan (1). Bentuk alpukat mengenai indeks bentuk *sphericity* diperoleh dengan menggunakan Persamaan (2) dengan menghitung diameter a, b, dan c yang diperoleh dari hasil analisis citra. Bentuk alpukat melalui indeks bentuk nilai K didapatkan melalui Persamaan (3), dengan luas area yang diperoleh dari rata-rata luas area proyeksi citra alpukat yang dinyatakan dalam centimeter kuadrat (cm²). Selanjutnya data volume diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan gelas ukur. Hasil yang diperoleh dari analisis citra yaitu nilai *roundness*, *sphericity*, dan nilai konstanta K. Nilai ini akan dibandingkan antara buah yang normal dengan yang kurang normal.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan uji Mann-Whitney. Uji Mann-Whitney merupakan uji yang digunakan untuk menguji dua sampel yang

independen (*two independent sample tests*) dengan bentuk data ordinal (Adinurani, 2022; Fauzi dan Sisilia, 2020; Sartika, 2010). Uji ini digunakan untuk mengetahui dapat atau tidak untuk dijadikan faktor pembeda. Selanjutnya untuk melihat ada perbedaan atau tidak antara dua populasi dengan menggunakan sampel acak yang ditarik dari populasi yang sama. Data atau nilai yang diperoleh dari program Matlab berupa nilai *roundness*, *sphericity*, dan nilai K. Nilai dari ketiga indeks buah alpukat berbentuk normal dan kurang normal kemudian dianalisis menggunakan uji Mann-Whitney.

Uji Mann-Whitney digunakan apabila sampel >30. Uji Mann-Whitney menguji perbedaan rerata peringkat sehingga menghasilkan nilai U yang kemudian dikonversi menjadi nilai Z. Nilai Z hitung yang diperoleh akan dibandingkan dengan tabel Z. Data yang dibandingkan ada dua kelompok, yaitu kelompok 1 untuk golongan buah alpukat normal dan kelompok 2 untuk golongan buah alpukat kurang normal. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan uji Mann-Whitney adalah sebagai berikut (Adinurani, 2022; Manoppo dan Yusuf, 2018):

$$U1 = n1.n2 + \frac{n2(n2 + 1)}{2} - \sum R2 \dots\dots\dots(4)$$

$$U2 = n1.n2 + \frac{n1(n1 + 1)}{2} - \sum R1 \dots\dots\dots(5)$$

$$Z1 = \frac{U1 - \frac{n1.n2}{2}}{\sqrt{\frac{n1.n2(n1 + n2 + 1)}{12}}} \dots\dots\dots(6)$$

$$Z2 = \frac{U2 - \frac{n1.n2}{2}}{\sqrt{\frac{n1.n2(n1 + n2 + 1)}{12}}} \dots\dots\dots(7)$$

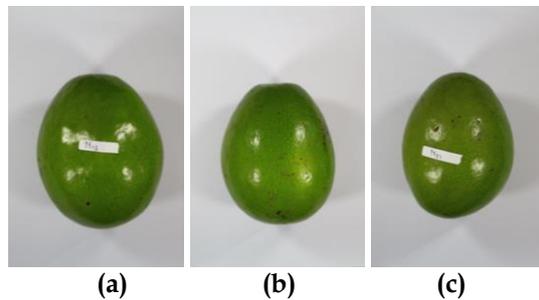
Keterangan :

- U1 = Jumlah peringkat kelompok 1
- U2 = Jumlah peringkat kelompok 2
- n1 = banyak sampel kelompok 1
- n2 = banyak sampel kelompok 2
- R1 = rank nilai sampel kelompok 1
- R2 = rank nilai sampel kelompok 2
- Z1 = nilai Z kelompok 1
- Z2 = nilai Z kelompok 2

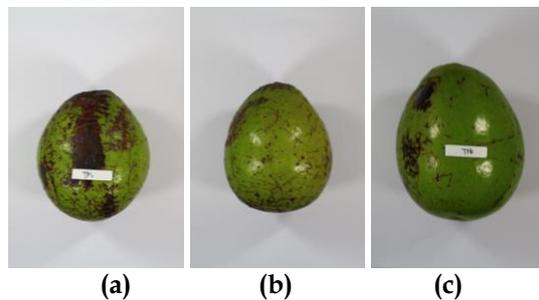
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perekaman Citra Alpukat

