

MEMBANDINGKAN KLASIFIKASI PADA BUAH JERUK MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DAN *K-NEAREST NEIGHBOR*

Kinanthi Putri Siwilopo¹, Hendra Marcos²

^{1,2} Program Studi Ilmu Komputer, Jurusan Informatika, Universitas Amikom Purwokerto
Jl. Letjend Pol. Soemarto No.127, Watumas, Purwanegara, Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten
Banyumas, Jawa Tengah 53127

E-mail : putkinanthi123@gmail.com¹, hendramarcos@amikompurwokerto.ac.id²

Abstrak

Jenis jeruk di Indonesia beraneka ragam dengan ciri-cirinya yang berbeda. Di Indonesia termasuk daerah subtropis yang sangat cocok ditanami tanaman buah jeruk dengan suhu rata-rata 20-25°C. Buah jeruk mempunyai peluang yang baik untuk dikembangkan karena dapat dijumpai di setiap musim. Tamanan jeruk juga mudah dan relevan untuk ditanami dengan semua kondisi cuaca baik di dataran tinggi atau dataran rendah. Tanaman jeruk menjadi salah satu komoditas terbesar di setiap daerah provinsi. Salah satunya jenis jeruk keprok yang memiliki kandungan vitamin C yang banyak. Kandungan vitamin C pada buah jeruk dapat digunakan untuk mencegah penyakit influenza. Kandungan lain yang dimiliki buah jeruk yaitu zat fosfor dan zat kapur yang baik untuk pertumbuhan tulang pada anak-anak. Ciri-ciri buah jeruk dilihat berdasarkan warna kulit, tekstur kulitnya yang halus, tipis, mengkilap, dan tegas. Namun terkadang konsumen masih kesulitan dalam memilih antara buah jeruk yang matang dan belum matang secara manual. Oleh sebab itu, untuk mengurangi kesalahan dalam memilih buah jeruk dapat dilakukan dengan *Computer Vision* dimana bisa menggunakan aplikasi deteksi menggunakan kamera. Berdasarkan ciri-cirinya yang dijadikan sebagai acuan untuk proses klasifikasi ini menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbor* dan *Convolutional Neural Network* untuk memperoleh hasil perbandingan. Pada proses klasifikasi menggunakan sampel data latih dan data uji. Proses klasifikasi ini mengubah sampel gambar asli menjadi warna *grayscale* menggunakan aplikasi matlab. Pada sampel gambar juga dapat melihat apakah pada buah jeruk masih terdapat noise maupun tidak. Dapat disimpulkan bahwa dari kedua algoritma tersebut dihasilkan *Convolutional Neural Network* mendapatkan nilai tingkat akurasi lebih besar dibandingkan *K-Nearest Neighbor*.

Kata kunci : Akurasi, Algoritma, *Convolutional Neural Network*, Indonesia, Jeruk, *K-Nearest Neighbor*

Abstract

Types of oranges in Indonesia are diverse with different characteristics. In Indonesia, it is a subtropical area which is very suitable for planting citrus fruit with an average temperature of 20-25 °C. Oranges are one of the biggest commodities in every province. One type of tangerine that contains a lot of vitamin C. Its characteristics are seen based on skin color, skin texture which is smooth, thin, shiny, and firm. However, sometimes consumers still find it difficult to manually choose between ripe and immature citrus fruits. Therefore, to reduce errors in choosing citrus fruit, you can do it with Computer Vision which can use a detection application using a camera. Based on its characteristics which are used as a reference for this classification process using the K-Nearest Neighbor Algorithm and Convolutional Neural Network to get comparison results. In the classification process using a sample of training data and test data. This classification process converts the original image sample into grayscale using the matlab application. In the sample image you can also see whether the citrus fruit still has noise or not. It can be concluded that the two algorithms resulted in a Convolutional Neural Network that has a higher accuracy rate than the K-Nearest Neighbor.

