

PERBANDINGAN METODE CNN DAN SVM UNTUK MENGLASIFIKASI KEMATANGAN SERTA MENGUKUR KANDUNGAN VITAMIN C JERUK GERGA MENGGUNAKAN CITRA DIGITAL

Puja Anugrah Ilahi, Rozali Toyib*, Yuza Reswan, Anisya Sonita

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Jl. Bali, Kp. Bali, Kota Bengkulu, Indonesia

rozalitoyib@umb.ac.id

ABSTRAK

Masalah dalam panen buah jeruk Gerga sering kali terjadi akibat kesalahan dalam proses pemetikan yang hanya didasarkan pada warna serta estimasi semata, sehingga kualitas buah yang dihasilkan tidak sesuai dengan harapan konsumen. Jeruk Gerga memiliki kandungan vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan dengan jeruk manis biasa, penting untuk melakukan pengukuran kadar vitamin C berdasarkan warna dan nilai Hue dengan menggunakan citra warna. Jaringan Saraf Konvolusional (CNN) dan Mesin Vektor Pendukung (SVM) memiliki peranan penting dalam klasifikasi gambar digital, terutama dalam menentukan tingkat kematangan buah dimana CNN adalah Metode Deep Learning yang mampu mengambil fitur visual yang kompleks, seperti tekstur serta pola warna yang relevan untuk mendeteksi kematangan buah, CNN memberikan hasil lebih akurat dalam klasifikasi kematangan buah jika dibandingkan dengan metode konvensional, berkat kemampuannya untuk mengenali pola non-linear dalam data visual. Temuan penelitian menunjukkan bahwa algoritma CNN menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan SVM. CNN mencapai akurasi sebesar 98%, sementara SVM hanya mencapai akurasi 94%. Selain itu lebih efektif dalam mendeteksi pola warna dan tekstur buah, membuatnya lebih ampuh dalam klasifikasi kematangan Jeruk Gerga. Dengan demikian, pendekatan menggunakan CNN diusulkan sebagai metode yang lebih unggul untuk sistem klasifikasi otomatis berbasis gambar digital, khususnya di sektor pertanian dan teknologi pangan.

Kata kunci : jeruk gerga, panen, vitamin C, jaringan saraf konvolusional(CNN), mesin vektor pendukung (SVM)

1. PENDAHULUAN

Teknologi pengolahan citra digital semakin berperan penting dalam berbagai bidang, terutama di sektor pertanian yang memanfaatkan teknologi ini untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Salah satu aplikasi teknologi tersebut adalah untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah secara otomatis, yang memungkinkan petani dan distributor buah untuk memastikan kualitas produk yang dipasarkan. Jeruk Gerga adalah komoditas utama Kabupaten Lebong yang memiliki keunggulan kompetitif, yaitu memiliki warna kuning-oranye, menghasilkan buah sepanjang tahun, berukuran besar dengan berat [1].

Permasalahan dalam pemanen buah sering kali salah dalam pemanen karena hanya berdasarkan warna saja berdasarkan perkiraan saja menyebabkan kualitas buah yang dipanen tidak sesuai dengan yang diinginkan oleh konsumen, jeruk gerga mengandung vitamin C yang tinggi dibandingkan dengan buah jeruk manis pada umumnya jadi perlu diukur kadar Vitamin C berdasarkan warna dari buah jeruk serta nilai Nilai Hue berdasarkan citra warna.

Convolutional Neural Network (CNN) dan *Support Vector Machine (SVM)* memiliki peran signifikan dalam klasifikasi citra digital, khususnya dalam mengidentifikasi kematangan buah. CNN merupakan metode berbasis deep learning yang mampu mengekstraksi fitur visual kompleks, seperti

tekstur dan pola warna, yang relevan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah [2].

Sementara itu, CNN memberikan akurasi yang lebih tinggi dalam klasifikasi kematangan buah dibandingkan metode tradisional karena kemampuannya mengenali pola non-linear dalam data visual [3].

Sementara itu, SVM, yang lebih sederhana dan efisien pada dataset yang lebih kecil, sering kali digunakan dalam klasifikasi biner dan menunjukkan performa yang stabil dalam klasifikasi citra dengan bantuan fitur berbasis warna dan tekstur [4]. Melalui penelitian ini, kedua metode tersebut akan dibandingkan untuk menentukan pendekatan yang paling efektif dan akurat dalam klasifikasi kematangan Jeruk Gerga.