Buah alpukat yang digunakan sesuai dengan standar mutu bentuk buah alpukat yang normal dan kurang normal. Pengambilan citra alpukat dilakukan dalam posisi diam. Setiap buah alpukat dilakukan tiga kali pengambilan citra dalam kondisi berbeda. Hal ini dilakukan karena dibutuhkan pada perhitungan indeks *sphericity* dan nilai K. Contoh beberapa buah alpukat dengan bentuk buah normal dapat dilihat pada Gambar 2 dan contoh beberapa bentuk buah alpukat yang kurang normal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Beberapa Contoh Sampel Alpukat dengan Bentuk Normal



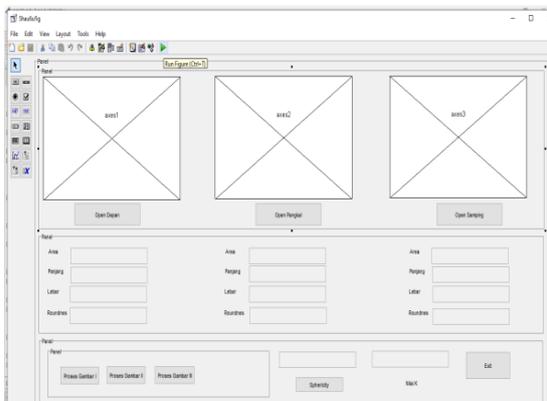
Gambar 3. Beberapa Contoh Sampel dengan Bentuk Kurang Normal

Program Analisis Citra

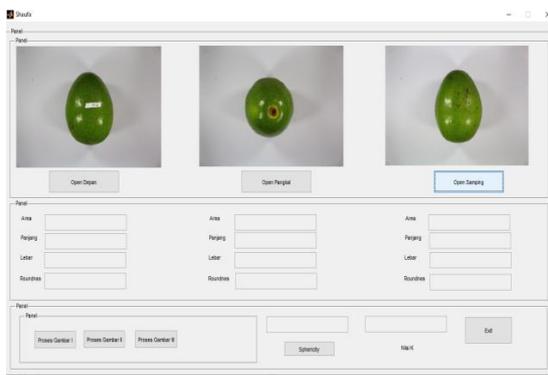
Aplikasi ini memiliki beberapa menu yaitu *file*, *edit*, *view*, *layout*, *tools* dan *help*. Program analisis citra yang dibuat dapat digunakan untuk menghitung luas area, panjang, lebar dalam satuan cm (centimeter), nilai *roundness*, nilai *sphericity* dan nilai K.

Tampilan pada program terdiri dari beberapa komponen yang digunakan. Salah satunya terdapat tiga kotak *axes* yang digunakan sesuai dengan tiga posisi gambar yang diambil. Ketiga citra dari

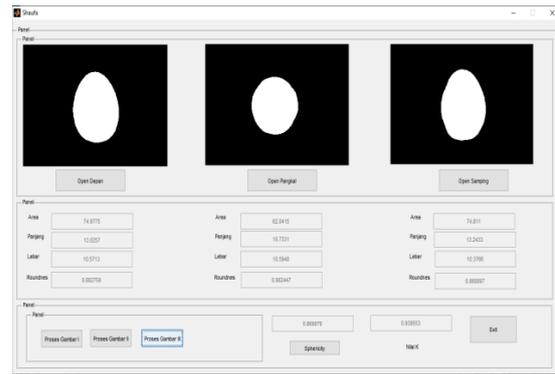
berbagai sudut ini dikombinasikan untuk perhitungan nilai indeks bentuk. Setiap kotak diberi komponen *pushbutton* yang berguna sebagai media *upload* gambar. Fungsi lainnya sebagai media untuk memproses gambar dari cara *thresholding* menjadi citra biner dengan nilai ambang yang digunakan 50%. Komponen lain yang digunakan yaitu *text* berguna sebagai memberi nama (label) yang sesuai dengan parameter yang dibutuhkan dan komponen *edit* untuk tempat menampilkan masing-masing nilai dari luas area, panjang, lebar, *roundness*, *sphericity* dan nilai K. Tampilan awal program citra dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Awal Program Analisis Citra



