



Klasifikasi Jenis Buah berdasarkan Citra menggunakan Metode Ekstraksi Ciri

Andrey Firmando, Rahmad Hidayat*, Ninik Sri Lestari, Hermawaty, Hetty Fadriani

Program Studi Teknik Elektro, Informatika dan Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

*Correspondence: rhidayat4000@gmail.com

Abstrak

Banyak sekali jenis buah yang terdapat di seluruh penjuru dunia yang cukup rumit untuk dipelajari, sehingga banyak orang melakukan pengenalan dan pengelompokan jenis buah berdasarkan kriteria-kriteria tertentu yang mereka buat sendiri tanpa mengetahui nama sesungguhnya dari buah tersebut. Mengenali jenis buah merupakan pekerjaan yang membutuhkan waktu dan pengetahuan. Seiring berkembangnya teknologi era digital, hal ini dapat dipermudah dengan membuat sistem pengenalan jenis buah secara otomatis menggunakan metode ekstraksi ciri. Pada penelitian ini dibangun suatu program klasifikasi jenis buah menggunakan metode ekstraksi ciri warna RGB dan tekstur Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) pada citra buah, dipadukan dengan algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN). Hasil eksperimen yang telah dilakukan menggunakan platform pemrograman MATLAB pada dataset 210 citra latih dan 70 citra uji untuk 14 kelas yang berbeda dapat mengenali jenis buah secara tepat dengan akurasi pengujian senilai 98,57%.

Kata kunci: Klasifikasi Jenis Buah; Ekstraksi Ciri; K-Nearest Neighbor; Gray-Level Co-occurrence Matrix; MATLAB

1. PENDAHULUAN

Terdapat banyak sekali tipe buah diseluruh dunia yang cukup rumit untuk dipelajari, sehingga banyak orang melakukan pengelompokan buah berdasarkan kriteria-kriteria tertentu tanpa mengetahui nama asli buah tersebut. Mengenali jenis buah merupakan pekerjaan yang membutuhkan waktu dan pengetahuan. Seiring berkembangnya teknologi era digital, hal ini dapat dipermudah dengan membuat sistem pengenalan buah secara otomatis dengan *computer vision*. Pengenalan buah secara otomatis dapat diaplikasikan pada bidang edukasi, industri, penjualan, maupun ilmu pengetahuan. Perkembangan visi komputer memungkinkan otomatisasi pekerjaan ini dengan efisien dan akurat (Sekar, 2018). Klasifikasi atau pengenalan buah secara otomatis saat ini dapat diterapkan pada penjualan di supermarket, dimana kasir tidak hanya mengenali jenis buah tetapi juga varietas yang akan menentukan harganya. Penggunaan *barcode* yang berfungsi sebagai label pada supermarket kurang efisien karena membutuhkan waktu lama pada saat mengelompokkan gambar sesuai dengan kodennya dan memberikan label pada setiap jenis buah.

Oleh karena itu pengenalan dan pengelompokan jenis buah secara otomatis pada supermarket berdasarkan bentuk, warna, dan tekstur dibutuhkan. Beberapa penelitian tentang klasifikasi buah menggunakan visi komputer telah dilakukan dengan memanfaatkan fitur bentuk dan ukuran buah (Safitri et al, 2018). Namun, pengenalan buah melalui citra RGB hasil kamera menggunakan fitur bentuk dan ukuran tidak handal dan efektif, karena pada suatu citra data nyata dapat terdiri dari beberapa buah dengan ukuran berbeda pada setiap jenis buah sehingga tidak dapat dikenali morfologi dan keseragaman ukuran buah tersebut



yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi. Maka, penelitian ini akan mengembangkan penelitian-penelitian sebelumnya dengan membangun metode pengenalan berdasarkan fitur warna dan tekstur/ciri untuk klasifikasi buah.

Masalahnya adalah apakah ketidaksesuaian antara bentuk fisik suatu jenis buah dengan label yang tertera pada buah tersebut yang terjadi di toko, swalayan, distributor, bahkan mungkin pabrik pengolahnya disebabkan oleh faktor ketidaktelitian dan kurangnya pengetahuan petugas label barang (jika pemberian label dilakukan secara manual) atau mungkin karena peran *quality control* yang tidak maksimal (jika pelabelan dilakukan oleh mesin) (Shameem dan Seshashayee, 2020).

Kemudian sebagai identifikasi masalah adalah apa dan sejauh mana dampak yang dapat ditimbulkan dari kesalahan dalam klasifikasi jenis buah pada toko, swalayan, distributor, bahkan mungkin pabrik pengolahnya. Lalu apakah pemilik bisnis mendapatkan keluhan dari konsumen, kehilangan kepercayaan, atau mungkin mengalami kerugian dalam beberapa aspek, seperti waktu, *cost* produksi dan *cost* kirim-balik produk.