Penelitian ini bertujuan membandingkan metode CNN dan SVM untuk menentukan metode mana yang lebih unggul dalam mengklasifikasi kematangan Jeruk Gerga menggunakan citra digital serta mengukur kandungan vitamin C berdasarkan parameter warna. Penelitian ini menggunakan Confusion Matrix untuk mengukur akurasi dan efisiensi dari masing-masing metode, memberikan wawasan yang diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan teknologi klasifikasi otomatis di bidang pertanian. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis hubungan antara nilai Hue pada citra jeruk dengan kadar vitamin C, di mana buah yang lebih mentah memiliki kadar vitamin C lebih tinggi dibandingkan yang matang. Pendekatan ini dapat

menjadi metode non-destruktif yang efektif dalam menentukan tingkat kematangan dan kandungan vitamin C pada buah Jeruk Gerga.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital merupakan proses transformasi suatu Gambar akan menjadi gambar lain dengan kualitas yang lebih baik. Bagus, Penanganan upaya operasional. Gambar yang difoto lainnya menggunakan algoritma atau teknik tertentu. Pemrosesan gambar Digital adalah bidang ilmu yang mempelajari proses pembentukan, pemrosesan, dan analisis citra untuk memperoleh informasi yang dapat dipahami oleh manusia. Tujuan dari pengolahan citra antara lain: [5]

- a. Meningkatkan kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasikan oleh manusia maupun komputer.
- b. Mengolah citra dengan mentransformasikannya menjadi bentuk lain.
- c. Pengolahan citra berperan sebagai tahap awal dalam proses komputerisasi.

2.2. Jeruk Gerga

Jeruk Gerga merupakan salah satu varietas jeruk menyebar di Indonesia, terutama di wilayah ini. Sumatera. Jeruk ini dikenal memiliki karakteristik unik, seperti rasa yang manis dengan sedikit asam, daging buah yang berwarna jingga cerah, serta kandungan air yang tinggi. Keunggulan ini membuat jeruk Gerga memiliki nilai ekonomi yang tinggi di pasar lokal maupun nasional. Selain itu, jeruk Gerga kaya akan vitamin C, serat, dan antioksidan, yang berkontribusi pada manfaat kesehatan, seperti meningkatkan daya tahan tubuh dan menjaga kesehatan pencernaan.

2.3. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Networks (CNN) adalah salah satu jenis algoritma *deep learning* yang umumnya berbentuk dua dimensi, dan mengikuti konsep pengembangan *multi-layer perceptrons* (MLPs) yang dirancang untuk memproses data, masilnya [6].

Operasi linier dalam metode CNN adalah proses konvolusi, di mana bobot empat dimensi direpresentasikan sebagai kumpulan kernel. Algoritma CNN terdiri dari beberapa lapisan yang memiliki kemampuan untuk mengekstraksi fitur dan melakukan klasifikasi. [7].

2.4. Convolutional Layer

Lapisan konvolusional merupakan tahap utama dalam arsitektur CNN yang melakukan operasi konvolusi pada input. Konvolusi adalah proses matematika di mana dua fungsi digabungkan untuk membentuk fungsi ketiga (kombinasi dari dua set informasi). Output dari lapisan konvolusi diperoleh melalui proses konvolusi antara input dan filter, yang

terdiri dari sekumpulan kernel untuk menghasilkan peta fitur. [8].

2.5. Pooling Layer

Poolong Layer adalah proses mengurangi dimensi matriks dengan filter dan ukuran langkah. Terdapat beberapa teknik pooling, seperti max pooling, yang mengambil nilai maksimum, dan average pooling, yang menghitung rata-rata dengan mempertimbangkan ukuran dinamis dari input.

2.6. Fully Connected Layer

Lapisan yang terhubung sepenuhnya adalah lapisan yang sering digunakan dalam Multi-Layer Perceptron (MPL) dengan tujuan mengubah dimensi data agar dapat diklasifikasikan secara linier. [9].