Gambar 5. Tampilan Program Setelah Memilih File Citra



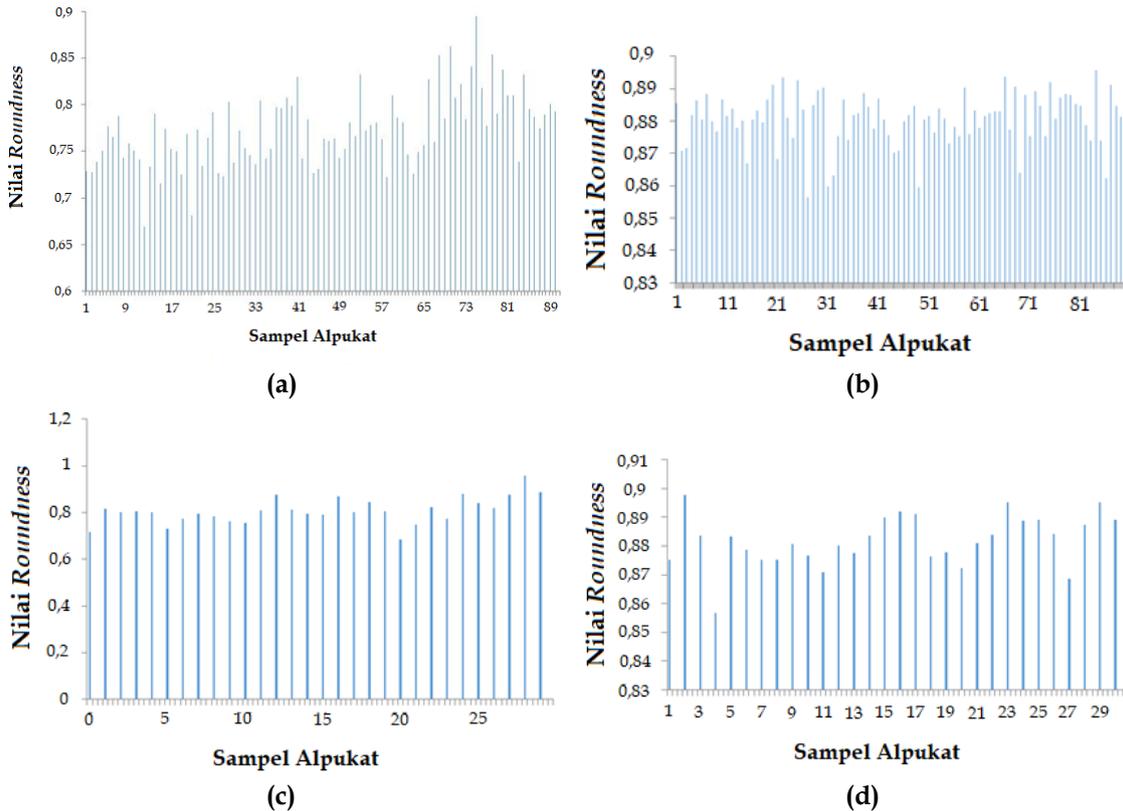
Gambar 6. Tampilan Program Setelah Dianalisis

Tahap awal dari program ini yaitu menekan tombol *run* dengan *icon* berwarna hijau. Kemudian menekan tombol *open* depan, pangkal dan samping, lalu masukan file buah alpukat dengan format JPG. Selanjutnya klik “proses gambar I, II dan III”, maka akan diproses nilai luas area (alpukat), panjang, lebar, *roundness*, *sphericity* dan nilai K. Tampilan program analisis citra setelah memilih *file* citra, dapat dilihat pada Gambar 5. Selanjutnya tampilan program setelah dianalisis, dapat dilihat pada Gambar 6.

Perhitungan *Roundness* Manual dan Analisis *Roundness* Citra

Berdasarkan hasil pengukuran manual parameter *roundness* pada alpukat berbentuk normal memiliki nilai berkisar dari 0,850 sampai 0,893 dengan rata-rata 0,874 dan standar deviasi sebesar 0,0097. Hasil pengukuran manual parameter *roundness* pada alpukat berbentuk kurang normal memiliki nilai berkisar dari 0,851 sampai 0,905 dengan rata-rata 0,877 dan standar deviasi sebesar 0,012. Data nilai indeks bentuk *roundness* manual dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan hasil analisis citra parameter bentuk *roundness* pada alpukat berbentuk normal memiliki nilai berkisar dari 0,856 sampai 0,895 dengan rata-rata 0,880 dan standar deviasi sebesar 0,008. Sedangkan hasil analisis citra buah alpukat berbentuk kurang normal pada parameter bentuk *roundness* memiliki nilai berkisar dari 0,856 sampai 0,897 dengan rata-rata 0,881 dan standar deviasi sebesar 0,009. Data nilai indeks bentuk *roundness* citra dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Data Nilai Indeks Parameter Bentuk *Roundness*: (a) Alpukat Normal Manual; (b) Alpukat Normal Manual Program; (c) Alpukat Kurang Normal Manual; dan (d) Alpukat Kurang Normal Manual Program