Keywords : Accuracy, Algorithm, *Convolutional Neural Network*, Indonesia, Citrus Fruit, *K-Nearest Neighbor*

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia memiliki beberapa jenis jeruk yang beragam dari berbagai daerah dengan ciri khasnya masing-masing. Jeruk memiliki nama istilah lainnya yaitu *Citrus Nobilis*. Dimana di daerah subtropis dengan suhu 20-25°C yang cocok untuk kelola sebagai tanaman perkebunan adalah jenis pohon jeruk manis. Tanaman ini memiliki keunggulan dibanding tanaman lain karena banyak diolah dan diproduksi ke dalam pengemasan minuman dan sebagai bahan pangan lainnya[1]. Salah satu contohnya yaitu jeruk keprok dengan kandungan vitamin C yang bagus untuk menutrisi tubuh. Kualitas buah jeruk keprok dapat diamati dengan melihat tekstur kulit dan warna kulitnya. Kualitas buah yang matang dengan ciri-cirinya kulit yang bertekstur halus, tipis, berkilauan, dan warnanya cenderung terang[2]. Selain itu, jenis jeruk siam (*Citrus nobilis* var *microcarpa* L) dikenal luas dan dengan ciri khas rasanya yang manis namun sedikit masam berasal dari Pontianak, Kalimantan Barat [3]. Jenis jeruk siam juga banyak ditingkatkan daerah Bali disebabkan oleh produksi yang meningkat dan banyak peminatnya. Daerah pusat pengelola tanaman buah jeruk yang terbesar di Kecamatan Payangan yang tersebar di beberapa tempat yaitu Desa Puhu, Desa Kerta, dan Desa Buah[4]. Selain itu ada jeruk lemon yang matang mempunyai ciri khasnya yaitu kulit nya berwarna hijau dan kuning, dengan diameter antara 5-8 cm dan bobotnya 80 gram. Sedangkan jeruk lemon yang belum matang warna kulitnya gelap kehijauan dan kandungan airnya sedikit[5].

Perbedaan antara jeruk keprok dan jeruk siam dapat dilihat berdasarkan warna dan ketebalan kulit buahnya. Pada buah jeruk keprok berwarna orange memiliki tekstur kulit yang cukup kasar dimana lapisan kulit luar jeruk keprok yang kaku dengan ketebalan kulitnya 3,12-4,63 mm. Sebaliknya dengan kulit jeruk siam yang lebih tipis sekitar 1,8-2,5 mm dengan kulit berwarna hijau kekuningan dan mengkilap. Selain itu, rasa dari buah jeruk keprok mempunyai rasa yang manis namun masam. Sedangkan buah jeruk siam memiliki rasa cenderung lebih manis dibandingkan jeruk keprok.

Konsumen membutuhkan data yang valid dari penjual ketika membuat pilihan buah jeruk yang manis dan tanpa pemanis. Data yang diberikan terkadang tidak sesuai harapan karena masih menggunakan cara yang manual itu tidak efektif. Dalam memilih jeruk terkadang terbatas dikarenakan kondisi fisik. Maka untuk meminimalisir data yang tidak valid diberlakukan dengan mengklasifikasikan yaitu mengumpulkan data untuk menentukan tingkat akurasi buah jeruk[6]. Faktor tersebut ditentukan dengan pemeriksaan sampel warna kulit jeruk yang digunakan sebagai parameter untuk menentukan rasa buah[3].

Teknik yang digunakan dalam mengidentifikasi buah jeruk masih secara manual atau tradisional seperti melihat dari warna kulitnya yang berwarna hijau kekuningan, tekstur kulitnya, dan pori-pori[7]. Oleh karena itu, dengan pemilihan buah yang secara manual ada kelemahannya yaitu masih personal dan tidak konstan maka nilai akurasinya rendah. Maka dari itu dibutuhkannya metode yang efektif dalam memilah buah jeruk dalam proses pengelompokan tingkat kematangan menurut warna kulitnya[8].