Hal-hal yang akan dikerjakan dalam penelitian adalah melakukan skala citra dan *median filtering* sebagai proses awal citra masukan RGB, kemudian untuk mengenali objek buah dilakukan segmentasi dengan menerapkan *Otsu Thresholding* terhadap komponen saturasi ruang warna HSV dan operator *Closing morphological* untuk menutup lubang pada objek citra pada saat dilakukan segmentasi. Setelah itu dilakukan ekstraksi fitur warna dan tekstur. Sedangkan tahap akhir dari metode yang diajukan yaitu mengklasifikasikan citra menggunakan algoritma KNN berdasarkan fitur yang telah diekstraksi (Widians et al., 2019). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah program *computer vision* yang dapat digunakan untuk mengenali jenis buah berdasarkan karakteristik khusus yang dimilikinya, seperti warna dan tekstur, dengan hasil yang diharapkan dapat mengurangi kesalahan klasifikasi seminimal mungkin.

Hasil penelitian dengan judul Pengenalan Jenis Buah pada Citra Menggunakan Pendekatan Klasifikasi Berdasarkan Fitur Warna Lab dan Tekstur Co-Occurrence (Ratnasari dan Wikaningrum, 2016) menunjukkan sistem dapat melakukan klasifikasi dengan baik pada $k=3$ dan distance cityblock dengan akurasi tertinggi 92%. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang saya lakukan adalah metode ekstraksi ciri warna dan tekstur pada buah, serta algoritma KNN sebagai metode klasifikasi, sedangkan perbedaannya terdapat pada karakteristik citra yang digunakan sebagai dataset, metode segmentasi dan ruang warna yang dipakai, lalu metode ekstraksi ciri warna, komponen fitur GLCM yang diambil sebagai ciri tekstur, dan juga nilai k yang dipakai pada klasifikasi KNN (Wijaya dan Ridwan, 2019).

Penelitian berjudul Penentuan Jenis Buah Mangga Berdasarkan Bentuk Daun Menggunakan Metode K-Means yang dilakukan oleh (Wibowo, 2017). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akurasi tertinggi senilai 83% didapatkan pada skenario yang ke-3 dengan menggunakan data training sebanyak 90 data dan 30 data testing. Dari 30 data testing yang digunakan, ada 25 data yang benar diklasifikasi. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang saya lakukan adalah skema umum pengolahan citra yang dilakukan mulai dari pembacaan citra, penentuan metode identifikasi citra, hingga klasifikasi, sedangkan



perbedaannya adalah tujuan klasifikasi, jumlah dan karakteristik data training maupun testing, metode pengenalan citra, serta metode klasifikasi yang digunakan.

Penelitian berjudul Pemanfaatan Ciri *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) Citra Buah Jeruk Keprok (*Citrus reticulata Blanco*) untuk Klasifikasi Mutu yang dilakukan oleh (Widodo et al., 2018). Hasil penelitian ini menunjukkan pemanfaatan hasil ekstraksi ciri GLCM citra jeruk keprok untuk klasifikasi mutu dapat memberikan hasil terbaik sebesar 82.5% dengan jumlah data latih sebanyak 20 dan 30 data, pada jarak ketetanggaan piksel (*distance*) sebesar 2 dan pada arah GLCM 45°. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang telah dibuat mampu mengklasifikasikan mutu dengan baik. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang saya lakukan adalah metode ekstraksi ciri tekstur yang dipakai yakni GLCM, sedangkan perbedaannya yaitu tujuan klasifikasi, jumlah data, nilai jarak antar piksel, serta arah sudut GLCM yang dipakai. GLCM juga dipakai pada penelitian (Yulianti, 2020).

Penelitian berjudul Ekstraksi Ciri Metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* untuk Identifikasi Sel Darah Putih yang dilakukan oleh (Siswanto et al., 2020). Hasil penelitian ini yakni telah didapat pola dari ekstraksi ciri GLCM didasarkan kepada segmentasi warna biru, ungu, magenta dan merah muda. Sel darah putih dapat diidentifikasi sesuai dengan ciri dari kelompok Sel Eosinofil, Basofil, Neutrofil, Limfosit dan Monosit. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang kami lakukan adalah skema pengolahan citra dan metode ekstraksi ciri GLCM, sedangkan perbedaannya yaitu objek dan tujuan klasifikasi, metode segmentasi, serta komponen fitur GLCM yang digunakan dalam ekstraksi.

Sebagai hipotesis penelitian ini yaitu bahwa pengenalan dan klasifikasi jenis buah memanfaatkan *computer vision* dengan metode statistik GLCM untuk analisis tekstur/ciri dan algoritma klasifikasi KNN dapat dilakukan dalam upaya mengurangi tingkat kesalahan klasifikasi secara manual (*non-computer vision*) yang juga berdampak pada kesalahan informasi.