Pengukuran manual dan analisis citra pada nilai *roundness* yang diperoleh tidak jauh berbeda dan nilainya kurang dari satu, yang menandakan bahwa bentuknya mendekati bundar. Hal ini sesuai dengan Barrett (1980) dalam Ahmad *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa *roundness* (kebundaran) adalah mengenai ketajaman dan kehalusan parameter penampakan dua dimensi. Kebundaran suatu bahan nilainya berkisar 0–1. Apabila nilainya mendekati satu, maka bentuk bahan tersebut mendekati bulat seperti bola.

Perhitungan *Sphericity* Manual dan Analisis *Sphericity* Citra

Berdasarkan hasil pengukuran manual parameter *sphericity* pada alpukat berbentuk normal memiliki nilai berkisar 0,810 sampai 0,941 dengan rata-rata 0,870 dan standar deviasi sebesar 0,0265. Sedangkan hasil pengukuran manual parameter *sphericity* pada alpukat berbentuk kurang normal memiliki nilai berkisar 0,807 sampai 0,953 dengan rata-

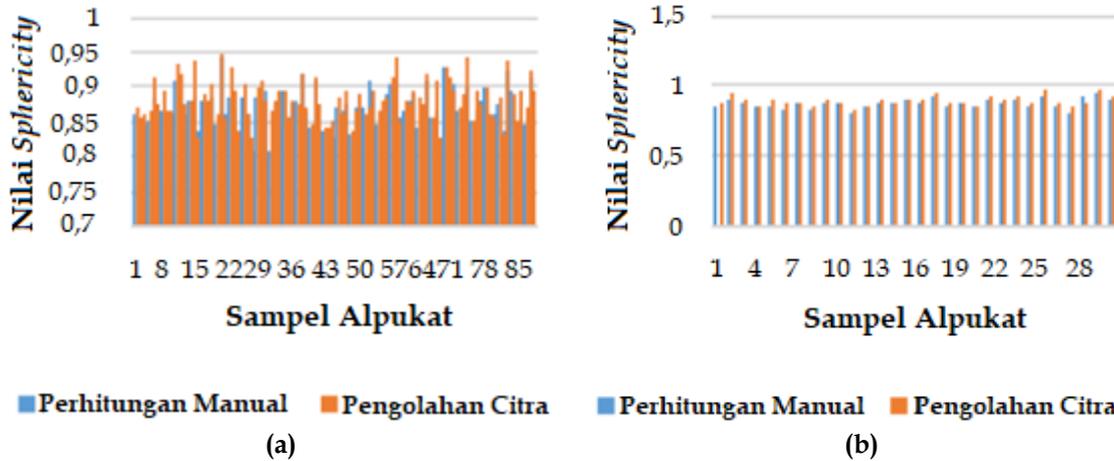
rata 0,875 dan standar deviasi sebesar 0,0336. Data nilai indeks bentuk *sphericity* manual dapat dilihat pada Gambar 8.

Berdasarkan hasil analisis citra parameter *sphericity* pada alpukat berbentuk normal memiliki nilai berkisar dari 0,826 sampai 0,945 dengan rata-rata 0,882 dan standar deviasi sebesar 0,028. Sedangkan hasil analisis citra parameter *sphericity* pada buah alpukat kurang normal memiliki nilai berkisar dari 0,837 sampai 0,972 dengan rata-rata 0,8937 dan standar deviasi sebesar 0,0365. Data nilai indeks bentuk *sphericity* citra dapat dilihat pada Gambar 8. Data standar deviasi untuk parameter *sphericity* dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengukuran manual dan analisis citra pada nilai *sphericity* yang diperoleh tidak jauh berbeda dan nilainya kurang dari satu, yang menandakan bahwa bentuknya mendekati bulat. Hal ini sesuai dengan Wadell (1932) dalam Ahmad *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa *sphericity* (kebulatan) adalah perbandingan antara

diameter bola terkecil yang dapat mengililingi objek. Nilai kebulatan suatu bahan berkisar 0-1. Apabila nilainya

medekati satu, maka bahan tersebut mendekati bulat.