Berkembangnya teknologi komputer mempermudah kinerja manusia dalam melakukan aktifitas. Dalam penelitian ini menerapkan ilmu tentang computer vision yang dapat membantu masyarakat yang kurang paham ketika menganalisa citra buah jeruk untuk diamati berdasarkan kualitas kematangan buah jeruk[9]. Maka dari itu, dibutuhkan teknologi yang digunakan dalam mengelola kualitas buah jeruk yang dilihat dari tekstur dan warna kulitnya dengan membangun sebuah rancangan aplikasi deteksi pada buah jeruk melalui pengolahan citra digital[10]. *Computer vision* sendiri yaitu cabang ilmu komputer yang mempelajari bagaimana komputer memahami dan mengenali objek yang akan diteliti. *Computer vision* terbagi menjadi dua yaitu PCD (Pengolahan Citra Digital) dan AI (*Artificial Intelligence*). Pengolahan citra merupakan proses awal dari computer vision yang saling terkait dengan proses transformasi pada citra.

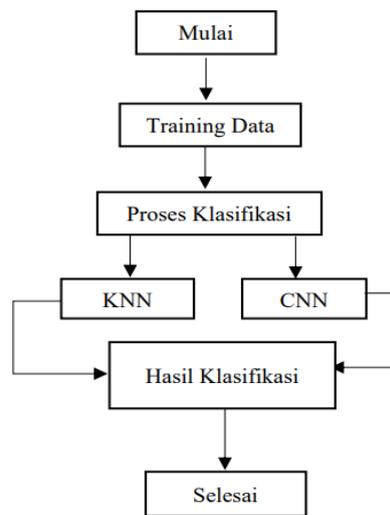
Terdapat beberapa metode untuk mengklasifikasi tingkat akurasi buah jeruk diantaranya metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan membandingkan metode mana yang lebih unggul. Penelitian yang menerapkan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk menentukan tingkat akurasi buah jeruk yang dilakukan oleh M. Fadhlul Barkah yang berjudul "Klasifikasi Buah Jeruk Pontianak Berdasarkan Warna Kulit Buah Jeruk Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor". Penelitian ini memperoleh hasil ketika proses klasifikasi rasa buah jeruk yang diterapkan pada sistem operasi android sebanyak 30 buah jeruk diperoleh nilai $k=11$ dengan akurasi sebesar 80% [3].

Adapun penelitian lainnya yang menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dilakukan oleh Budi Yanto dkk dengan judul "Klasifikasi Tekstur Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Tingkat Kecerahan Warna dengan Metode *Deep Learning Convolutional Neural Network*". Hasil penelitian ini mengklasifikasi jeruk manis dengan algoritma *Deep Learning Convolutional Neural Network* (CNN) memakai 100 dataset citra jeruk manis dengan nilai yang akurat klasifikasi sebanyak 97.5184% setelah dilakukan klasifikasi sebanyak 67.8221 %. Data uji sebanyak 10 citra buah jeruk yang meliputi 5 citra jeruk layak dan 5 citra jeruk tidak sesuai dimana training sebanyak 96% dan testing 92% sehingga dapat dilakukan pengelompokan kelayakan buah jeruk manis yang benar. Hasil akurasi testing sebesar 92% sehingga histogram RGB terlihat jelas[1].

Penelitian lain yang bisa digunakan untuk melihat tingkat klasifikasi kematangan buah jeruk dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Neural Network* (NN PSO). Pada metode ini akan mengklasifikasi berdasarkan tekstur warna kulit, ukuran dan berat. Dalam penelitian ini diambil dataset sebanyak 50 buah jeruk siam dimana masing-masing terbagi menjadi 25 buah jeruk matang dan 25 buah jeruk tidak matang. Hasil dari klasifikasi mendapatkan bahwa nilai tingkat akurasi menggunakan metode *Fuzzy C-Means* lebih baik dibandingkan menggunakan algoritma *Neural Network*. Setelah dilakukan proses uji coba menggunakan metode *Fuzzy C-Means* nilai tingkat akurasi sebesar 87%.

2. METODOLOGI

Penelitian ini akan membandingkan tingkat akurasi buah jeruk yang lebih unggul menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Adapun alur tahapan bertujuan untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih unggul. Dapat dilihat secara rinci seperti alur dibawah ini pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian.

2.1 Pengumpulan Dataset

Data dikumpulkan dengan studi literatur dimana penulis mencari beberapa referensi jurnal yang terdapat perbedaan warna kulit pada buah jeruk untuk memperoleh hasil nilai akurasi yang tepat, terlihat perbedaan warna kulit jeruk seperti Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan Citra Buah Jeruk.