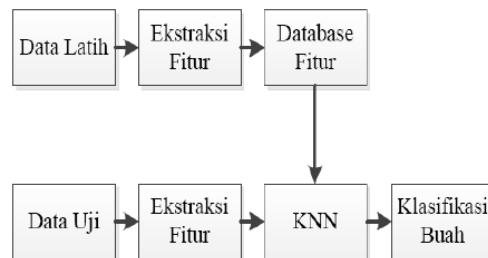
2. METODE

Program klasifikasi jenis buah berdasarkan citra dengan metode ekstraksi ciri, umumnya hanya memanfaatkan salah satu dari 2 ciri yang terdapat pada buah, yakni warna dan tekstur. Hal ini menimbulkan berbagai keterbatasan, seperti: hanya mampu membedakan jenis buah yang memiliki perbedaan warna signifikan, hanya mampu membedakan jenis buah dengan pengambilan sudut yang sama, dan sebagainya. Berangkat dari keterbatasan tersebut, maka muncullah pemikiran untuk melakukan kombinasi antara ekstraksi ciri warna dan ekstraksi ciri fitur yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan program dalam melakukan klasifikasi jenis buah yang beragam dan disertai dengan tingkat akurasi pelatihan dan pengujian yang tinggi. Gambar 1 memperlihatkan diagram blok sebagai kerangka pemikiran dalam pembuatan program klasifikasi jenis buah berdasarkan citra menggunakan metode ekstraksi ciri dan algoritma klasifikasi KNN.

2.1 Rancangan Penelitian



Agar diperoleh data yang valid dan sesuai dengan karakteristik variabel dan tujuan penelitian maka dipelajari terlebih dahulu karakteristik sampel, yaitu citra buah-buahan. Ciri khusus pada buah-buahan agar dapat dibedakan antara satu dan lainnya adalah warna dan tekstur buah.



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

Setelah mengetahui hal tersebut, penulis menyesuaikan metode yang dipakai untuk mengolah citra yakni dengan menggunakan teknik ekstraksi ciri warna yang memisahkan komponen warna RGB dari masing-masing citra buah dan juga teknik ekstraksi ciri tekstur yang mengambil beberapa ciri tekstur dari masing-masing citra buah sebagai pembeda antara citra dengan kelas tertentu, dengan kelas lainnya. Setelah menentukan metode untuk pengenalan citra, maka dilakukan pelatihan data sampel sehingga terbentuk model dengan kelas-kelas data yang akan siap digunakan untuk pengujian dengan sampel data uji. Metode yang akan diterapkan pada penelitian ini dapat digolongkan ke dalam metode kuantitatif dengan langkah-langkah/prosedur sebagai berikut:

a) Studi Literatur

Mengumpulkan berbagai materi dan referensi yang berhubungan dengan citra buah, metode ekstraksi ciri *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)*, dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Referensi yang digunakan berasal dari beberapa buku, jurnal ilmiah, dan laporan penelitian yang sudah ada.

b) Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan merupakan *Dataset Fruits 360*, dimana citra buah pada dataset tersebut telah dipakai pada berbagai macam penelitian dan juga digunakan untuk aplikasi nyata dalam kehidupan, dimana dapat terjadi variasi iluminasi, sudut pandang pengambilan citra, terdapat bayangan, dan latar belakang yang tidak bersih.

c) Perancangan Sistem

Perancangan sistem untuk deteksi objek buah menggunakan segmentasi berdasarkan fitur warna dan tekstur. Pertama, citra masukan RGB akan diproses awal dengan melakukan skala citra dan *filtering*, selanjutnya metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* digunakan untuk ekstraksi ciri yang nantinya mengalami proses klasifikasi menggunakan



algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dimana citra akan dikelompokkan ke dalam salahsatu dari 14 jenis/kelas klasifikasi buah yang sudah ditentukan.

d) Implementasi Sistem

Implementasi sistem pengenalan tekstur buah didesain menggunakan *software* Matlab, kemudian disimulasikan untuk diuji dengan parameter ekstraksi ciri GLCM yaitu *contrast, correlation, energy, dan homogeneity*.

e) Analisis Hasil Implementasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis hasil pengujian terhadap sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan untuk melihat persentase keakuratan *output* dari setiap tahapan yang dilakukan dan juga *output* secara keseluruhan.

f) Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan dari simulasi, pengujian dan analisis terhadap sistematika pengenalan tekstur buah yang dibangun untuk menjawab permasalahan dan pertanyaan penelitian.

2.2 Populasi dan Sampel

Pada penelitian ini, objek yang ditetapkan sebagai populasi adalah sebanyak 280 citra buah yang diklasifikasikan dalam 14 kelas/jenis buah, yakni: alpukat, anggur, apel hijau, apel merah, ceri, jambu biji, jeruk, kenari, kiwi, leci, lemon, pisang, salak, dan stroberi. Dari populasi tersebut selanjutnya dibagi menjadi 2 kategori sampel, yakni sebanyak 210 citra sebagai sampel pelatihan dan 70 citra sebagai sampel pengujian. Setiap 1 kelas citra sampel pelatihan terdiri dari 15 citra berdimensi 100x100 piksel, dan setiap 1 kelas citra sampel pengujian terdiri dari 5 citra berdimensi 100x100 piksel. Populasi dan sampel pada penelitian ini didapatkan dari Dataset Fruits 360 yang sudah banyak digunakan juga pada berbagai penelitian *image processing* atau *machine learning* di dunia.