Setelah neuron pada lapisan konvolusional diubah menjadi data satu dimensi, neuron tersebut dimasukkan ke dalam lapisan yang terhubung sepenuhnya, yang mengakibatkan hilangnya informasi spasial secara permanen. Lapisan ini hanya dapat diterapkan pada bagian akhir jaringan. [10].

2.7. Support Vector Machine

Metode *Support Vector Machine* (SVM) merupakan salah satu metode klasifikasi yang digunakan dalam pemecahan masalah dengan dua kelas. SVM bekerja dengan mencari pemisah yang optimal dalam bentuk *hyperplane* untuk membedakan kelas-kelas dalam suatu dataset. Jika data dapat dipisahkan secara linier, SVM akan menentukan *hyperplane* yang memaksimalkan *margin* antara kelas-kelas tersebut. Namun, jika data tidak dapat dipisahkan secara linier, maka SVM menggunakan fungsi *kernel* untuk mentransformasikan data ke dalam dimensi yang lebih tinggi agar dapat dipisahkan secara linier [11].

Proses klasifikasi dilakukan di mesin vektor dukungan (SVM) dengan menemukan pembagian optimal dari *hyperplan* antar kelas. *Hyperlevel* ini ditentukan oleh vektor dukungan. Titik data tertentu membentuk batas untuk setiap kelas. Prinsip dasar SVM adalah *classifier* linier, tetapi metode ini telah dikembangkan lebih lanjut untuk mengelola masalah nonlinier menggunakan konsep trik kernel.

Vitamin C (asam askorbat) merupakan salah satu vitamin yang larut dalam air dan berperan penting sebagai antioksidan dalam tubuh. Kandungan vitamin C dalam buah jeruk bervariasi tergantung pada jenis, tingkat kematangan, dan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Dalam penelitian ini, nilai Hue rata-rata dari citra jeruk digunakan sebagai salah satu indikator untuk memperkirakan kadar vitamin C. Berdasarkan data yang di analisis, terdapat pola yang menunjukkan bahwa nilai Hue yang lebih rendah cenderung memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi. Sebaliknya, jeruk dengan nilai Hue yang lebih tinggi memiliki kadar vitamin C yang lebih rendah. [12]

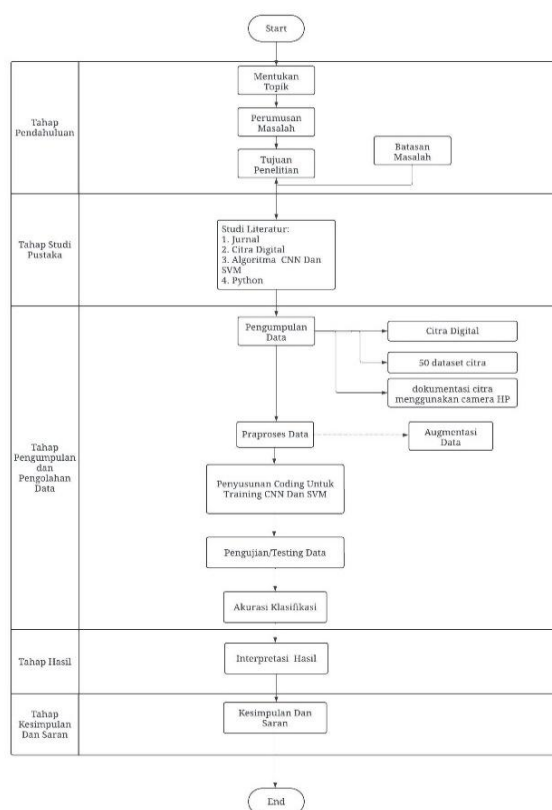
Karena itu sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa perubahan warna pada buah sering

kali dikaitkan dengan tingkat kematangan dan kadungan nutrisinya. Semakin matang buah jeruk, maka warna kulitnya akan mengalami perubahan dari hijau ke kuning atau oranye, yang ditandai dengan peningkatan nilai Hue. Pada tahap kematangan lanjut, kadar vitamin C dalam buah cenderung mengalami penurunan akibat proses degradasi oksidatif.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk membandingkan performa metode Convolutional Neural Network (CNN) dan Support Vector Machine (SVM) dalam klasifikasi kematangan buah jeruk Gerga menggunakan citra digital. Pendekatan ini melibatkan pengolahan dataset citra, penerapan pra-pemrosesan, serta pelatihan dan pengujian model untuk mengevaluasi efektivitas masing-masing metode.