2.2 Jenis Jeruk

Di Indonesia berkembang berbagai jenis tanaman jeruk yang tersebar di setiap daerah provinsi. Tanaman jeruk sangat cocok ditanami di iklim subtropis dengan rata-rata antara suhu 20-25°C. Jenis tanaman buah yang paling terkenal di masyarakat luas yaitu jenis jeruk siam. Jenis jeruk ini mampu beradaptasi di dataran tinggi maupun rendah. Ada beberapa jenis jeruk siam diantaranya jeruk Siam Pontianak, Siam Madu, Siam Kintamani. Adapun jenis jeruk lainnya yaitu jenis jeruk keprok, jeruk manis, jeruk pamelon, jeruk nipis, jeruk purut, jeruk lemon dimana memiliki khasiatnya masing-masing. Buah jeruk dimanfaatkan sebagai bahan pangan seperti diolah sebagai minuman manis[11].

Masa panen pada tanaman buah jeruk siam ini tergantung dilihat ketika kulit buah yang berwarna hijau kekuningan pada saat itulah disebut dengan fase masak fisiologis. Waktu masak fisiologis berumur sekiranya 28 minggu setelah berhubungan (MSB) dan kandungan total padatan terlarut (TPT) mencapai 100 °Brix[4].

2.3 Hasil Klasifikasi

1. *K-Nearest Neighbor*

K-Nearest Neighbor adalah suatu kelompok objek k dalam mengolah data yang mendekati dengan objek yang diuji berdasarkan penentuan label yang mendominasi pada kelas tertentu di lingkungan data. Keunggulan metode ini memiliki komputasi yang lebih sederhana dan kemampuan klasifikasinya lebih baik karena ketika data latihnya semakin besar, efektif, dan kuat terhadap pengolahan data yang noise[12].

Pada penelitian sebelumnya metode ini diimplementasikan menggunakan kamera dimana data citra dipakai sebagai data latih dan data uji. Berbagai kumpulan data mencakup 120 buah jeruk yang rasanya manis, masam, dan tidak berasa. Data terbagi menjadi 90 buah jeruk sebagai data latih dan 30 buah jeruk data uji. Penelitian ini mengklasifikasi rasa buah jeruk dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* memakai sistem operasi android[12].

2. *Convolutional Neural Network*

Secara otomatis dapat mengekstraksi setiap citra sebagai fungsi sebagai metode *supervised learning* dan bagian dari algoritma deep learning yang dijabarkan dengan *Multilayer Perceptron* (MPL) dan disusun dengan mengolah data dalam bentuk dua dimensi. Kelebihan metode ini ketika dilakukan proses citra gambar semakin banyaknya kelas maka data akan semakin lebih terlihat[13] Algoritma *K-Means* Untuk Segmentasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Kemiripan Warna Sistem Prediksi Rasa Buah Jeruk Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*.

Pada penelitian sebelumnya juga menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang diambil memakai kamera *smartphone*. Dataset yang digunakan pada sampel citra buah jeruk layak dan tidak layak sejumlah 100 citra untuk dilakukan proses klasifikasi buah jeruk manis berdasar tingkat kecerahan warna.

2.3 Hasil Klasifikasi

Preprocessing dilakukan agar bukti bisa diproses ke tingkat klasifikasi. Tahapan ini menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbor* dan *Convolutional Neural Network* untuk mendapatkan hasil akurasi yang terbaik dari kedua algoritma tersebut. Penelitian ini mengimplementasikan dengan OpenCV. Dimana OpenCV ini sifatnya open source yang mempunyai beberapa algoritma *computer vision* atau pemilihan pengolahan citra didalamnya. *Computer vision* yaitu cabang pengetahuan pengolahan citra (*image processing*) yang nantinya akan dilakukan proses klasifikasi dari sampel data uji[14].

Penentuan dari bagus dan tidaknya buah jeruk dilihat dari kualitasnya yang dimana bisa terlihat dari bagian luarnya kulitnya yaitu warna kulit, tekstur, ukuran buah, berat, volume, dan kandungan yang terdapat pada buah jeruk [10].