2.3 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data berupa 1 unit notebook Asus A405UQ dengan perangkat lunak OS Windows 10 Home Single Language 64-bit, Microsoft Office Professional Plus 2016 dan Matlab R2014a (8.3.0.532) 64-bit.

2.4 Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan mengelompokkan data citra buah ke dalam 2 folder utama, yakni data latih dan data uji yang ditempatkan pada lokasi direktori kerja MATLAB sehingga program yang dibuat pada lokasi yang sama dapat dengan mudah mengakses data citra yang dibutuhkan. Folder data latih dan data uji masing-masing berisi 14 kelas citra buah, yakni alpukat, anggur, apel hijau, apel merah, ceri, jambu biji, jeruk, kenari, kiwi, leci, lemon, pisang, salak, dan stroberi. Pada folder data latih, masing-masing kelas buah berisi 15 citra, sedangkan pada folder data uji, masing-masing kelas buah berisi 5 citra. Selanjutnya ada 3

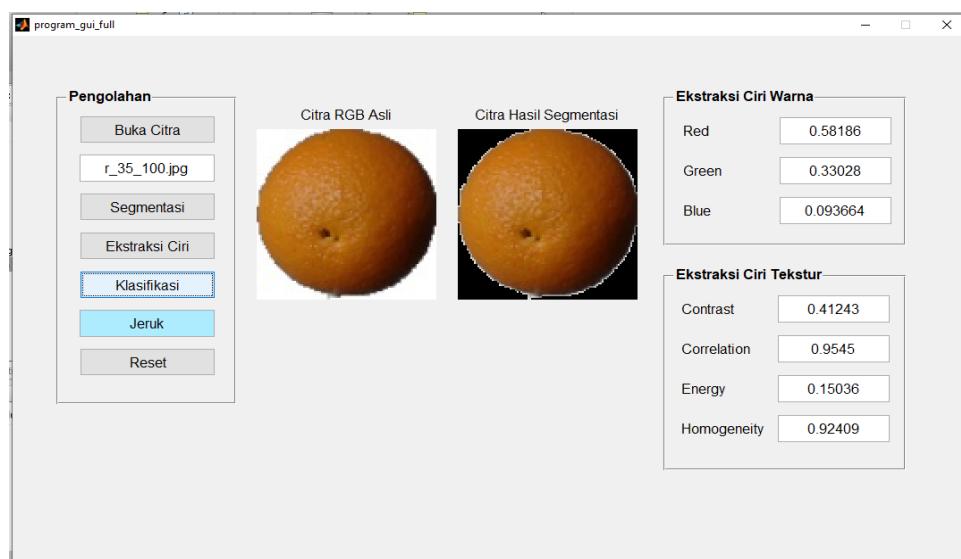


program utama yang perlu dibuat pada penelitian ini, yaitu program pelatihan, program pengujian, dan program GUI.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum

Program klasifikasi citra buah pada penelitian ini dirancang dengan memanfaatkan kombinasi 2 ciri/informasi utama yang bisa diperoleh dari objek citra buah, yakni ciri warna dan ciri tekstur. Tahap segmentasi menggunakan metode thresholding dan dilengkapi dengan operasi morfologi untuk menyempurnakan citra hasil segmentasi. Selanjutnya pada tahap ekstraksi ciri, komponen ciri warna yang diekstrak nilainya adalah komponen Red, Green, dan Blue. Ekstraksi ciri tekstur menggunakan metode statistik GLCM dengan mengambil nilai fitur kontras, korelasi, energi, dan homogenitas. Tahap akhir, yaitu klasifikasi citra buah menggunakan algoritma K-NN berdasarkan ciri hasil ekstraksi yang sudah diperoleh. Akurasi pelatihan dan pengujian diperoleh dengan menghitung jumlah klasifikasi yang benar dibagi dengan jumlah data latih atau data uji dan dikalikan 100%. Untuk pengujian per 1 buah citra dilakukan menggunakan aplikasi Graphic User Interface (GUI) yang dapat menampilkan nama file, citra awal dan citra hasil segmentasi, nilai komponen hasil ekstraksi ciri warna dan tekstur, serta hasil klasifikasi. GUI tersebut ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Program GUI saat dijalankan

3.2 Deskripsi Variabel

a. Variabel nama_file

Tabel 1 merupakan isi dari variabel nama_file untuk setiap kelas buah (total 14 kelas) yang didapatkan setelah *running* program pelatihan.