3.1. Framework Penelitian



Gambar 1. Alur Kerja Sistem

3.2. Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 50 gambar buah jeruk Gerga yang dikategorikan berdasarkan tingkat kematangannya, yaitu mentah dan matang. Seluruh gambar memiliki ekstensi JPG dengan resolusi 150x150 piksel. Pengambilan gambar dilakukan secara mandiri menggunakan kamera HP untuk memastikan keaslian dan konsistensi data. Setiap gambar diberi label sesuai dengan kategori kematangannya agar dapat digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model

klasifikasi. Dataset ini menjadi dasar dalam penerapan metode CNN dan SVM untuk mengidentifikasi tingkat kematangan jeruk Gerga berdasarkan karakteristik visualnya.

Tabel 1. Dataset

Nama File	Jumlah DataSet	Ukuran	Format
Jeruk Mentah	25	150 x 150 px	JPG
Jeruk Matang	25	150 x 150 px	JPG
Total	50	150 x 150 px	JPG

Sumber : Di ambil Langsung Menggunakan Kamera HP Sendiri Di Kebun Jeruk Gerga Di Kabupaten Rejang Lebong (Curup) Link Dataset (<https://drive.google.com/drive/folders/18Xn3sMiNK7GkRQYK72o8s8JL8zRF3kYj?usp=sharing>).

3.3. Preprocessing Data

Proses ini mencakup normalisasi gambar dan *augmentasi* data agar model dapat belajar dengan lebih baik dari variasi yang ada. *Preprocessing* data dilakukan dengan normalisasi menggunakan *rescale = 1./255* untuk mengubah *piksel* ke rentang [0,1]. Pada data pelatihan, diterapkan *augmentasi* seperti *rotasi*, *pergeseran*, *zoom*, *shear*, dan *flipping* untuk meningkatkan generalisasi model, sementara data validasi hanya dinormalisasi. Data kemudian dikonversi di *batch* menggunakan *flow_from_directory()*, memastikan format yang konsisten untuk pelatihan dan evaluasi model dalam mengklasifikasi kematangan buah jeruk gerga.

3.4. Pelatihan Model

Tahap ketiga adalah pelatihan model, yang dilakukan dengan menerapkan dua metode berbeda, yaitu CNN dan SVM.

- Model CNN dilatih menggunakan arsitektur jaringan saraf konvolusional yang terdiri dari lapisan *convolutional*, *pooling*, dan *fully connected layer* untuk mengekstraksi pola dari citra dan melakukan klasifikasi kematangan.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

$$Accuracy = \frac{Jumlah\ Piksel\ Benar}{Jumlah\ Total\ Data} \quad (3)$$

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

- Model SVM menggunakan fitur yang telah diekstraksikan dari citra untuk membangun *hyperplane* yang memisahkan kelas kematangan buah jeruk gerga.

3.5. Pengujian Sistem

Tahap terakhir adalah pengujian sistem, yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model dalam mengklasifikasi kematangan buah jeruk gerga menggunakan citra digital. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana metode CNN dan SVM dapat membedakan tingkat kematangan buah

berdasarkan fitur visual. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan *akurasi*, *presisi*, *recall*, dan *F1-score* dari kedua metode menggunakan *confusion matrix*. Pada tahap ini, sistem dikembangkan menggunakan Bahasa pemrograman *Python* dengan pustaka pendukung seperti *TensorFlow*, *OpenCV*, dan *Tkinter* untuk tampilan antarmuka untuk pemrosesan citra dan pembelajaran mesin.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