Gambar 8. Data Nilai Indeks Parameter Bentuk *Sphericity*: (a) Alpukat Normal; dan (b) Alpukat Kurang Normal

Tabel 1. Data Standar Deviasi *Sphericity*

No	Pengamatan	Standar Deviasi
1	alpukat normal (manual)	0,0265
2	alpukat tidak normal (manual)	0,0336
3	alpukat normal (analisis citra)	0,028
4	alpukat tidak normal (analisis citra)	0,0365

Perhitungan Nilai K Manual dan Analisis Nilai K Citra

Berdasarkan hasil pengukuran manual parameter nilai K pada alpukat berbentuk normal yaitu berkisar dari 1,616 sampai 2,485 dengan rata-rata 1,953 dan standar deviasi 0,1341. Parameter manual nilai K pada alpukat berbentuk kurang normal berkisar dari 1,843 sampai 2,394 dengan rata-rata 2,051 dan standar deviasi sebesar 0,145. Data nilai indeks bentuk nilai K manual dapat dilihat pada Gambar 9.

Berdasarkan hasil analisis citra parameter nilai K pada alpukat berbentuk normal memiliki nilai berkisar dari 0,925 sampai 0,948 dengan rata-rata 0,938 dan standar deviasi sebesar 0,0047. Hasil analisis nilai K pada alpukat berbentuk kurang normal memiliki nilai berkisar dari 0,923 sampai 0,951 dengan rata-rata 0,936 dan standar deviasi sebesar 0,0068. Data analisis nilai K citra dapat dilihat pada Gambar 9.

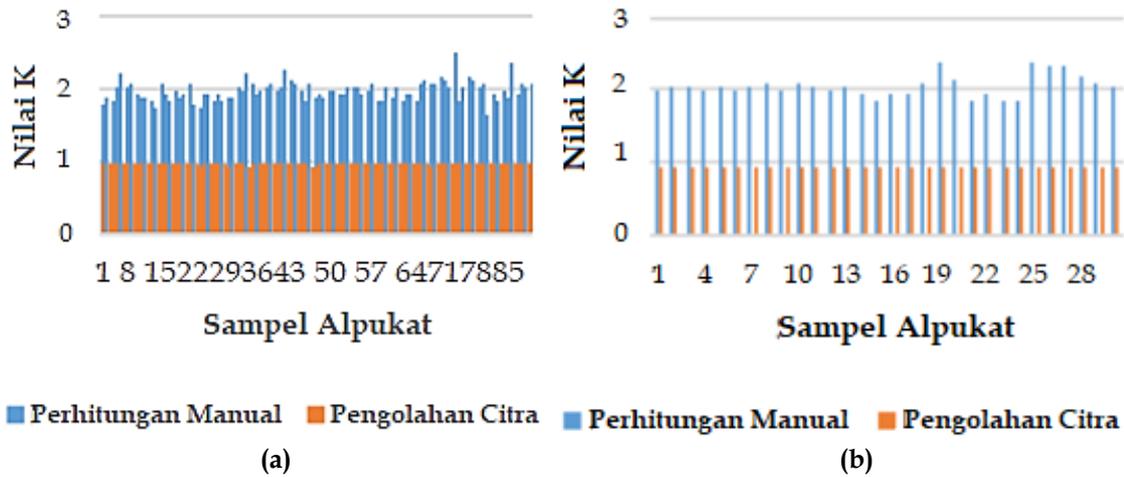
Pengukuran manual dan analisis citra pada nilai K yang diperoleh jauh berbeda. Hal ini disebabkan adanya kesalahan pada program. Hasil dari pengukuran manual pada nilai K sesuai dengan Sitkei (1986) dan Rosyid (2018) yang menyatakan bahwa *sphericity* bisa dikarakterisasi dengan nilai K. Apabila nilai K mendekati 1,21 maka benda tersebut mendekati bulat, dan jika nilai K menjauhi 1,21 maka bentuk buah tersebut semakin jauh dari bentuk bulat.