Tabel 1. Variabel Nama File



training /Alpukat	training /Anggur	training/Apel Hijau	training/Apel Merah
0_100.jpg	0_100.jpg	0_100.jpg	0_100.jpg
130_100.jpg	125_100.jpg	100_100.jpg	110_100.jpg
175_100.jpg	145_100.jpg	110_100.jpg	120_100.jpg
230_100.jpg	215_100.jpg	145_100.jpg	270_100.jpg
25_100.jpg	250_100.jpg	16_100.jpg	275_100.jpg
r_0_100.jpg	25_100.jpg	230_100.jpg	300_100.jpg
r_110_100.jpg	300_100.jpg	245_100.jpg	320_100.jpg
r_150_100.jpg	r_135_100.jpg	r_0_100.jpg	r_110_100.jpg
r_180_100.jpg	r_175_100.jpg	r_150_100.jpg	r_125_100.jpg
r_200_100.jpg	r_20_100.jpg	r_15_100.jpg	r_130_100.jpg
r_240_100.jpg	r_210_100.jpg	r_170_100.jpg	r_155_100.jpg
r_270_100.jpg	r_235_100.jpg	r_220_100.jpg	r_165_100.jpg
r_295_100.jpg	r_270_100.jpg	r_260_100.jpg	r_180_100.jpg
r_30_100.jpg	r_295_100.jpg	r_318_100.jpg	r_215_100.jpg
r_320_100.jpg	r_320_100.jpg	r_31_100.jpg	r_30_100.jpg

b. Variabel ciri_latih

Variabel ciri_latih merupakan gabungan dari seluruh variabel ciri buah yang diperoleh dari pengolahan citra pada data latih. Berikut merupakan isi dari variabel ciri untuk setiap kelas buah (total 14 kelas) yang didapatkan setelah *running* program pelatihan. Baris menunjukkan citra ke-n, dan kolom menunjukkan komponen ciri ekstraksi. Tabel 2 berikut menampilkan salah satu saja yaitu untuk buah alpukat, sedang yang lain tidak ditampilkan di sini.

Tabel 2. Variabel Ciri Latih Alpukat

Red	Green	Blue	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity
0.236553	0.252528	0.125367	0.588067	0.96579	0.263345	0.93195
0.172199	0.188785	0.100282	0.569427	0.970848	0.273494	0.925621
0.153389	0.173745	0.094563	0.555285	0.972769	0.29645	0.927833
0.224002	0.240959	0.12781	0.568876	0.967775	0.273032	0.916764
0.21232	0.227001	0.108226	0.580927	0.967849	0.261403	0.933737
0.168829	0.178389	0.097802	0.541271	0.967104	0.207884	0.912657
0.249795	0.264852	0.133795	0.527141	0.96816	0.244859	0.917551
0.160836	0.173606	0.095149	0.497169	0.971986	0.232726	0.921396
0.17047	0.18652	0.12194	0.43262	0.9741	0.223735	0.927298
0.195728	0.215656	0.134317	0.470014	0.965134	0.223538	0.910455
0.190623	0.208321	0.1207	0.571104	0.969698	0.253758	0.912829
0.165672	0.177881	0.09587	0.549864	0.972344	0.256496	0.919643
0.159982	0.170764	0.090352	0.553046	0.970191	0.226868	0.918953



0.206344	0.215601	0.118322	0.509468	0.966343	0.178219	0.913205
0.176377	0.185375	0.10154	0.462699	0.96739	0.205503	0.9188

c. Variabel target_latih

Variabel target_latih merupakan gabungan dari seluruh variabel target buah pada pengolahan data latih yang berisi string nama kelas buah.

d. Variabel hasil_latih

Variabel hasil_latih merupakan tempat disimpannya kelas keluaran hasil klasifikasi pada program pelatihan berupa string nama kelas buah.

e. Variabel ciri_uji

Variabel ciri_uji merupakan gabungan dari seluruh variabel ciri buah yang diperoleh dari pengolahan citra pada data uji. Tabel 3 berikut merupakan isi dari variabel ciri untuk setiap kelas buah (total 14 kelas) yang didapatkan setelah *running* program pengujian. Baris menunjukkan citra ke-n, dan kolom menunjukkan komponen ciri ekstraksi.

Tabel 3. Variabel Ciri Uji Alpukat

Red	Green	Blue	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity
0.192759	0.206683	0.112444	0.603211	0.968255	0.267837	0.91806
0.184285	0.193909	0.105102	0.513969	0.966506	0.194443	0.916633
0.168008	0.178685	0.095267	0.526152	0.965579	0.206194	0.911959
0.256203	0.267886	0.143475	0.515466	0.963756	0.182732	0.915715
0.263407	0.279048	0.140512	0.539198	0.966177	0.237662	0.912391

f. Variabel target_uji

Variabel target_uji merupakan gabungan dari seluruh variabel target buah pada pengolahan data uji yang berisi string nama kelas buah. Tabel 4 merupakan isi dari variabel target_latih yang didapatkan setelah *running* program pengujian. Setiap kelas memiliki 5 citra, penggabungan diurutkan sesuai abjad.