Penelitian ini dikelompokkan dengan mengacu pada kualitas buah jeruk yang baik dan tidak baik. Dimana dilihat pada warna buahnya, tekstur kulit, dan bentuk buah menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan *Convolutional Neural Network* untuk melihat perbandingan nilai akurasi yang terbaik [15].

Berdasarkan jurnal referensi didapatkan bahwa pada metode *K-Nearest Neighbor* dan *Convolutional Neural Network* menghasilkan tingkat akurasi yang berbeda setelah dilakukan tahapan proses pengolahan pada masing-masing metode. Adapun perbandingan tingkat akurasi dari kedua metode tersebut dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Algoritma KNN dan CNN.

Algoritma	Dataset	Tingkat Akurasi	Hasil
KNN	120	80%	Hasil nilai k terbaik
CNN	100	92%	Histogram RGB lebih jelas

Metode *K-Nearest Neighbor* dapat menentukan rasa manis dari buah jeruk diperoleh hasil ekstraksi warna kulit buah jeruk dengan mengklasifikasikan citra gambar sebanyak nilai k terbaik. Sedangkan metode *Convolutional Neural Network* didapatkan hasil pengklasifikasian jeruk manis yang layak akan dikenali tekstur yang mendekati dengan citra gambar jeruk manis. Metode ini juga bisa mengelompokkan buah jeruk yang bagus dan tidak dimana akan terdeteksi secara langsung menggunakan kamera smartphone berdasarkan warnanya.

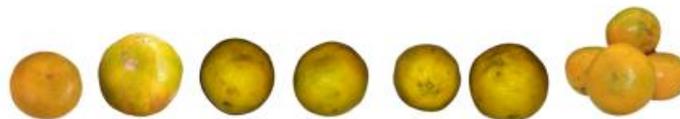
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Dataset

Dataset yang digunakan pada sampel buah jeruk sebanyak 10 citra buah jeruk yang terbagi dari 7 data latih dan 3 data uji. Sampel buah jeruk dikelompokkan berdasarkan warna buah jeruk yaitu jeruk hijau dan jeruk kuning. Data yang diperoleh diambil menggunakan kamera smartphone untuk dilakukan proses pengujian dimana menggunakan aplikasi matlab untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Dataset terlihat seperti pada Gambar seperti dibawah ini.



Gambar 3. Data Latih Jeruk Hijau.



Gambar 4. Data Uji Jeruk Hijau.



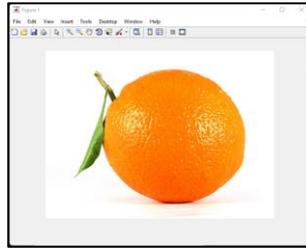
Gambar 5. Data Latih Jeruk Kuning.



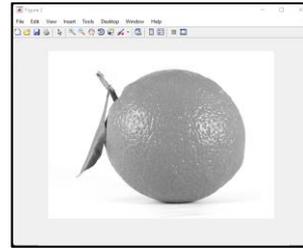
Gambar 6. Data Uji Jeruk Kuning.

3.2 Hasil Klasifikasi

Dari dataset citra buah jeruk hijau dan kuning yang diuji setelah dilakukan proses pengujian menggunakan aplikasi matlab didapatkan hasil dengan mengubah sampel gambar awal menjadi *Grayscale*[9]. Citra buah jeruk diambil dari internet dapat dilihat pada Gambar 7.



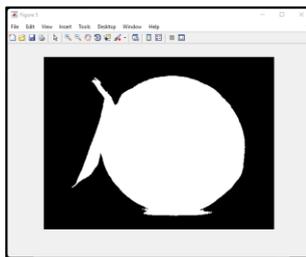
(a) Citra Asli



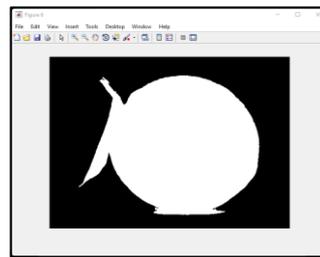
(b) Citra *Grayscale*

Gambar 7. Sampel Citra Asli dan *Grayscale*

Setelah dilakukan *grayscale* maka akan gambar dilakukan proses selanjutnya itu menghilangkan *noise* pada citra buah jeruk terlihat pada Gambar 8.