Analisis Parameter Hasil Analisis Citra

Program analisis citra untuk melakukan identifikasi bentuk buah alpukat normal dan kurang normal berhasil dibangun untuk parameter indeks bentuk *roundness* dan *sphericity*, sedangkan indeks bentuk nilai K belum berhasil dibangun. Perhitungan parameter bentuk *sphericity* yang dilihat dari nilai sebaran atau data yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan antara kelompok buah alpukat

yang normal dan kurang normal, meskipun secara visual bentuk alpukat dapat dikelompokkan antara normal dan kurang

normal. Agar lebih jelas perbedaannya, dilakukan uji Mann-whitney dengan hasil disajikan pada Tabel 2.



Gambar 9. Data Nilai Indeks Parameter Bentuk Nilai K: (a) Alpukat Normal dan (b) Alpukat Kurang Normal

Tabel 2. Hasil Perhitungan Uji Mann-Whitney

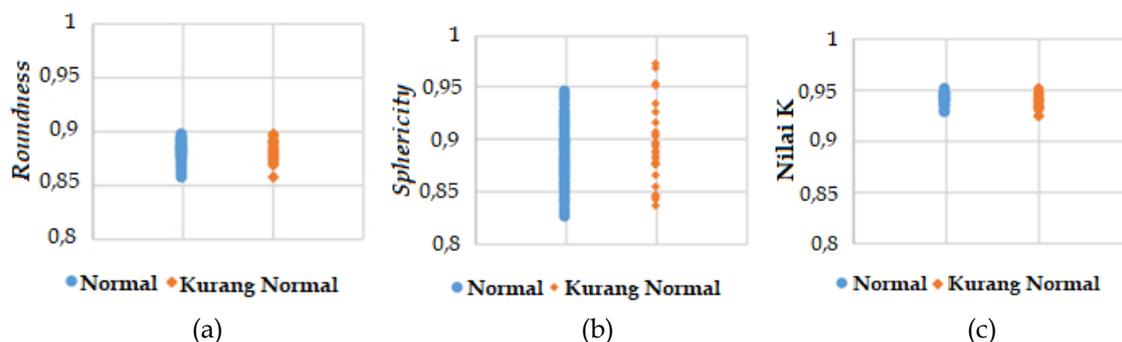
	<i>Roundness</i>	<i>Sphericity</i>	Nilai K		<i>Roundness</i>	<i>Sphericity</i>	Nilai K
U1	996	1195	1409	Z1	-2.145	-0,939	0,357
U2	1704	1505	1291	Z2	2.145	0,939	-0,357
				Z _{tabel}	1,96	1,96	1,96

Sumber : Hasil Analisis Data

Nilai U1 (alpukat normal) dan U2 (alpukat kurang normal) didapatkan dari Persamaan (8) dan (9). Selanjutnya dilakukan statistik Z yang didapatkan dari Persamaan (10) dan (11). Nilai Z yang diperoleh, dan dibandingkan dengan nilai Z tabel yaitu 1,96. Setelah dilakukan uji Mann-whitney, didapatkan nilai statistik uji Z hitung untuk parameter bentuk *roundness* lebih besar dari Z tabel. Nilai Z hitung lebih besar dari nilai Z tabel menunjukkan bahwa ada perbedaan nilai indeks bentuk *roundness* pada buah alpukat normal dan kurang normal. Hal ini sesuai dengan asumsi awal bahwa buah alpukat normal dan kurang normal dapat dibedakan dengan parameter *roundness*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barrett (1980) dan Alshibli *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa *roundness* adalah menyangkut ketajaman dan kehalusan parameter pada penglihatan dua dimensi. Sedangkan pada

parameter indeks bentuk *sphericity* dan nilai K, nilai Z hitung lebih kecil dari Z tabel. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara alpukat normal dan kurang normal pada indeks bentuk *sphericity* dan nilai K. Grafik nilai sebaran parameter *roundness*, *sphericity* dan nilai K dapat dilihat pada Gambar 10.

Nilai indeks *sphericity* dan nilai K yang diperoleh tidak membedakan antara buah alpukat yang normal dengan alpukat kurang normal. Namun jika dilihat lebih detail, parameter bentuk *sphericity* dan nilai K masih bisa membedakan alpukat normal dan alpukat kurang normal pada bentuk tertentu. Alpukat dengan bentuk kurang normal pada sampel (a) pada Gambar 10, bisa dibedakan menggunakan indeks bentuk *sphericity* dan nilai K.