Tabel 4. Variabel Target Uji

No	Jenis buah	No	Jenis buah	No	Jenis buah	No	Jenis buah
1	'Alpukat'	19	'Apel Merah'	37	'Kenari'	55	'Lemon'
2	'Alpukat'	20	'Apel Merah'	38	'Kenari'	56	'Pisang'
3	'Alpukat'	21	'Ceri'	39	'Kenari'	57	'Pisang'
4	'Alpukat'	22	'Ceri'	40	'Kenari'	58	'Pisang'
5	'Alpukat'	23	'Ceri'	41	'Kiwi'	59	'Pisang'



6	'Anggur'	24	'Ceri'	42	'Kiwi'	60	'Pisang'
7	'Anggur'	25	'Ceri'	43	'Kiwi'	61	'Salak'
8	'Anggur'	26	'Jeruk'	44	'Kiwi'	62	'Salak'
9	'Anggur'	27	'Jeruk'	45	'Kiwi'	63	'Salak'
10	'Anggur'	28	'Jeruk'	46	'Leci'	64	'Salak'
11	'Apel Hijau'	29	'Jeruk'	47	'Leci'	65	'Salak'
12	'Apel Hijau'	30	'Jeruk'	48	'Leci'	66	'Stroberi'
13	'Apel Hijau'	31	'Jambu Biji'	49	'Leci'	67	'Stroberi'
14	'Apel Hijau'	32	'Jambu Biji'	50	'Leci'	68	'Stroberi'
15	'Apel Hijau'	33	'Jambu Biji'	51	'Lemon'	69	'Stroberi'
16	'Apel Merah'	34	'Jambu Biji'	52	'Lemon'	70	'Stroberi'
17	'Apel Merah'	35	'Jambu Biji'	53	'Lemon'		
18	'Apel Merah'	36	'Kenari'	54	'Lemon'		

g. Variabel hasil_uji

Variabel hasil_uji merupakan tempat disimpannya kelas keluaran hasil klasifikasi pada program pelatihan berupa string nama kelas buah. Tabel 5 merupakan isi dari variabel hasil_uji yang didapatkan setelah *running* program pengujian. Setiap kelas memiliki 5 citra, penggabungan diurutkan sesuai abjad.

Tabel 5. Variabel Hasil Uji

No	Jenis buah	No	Jenis buah	No	Jenis buah	No	Jenis buah
1	'Alpukat'	19	'Apel Merah'	37	'Kenari'	55	'Lemon'
2	'Alpukat'	20	'Apel Merah'	38	'Kenari'	56	'Pisang'
3	'Alpukat'	21	'Ceri'	39	'Kenari'	57	'Pisang'
4	'Alpukat'	22	'Ceri'	40	'Kenari'	58	'Pisang'
5	'Alpukat'	23	'Ceri'	41	'Kiwi'	59	'Pisang'
6	'Anggur'	24	'Ceri'	42	'Kiwi'	60	'Pisang'
7	'Anggur'	25	'Ceri'	43	'Kiwi'	61	'Salak'
8	'Anggur'	26	'Jeruk'	44	'Kiwi'	62	'Salak'
9	'Anggur'	27	'Jeruk'	45	'Kiwi'	63	'Salak'
10	'Anggur'	28	'Jeruk'	46	'Leci'	64	'Salak'
11	'Apel Hijau'	29	'Jeruk'	47	'Leci'	65	'Salak'
12	'Apel Hijau'	30	'Jeruk'	48	'Leci'	66	'Stroberi'
13	'Apel Hijau'	31	'Jambu Biji'	49	'Leci'	67	'Stroberi'
14	'Apel Hijau'	32	'Jambu Biji'	50	'Leci'	68	'Stroberi'



15	'Apel Hijau'	33	'Jambu Biji'	51	'Lemon'	69	'Stroberi'
16	'Apel Merah'	34	'Jambu Biji'	52	'Lemon'	70	'Stroberi'
17	'Apel Merah'	35	'Jambu Biji'	53	'Lemon'		
18	<u>'Kiwi'</u>	36	'Kenari'	54	'Lemon'		

3.3 Pembahasan

Pada variabel ciri buah, didapati nilai pembacaan komponen warna red, green, dan blue yang sesuai dengan karakter warna sesungguhnya dari masing-masing buah. Seperti pada buah jeruk yang memiliki komposisi Red dengan nilai paling tinggi, lalu diikuti komposisi Green dengan nilai tertinggi kedua dan komposisi Blue dengan nilai paling rendah.

Hal ini menandakan bahwa ekstraksi ciri warna berjalan dengan benar, tanpa kesalahan pembacaan. Sedangkan untuk nilai tiap komponen ciri, baik itu RGB, maupun nilai tekstur GLCM antar citra dalam 1 kelas buah, berada pada range yang berdekatan/mirip. Hal ini pun menunjukkan bahwa pemilihan ciri warna dan tekstur merupakan hal yang tepat saat hendak melakukan klasifikasi.