(a) Terdapat *Noise*



(b) Tidak Ada *Noise*

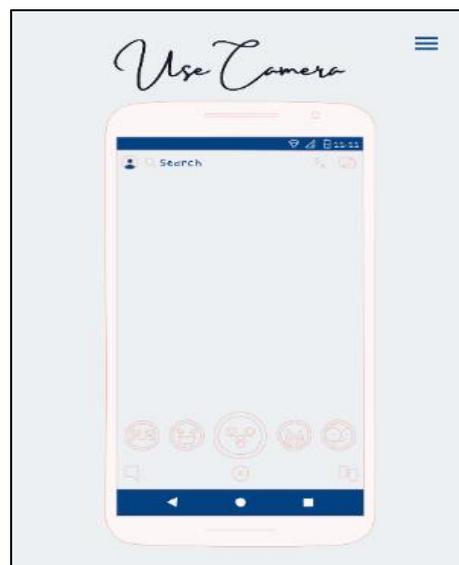
Gambar 8. Citra Buah Jeruk yang Terdapat *Noise* dan Tidak Ada *Noise*

3.2 Perancangan Aplikasi

Pada tampilan login menampilkan kegunaan dari aplikasi deteksi jeruk dimana terdapat tombol yang berbeda fungsinya. Tombol tersebut ada 3 yaitu tombol kamera, tutorial, dan data. Fungsi dari tombol camera untuk memunculkan melakukan proses klasifikasi maka buah yang akan di proses. Pada tombol tutorial berfungsi untuk bagaimana cara menggunakan aplikasi tersebut atau tata cara penggunaannya. Sedangkan tombol data untuk menampilkan data yang sebelumnya sudah ada.



Gambar 9. Tampilan Login.



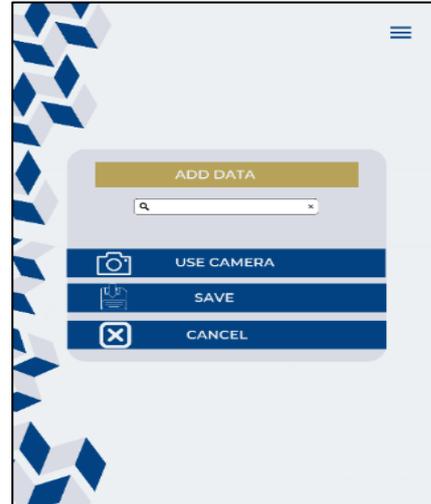
Gambar 10. Tampilan Tombol Camera.

Tampilan tombol kamera digunakan untuk proses klasifikasi pada buah jeruk menggunakan camera yang sudah tersedia pada aplikasi tersebut. Dimana nantinya akan di proses dan mendapatkan hasil nilai akurasi apakah buah jeruk dikelompokkan kedalam buah busuk atau bagus.

Tampilan tutorial digunakan untuk tata cara penggunaan aplikasi deteksi jeruk agar pengguna tidak kesulitan dan mudah dalam menggunakannya.



Gambar 11. Tampilan Tutorial.



Gambar 12. Tampilan Add Data.

Tampilan *add data* digunakan untuk menambahkan data pada proses klasifikasi. Dimana terdapat 3 tombol yaitu tombol *use camera*, *save*, dan *cancel*. Pada tombol *use camera* digunakan untuk mendapatkan citra yang akan dikelola. Tombol *save* digunakan untuk menyimpan data yang sudah kita lakukan ketika proses mengambil gambar. Sedangkan tombol *cancel* untuk menghapus data.

Tampilan dataset digunakan untuk menampilkan data yang sudah ada sebelumnya yang sudah di simpan dimana terdapat data latih dan data uji.



Gambar 13. Tampilan Dataset.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada proses klasifikasi dengan menggunakan data latih dan data uji didapatkan bahwa dari kedua algoritma yang digunakan hasilnya yaitu algoritma *K-Nearest Neighbor*

nilai akurasi lebih rendah dibandingkan algoritma *Convolutional Neural Network*. Hasil tersebut dilihat berdasarkan warna RGB dimana menggunakan aplikasi matlab pada *K-Nearest Neighbor* bisa mengurangi besarnya *noise*. Ketika suatu objek sudah dilakukan klasifikasi dimana diperoleh bahwa ketika gambarnya diperbesar dianggap *noise* namun setelah dilakukan *area opening* maka *noise* akan dihilangkan.