Gambar 10. (a) Sebaran Nilai *Roundness* Alpukat Bentuk Normal dan Kurang Normal; (b) Sebaran Nilai *Sphericity* Alpukat Bentuk Normal dan Kurang Normal; dan (c) Sebaran Nilai K Alpukat Bentuk Normal dan Kurang Normal

Sampel (a) dengan bentuk kurang normal memiliki nilai indeks bentuk *sphericity* sebesar 0,9524 dan nilai K sebesar 0,9510. Nilai ini jika dibandingkan dengan alpukat normal berbeda untuk indeks *sphericity* yang memiliki rata-rata sebesar 0,881 dan nilai K memiliki rata-rata sebesar 0,937. Sampel alpukat normal, nilai indeks bentuk *sphericity* dan nilai K yang diperoleh tidak mencapai 0,9524 seperti halnya pada sampel alpukat sampel (a).

Indeks bentuk nilai K masih bisa membedakan buah alpukat bentuk normal dan kurang normal. Alpukat kurang normal di Gambar 10 pada sampel (b) bisa dibedakan menggunakan indeks nilai K. Citra buah alpukat bisa dilihat pada gambar 10 (b) dengan nilainya yaitu 0,920. Nilai K pada sampel ini diluar batas nilai alpukat normal. Batas nilai untuk indeks bentuk nilai K sebesar 0,925 – 0,948. Nilai ini diperoleh dari nilai minimal, maksimum, dan rata-rata pada indeks bentuk K. Alpukat dengan bentuk kurang normal di Gambar 10 pada sampel (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i) dan (j) tidak bisa dibedakan dengan alpukat normal menggunakan indeks bentuk nilai K. Hal ini disebabkan karna nilai pada sampel ini termasuk kedalam batas nilai rata-rata nilai K normal.

SIMPULAN

Hasil pengukuran manual buah alpukat dengan bentuk normal diperoleh kisaran nilai untuk parameter *roundness*

yaitu 0,850-0,893; parameter *sphericity* berkisar 0,810-0,941; dan parameter nilai K berkisar 1,616-2,485. Berdasarkan hasil penelitian, bentuk buah alpukat yang normal dan kurang normal bisa dibedakan dengan analisis citra menggunakan faktor bentuk *roundness*. Namun tidak dapat dibedakan dengan menggunakan faktor bentuk *sphericity* dan nilai K.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinurani, PG. 2022. *Statistika Non Parametrik (Aplikasi Bidang Pertanian, Manual, dan SPSS)*. Deepublish, Sleman
- Adubofuor, -J., Akyereko, Y. -G., Batsa, -V., Apeku, O. -D., Amoah, -I., Diako, -C., 2021. Nutrient composition and physical properties of two orange seed varieties. *International Journal of Food Science*. 2021, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2021/6415620>
- Ahmad, -U., Rosyid, M. -A., Mardison., 2022. Abnormal shapes identification of gedong mango using dimensionless shape factors in image processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1038, 1-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1038/1/012045>
- Alonge, A. -F., Adetunji, W. -B., 2011. Properties of coconut (*Cocos nucifera L.*) relevant to its dehusking. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 1(11), 1089–1094. <https://doi.org/10.17265/2161->