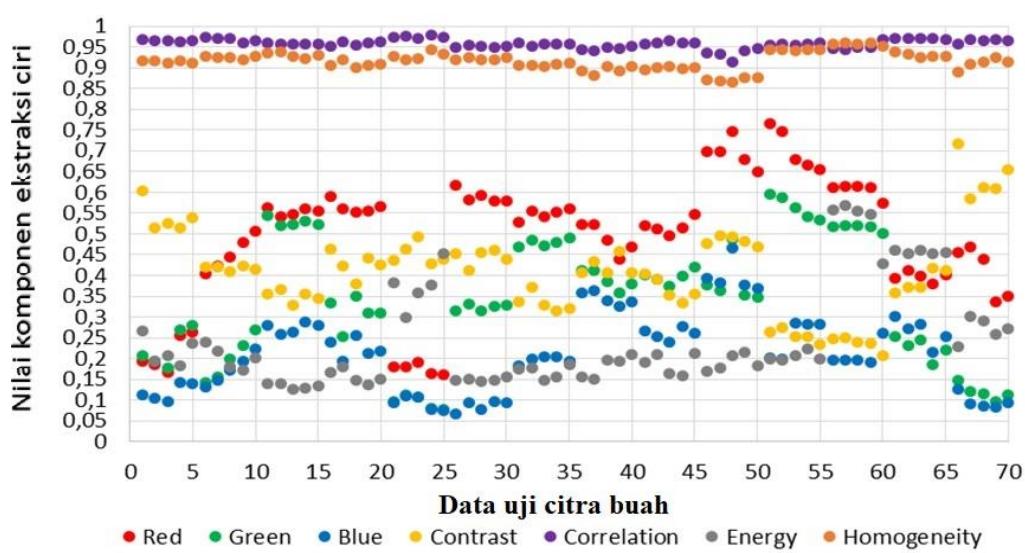
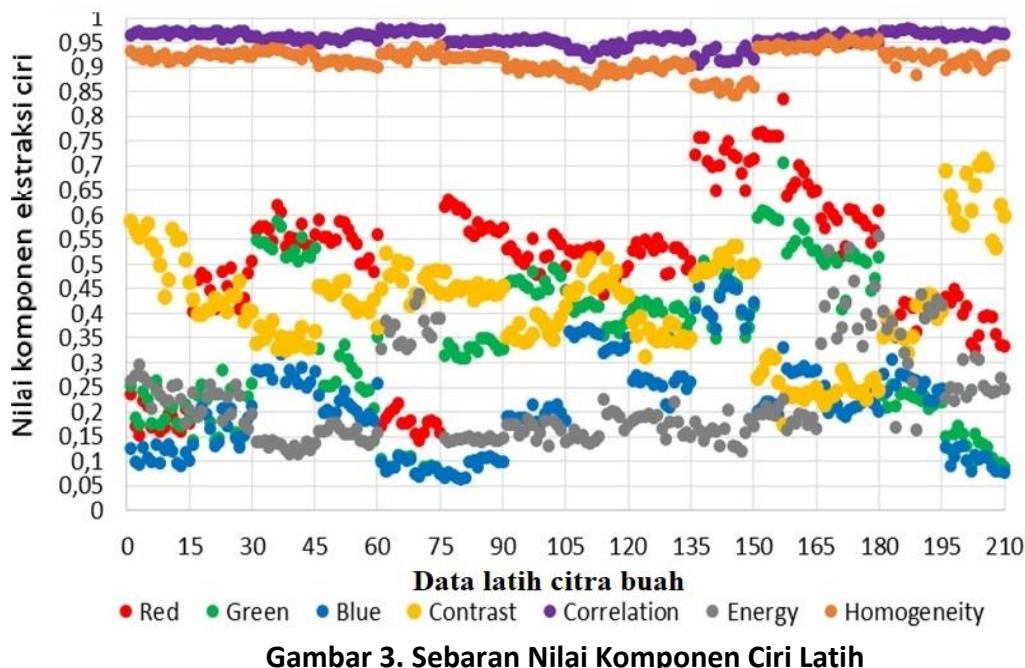
Pada Gambar 3, sumbu y menunjukkan nilai komponen ekstraksi ciri, dan sumbu x menunjukkan data latih citra buah dengan urutan kelas sebagai berikut:

- Citra 1-15: Alpukat
- Citra 16-30: Anggur
- Citra 31-45: Apel Hijau
- Citra 46-60: Apel Merah
- Citra 61-75: Ceri
- Citra 76-90: Jambu Biji
- Citra 91-105: Jeruk
- Citra 106-120: Kenari
- Citra 121-135: Kiwi
- Citra 136-150: Leci
- Citra 151-165: Lemon
- Citra 166-180: Pisang
- Citra 181-195: Salak
- Citra 196-210: Stroberi

Pada Gambar 4, sumbu y menunjukkan nilai komponen ekstraksi ciri, dan sumbu x menunjukkan data uji citra buah dengan urutan kelas sebagai berikut:

- Citra 1-5: Alpukat
- Citra 6-10: Anggur
- Citra 11-15: Apel Hijau
- Citra 16-20: Apel Merah
- Citra 21-25: Ceri
- Citra 26-30: Jambu Biji