Penelitian lebih lanjut pada aplikasi deteksi jeruk bisa ditingkatkan lagi misalkan ditambahkan fitur yang lain untuk mendukung proses klasifikasi yang bisa dijadikan bahan pertimbangan lebih berkembang. Metode klasifikasi yang digunakan bisa diimplementasikan pada buah yang lainnya tidak hanya jeruk misalkan pada buah apel, mangga, tomat dan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan rahmatNya sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Yanto *et al.*, "Klasifikasi Tekstur Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Tingkat Kecerahan Warna dengan Metode Deep Learning Convolutional Neural Network," vol. 6, no. 2, p. 2021. "3935-11790-2-PB".
- [2] M. Fadhlul Barkah *et al.*, "Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi Klasifikasi Rasa Buah Jeruk Pontianak Berdasarkan Warna Kulit Buah Jeruk Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," 2020.
- [3] I. K. Riastana, N. Komang Alit Astiari, and N. Putu Anom Sulistiawati, "Kualitas Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilllis* var *microcarva* L) Selama Penyimpanan pada Berbagai Tingkat Kematangan Buah," *Gema Agro*, vol. 24, no. 1, pp. 22–28, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/gema-agro>
- [4] I. Indrawati, "Klasifikasi Kematangan Jeruk Lemon Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *J. Infomedia*, vol. 2, no. 2, pp. 21–26, 2018, doi: 10.30811/v2i2.514.
- [5] I. Tarsono, D. Triyanto, and T. Rismawan, "Prototype Pemisah Jeruk Siam Berdasarkan Warna Menggunakan Metode KNN (K-Nearest Neighbor)," *J. Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 06, no. 1, pp. 44–53, 2018.
- [6] M. Furqan, A. Aulia, and Sriani, "Algoritma K-Means Untuk Segmentasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Kemiripan Warna," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 199–208, 2022.
- [7] C. Paramita, E. Hari Rachmawanto, C. Atika Sari, and D. R. Ignatius Moses Setiadi, "Klasifikasi Jeruk Nipis Terhadap Tingkat Kematangan Buah Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan K-Nearest Neighbor," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.30591/jpit.v4i1.1267.
- [8] I. S. Wibisono, S. I. Novichasari, and M. A. Putri, "Segmentasi Fuzzy C – Means Dan Neural Network Untuk Membantu Identifikasi Kualitas Buah Jeruk Berdasarkan Warna Dan Ukuran," *J. Prodi Tek. Inform. UNW "Multimatrix"*, vol. II, no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [9] A. Abdullah and K. Sandi, "Sistem Prediksi Rasa Buah Jeruk Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *Method. J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 7–13, 2021, doi: 10.46880/mtk.v7i2.457.
- [10] S. Siagian, K. Ibnutama, and R. Mahyuni, "Implementasi Metode Ekstraksi Ciri Warna Untuk Mendeteksi Kematangan Buah Jeruk," vol. 1, no. November, pp. 898–905, 2022.
- [11] H. Prabowo, "Deteksi Kondisi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Kemiripan Warna Pada Ruang Warna RGB Berbasis Android," *J. Elektron. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 9–19, 2017.
- [12] D. M. Asriny, S. Rani, and A. F. Hidayatullah, "Orange Fruit Images Classification using Convolutional Neural Networks," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, May 2020, vol. 803, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/803/1/012020.
- [13] M. T. Tamam, A. J. Taufiq, and W. Dwiono, "Rancang Bangun Purwarupa Sistem Deteksi Tingkat Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Warna Kulitnya," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 2–5, 2020, doi: 10.30595/jrre.v2i2.7938.
- [14] E. P. Ratri, J. S. Wali, and Wahyuni, "Klasifikasi Kualitas Jeruk Lokal Berdasarkan Tekstur Dan Bentuk Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN)," *COREAI J. Kecerdasan Buatan, Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, 2020.