- 6256/2011.11a.020
- Alshibli, K. -A., Druckrey, A. -M., Al-Raoush, R. -I., Weiskittel, -T., Lavrik, N. -V., 2015. Quantifying morphology of sands using 3D imaging. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 27(10), 1-10. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0001246](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0001246)
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2019. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia 2018*. Badan Pusat Statistik (BPS) RI, Jakarta
- Barrett, P. -J., 1980. The shape of rock particles, a critical review. *Sedimentology*. 27, 291-303. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1980.tb01179.x>
- Begum, -M., Uddin, M, -S., 2020. Digital image watermarking techniques: A review. *Information*. 11(2), 1-38. <https://doi.org/10.3390/info11020110>
- Bhahri, -S., Rachmat, 2018. Transformasi citra biner menggunakan metode thresholding dan otsu thresholding. *e-jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*. 7(2), 196-203. <https://doi.org/10.36774/jusiti.v7i2.254>
- Buitrago-Osorio, -J., Tinoco, H, -A., Perdomo-Hurtado, -L., Rincon-Jimenez, -A., Ocampo, -O., Berrio, L, -V., Pineda, M, -F., Lopez-Guzman, -J., 2022. Physical-mechanical characterization of coffee fruits *Coffea arabica* L. var. Castillo classified by a colorimetry approach. *Materialia*, 21, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2022.101330>
- Fauzi, N, -R., Sisilia, -K., 2020. Analisis perbandingan keputusan pembelian online dan offline customer pada OR-K 689 clothing. *Jurnal Menara Ekonomi: Penelitian dan Kajian Ilmu Bidang Ekonomi*. 6(2), 34-40. <https://doi.org/10.31869/me.v6i2.1812>
- Hawa, L, -C., Wibisono, -Y., Roliannisa, 2020. Some physical and mechanical properties of fermented Keluwak (*Pangium edule* Reinw) seed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 475, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/475/1/012008>
- Kemendag, 2017. *Export News Indonesia: Indonesian Organic Products*. Kementerian Perdagangan RI, Jakarta
- Koklu, -M., Kursun, -R., Taspinar, Y. -S., Cinar, -I., 2021. Classification of date fruits into genetic varieties using image analysis. *Mathematical Problems in Engineering*. 2021, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2021/4793293>
- Kusumanto, R. -D., Tompunu, A. -N., 2011. Pengolahan citra digital untuk mendeteksi obyek menggunakan pengolahan warna model normalisasi RGB. *Semantik*, 1(1), 1-7. <https://publikasi.dinus.ac.id/index.php/semantik/article/download/153/116>
- Kwiatkowski, -J., Zaluski, -D., Stolarski, M. -J., Tworkowski, -J., 2020. The physical properties of fruits and the physiological quality of seeds of selected crambe genotypes. *Industrial Crops and Products*. 145, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111977>
- Manoppo, C. -N., Yusuf, 2018. Analisis faktor yang mempengaruhi persepsi kelompok wanita terhadap pemanfaatan pekarangan. *Buletin Agrosaintek*. 4(1), 11-22.
- Martín-Gómez, J, -J., Rodríguez-Lorenzo, J. -L., Juan, -A., Tocino, -Á., Janousek, -B., Cervantes, -E., 2022. Seed morphological properties related to taxonomy in *Silene* L. Species. *Taxonomy*. 2(3), 298-323. <https://doi.org/10.3390/taxonomy2030024>
- Pesik, P, A, -L., Poekoel, V, -C., Putro, M, -D., 2018. Penilaian mutu cengkih menggunakan citra digital. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 7(2), 161-166. <https://doi.org/10.35793/jtek.7.2.2018.19902>
- Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati. 2015. *Pedoman Sertifikasi Fitosanitari Buah Alpukat Indonesia*. Badan Karantina Pertanian, Jakarta
- Rosyid, M. A. 2018. Identifikasi Bentuk

- Buah Mangga Gedong dengan Pengolahan Citra. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sadwiyanti, L., Sudarso, D., Budiyantri, T., 2009. *Petunjuk Teknis Budidaya Alpukat*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Solok
- Sari, I. P. 2020. Analisis Mutu Fisik Alpukat (*Persea americana L.*) dengan Lama Pengangkutan Berbeda. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru
- Sartika, -E. 2010. Pengolahan data berskala ordinal. *Sigma-Mu*. 2(1), 60-69. <https://doi.org/10.35313/sigmamu.v2i1.809>
- Shapiro, LG., Stockman, GC. 2001. *Computer Vision 1st ed*. Prentice Hall, California
- Sitkei, -G. (ed.), 1986. 'Physical properties of agricultural materials'. Dalam Sitkei, -G. (ed.). *Developments in Agricultural Engineering: Mechanics of Agricultural Materials*. Elsevier Science Publisher, Amsterdam
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-99523-0.50006-4>
- Wadell, -H., 1932. Volume, shape, and roundness of rock particles. *Journal of Geology*. 40(5), 443-451. <https://doi.org/10.1086/623964>
- Yuhandri, Ramadhanu, -A., Syahputra, -H., 2022. Pengenalan teknologi pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) untuk Santri di Rahmatan Lil'alamin. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 3(2), 1239-1244. <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i2.5868>