- Citra 31-35: Jeruk
- Citra 36-40: Kenari
- Citra 41-45: Kiwi
- Citra 46-50: Leci
- Citra 51-55: Lemon
- Citra 56-60: Pisang
- Citra 61-65: Salak
- Citra 66-70: Stroberi



Hasil pelatihan menunjukkan tingkat akurasi senilai 99.0476%, di mana terdapat 208 citra yang terkласifikasi benar (sesuai target latih) dan 2 citra yang terkласifikasi salah (tidak



sesuai target latih) dari total 210 citra latih. Citra yang terklasifikasi salah adalah citra ke-29 dan citra ke-60 dari folder data latih. Citra ke-29 seharusnya adalah anggur (Gambar 5), namun terklasifikasi sebagai apel merah, sedangkan citra ke-60 seharusnya adalah apel merah (Gambar 6), namun terklasifikasi sebagai kiwi.



Gambar 5. Citra Latih Anggur dengan Kesalahan Klasifikasi



Gambar 6. Citra Latih Apel dengan Kesalahan Klasifikasi

Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi senilai 98.5714%, di mana terdapat 69 citra yang terklasifikasi benar (sesuai target uji) dan 1 citra salah yang terklasifikasi salah (tidak sesuai target uji) dari total 70 citra uji. Citra yang terklasifikasi salah adalah citra ke-18 dari folder data uji, yang seharusnya adalah apel merah (Gambar 7), namun terklasifikasi sebagai kiwi.



Gambar 7. Citra Uji Apel Merah dengan Kesalahan Klasifikasi

4. KESIMPULAN

Program *computer vision* untuk mengenali jenis buah berdasarkan karakteristik warna dan tekstur yang dimilikinya telah berhasil dibuat menggunakan platform pemrograman MATLAB. Klasifikasi jenis buah berdasarkan citra menggunakan metode ekstraksi ciri berjalan dengan baik sesuai target yang hendak dicapai. Hal ini dibuktikan melalui hasil pengujian pada variabel `hasil_uji` yang memperlihatkan bahwa sebanyak 69 dari 70 citra uji dapat diklasifikasikan secara tepat sesuai kelas target pengujian, akurasi senilai 98.57%. Kemudian program pengolahan citra berbasis GUI yang dibangun telah berhasil menjalankan fungsinya, yaitu membuka file citra, menampilkan file citra asli dan citra hasil segmentasi, menampilkan nilai ekstraksi ciri, serta menampilkan hasil klasifikasi jenis buah.



DAFTAR PUSTAKA

- Ratnasari, E.K., & Wikaningrum, A. (2016). Pengenalan Jenis Buah pada Citra Menggunakan Pendekatan Klasifikasi Berdasarkan Fitur Warna Lab dan Tekstur Co-Occurrence. *Jurnal INFORM*, 1(2), 88-97.
- Safitri, R.A., Nurdiani, S., Riana, D., & Hadianti, S. (2019). Klasifikasi Jenis Buah Apel Menggunakan Metode Orde 1 dengan Algoritma Multi Support-Vector Machines. *Paradigma*, 21(2), 167-172.
- Sekar, R., Ambika, Divya, & Kowsalya. (2018). Fruit Classification System Using Computer Vision: A Review. *IJTRD*, 5(1), 22-26.
- Shameem, S., & Seshashayee, M. (2020). Healthy Fruits Image Label Categorization through Color Shape and Texture Features Based on Machine Learning Algorithm. *IJITEE*, 9(3), 34-40
- Siswanto, A., Fadlil, A., & Yudhana, A. (2020) Ekstraksi Ciri Metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* untuk Identifikasi Sel Darah Putih. *Incomtech*, 10(2), 99-110.
- Wibowo, S. (2017). Penentuan Jenis Buah Mangga Berdasarkan Bentuk Daun Menggunakan Metode K-Means. *Simki-Techsain*, 1(12), 1-8.
- Widians, J.A., Pakpahan, H.S., Budiman, E., Haviluddin, H., & Soleha, M. (2019). Klasifikasi Jenis Bawang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berdasarkan Ekstraksi Fitur Bentuk dan Tekstur. *Jurti*, 3(2), 139-146.
- Widodo, R., Widodo, A.W., & Supriyanto, A. (2018). Pemanfaatan Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) Citra Buah Jeruk Keprok (*Citrus reticulata Blanco*) untuk Klasifikasi Mutu, *JPTIIK*, 2(11), 5769-5776.
- Wijaya, N., & Ridwan, A. (2019). Klasifikasi Jenis Buah Apel dengan Metode K-Nearest Neighbors dengan Ekstraksi Fitur HSV dan LBP. *Sisfokom*, 8(1), 74-78.
- Yulianti, H. (2020). *Klasifikasi Tanaman Obat Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix Dan Support Vector Machine*. Tesis. Universitas Komputer Indonesia.