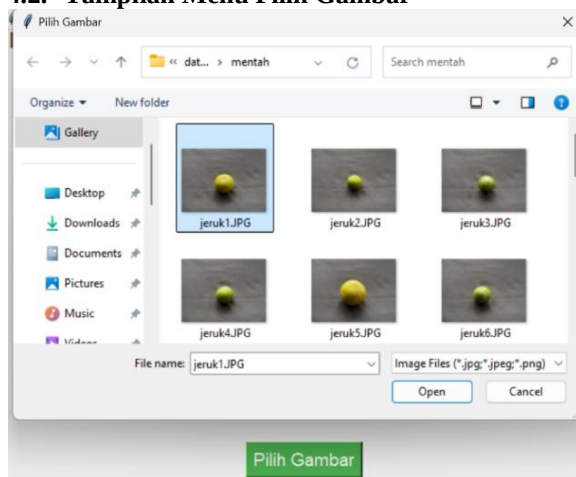
4.1. Tampilan Sistem

Tampilan sistem perbandingan model CNN dan SVM untuk klasifikasi Kematangan Jeruk yang telah dikembangkan menggunakan *python* didukung oleh beberapa Pustaka yang relevan. Dengan bantuan Pustaka-pustaka ini, antarmuka sistem dapat disesuaikan agar lebih mudah digunakan dan interaktif. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pengalaman pengguna saat menggunakan sistem Klasifikasi kematangan jeruk ini.



Gambar 2. Tampilan User Interface Sistem Perbandingan Model CNN dan SVM Untuk Mengklasifikasi Kematangan Jeruk

4.2. Tampilan Menu Pilih Gambar



Gambar 3. Tampilan Menu Pilih Gambar

Pada menu pilih gambar sistem akan mengambil file citra yang disimpan pada penyimpanan yang sudah kita tentukan, dan kemudian sistem akan langsung melakukan proses prediksi kematangan.

4.3. Tampilan Prediksi CNN dan SVM

Pada tampilan Prediksi CNN dan SVM disini akan menghasilkan hasil citra yang telah dipilih sebelumnya dan akan menampilkan nama file, adapun hasilnya dapat dilihat seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. Tampilan Prediksi CNN dan SVM

Pengoperasian program dilakukan melalui antarmuka berbasis GUI (*Graphical User Interface*) yang dikembangkan menggunakan *Tkinter*. Pengguna data mengunggah citra buah jeruk gerga, memilih metode klasifikasi yang akan digunakan CNN dan SVM, serta melihat hasil klasifikasi secara langsung. Proses klasifikasi dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

- Pengguna mengunggah citra buah jeruk gerga yang ingin diklasifikasikan.
- Sistem melakukan *preprocessing* data
- Model CNN dan SVM dijalankan untuk memprediksi tingkat kematangan buah jeruk gerga berdasarkan citra yang di unggah.
- Hasil klasifikasi ditampilkan dalam GUI, beserta probabilitas prediksi untuk masing-masing kelas.

4.4. Tampilan Analisis Vitamin C

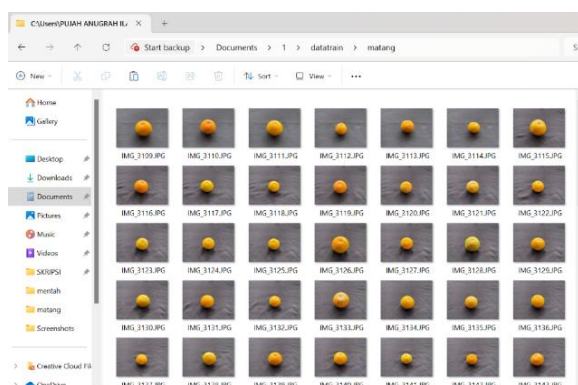
Pada tampilan analisis kadar vitamin C ini akan menampilkan hasil citra yang telah dipilih sebelumnya dan akan menampilkan nilai Rata-rata Hue nya, adapun hasilnya dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



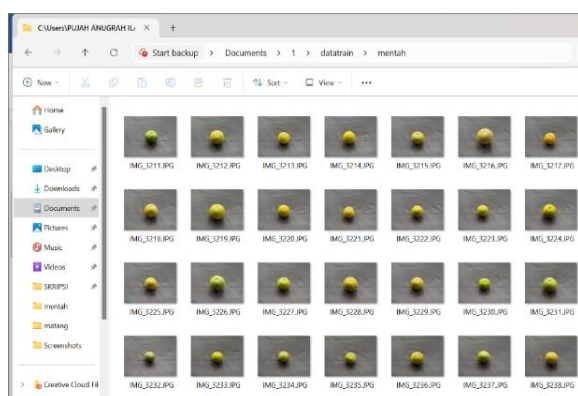
Gambar 5. Tampilan Analisis kadar Vitamin C

4.5. Data Latih

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja algoritma dalam mengklasifikasi kematangan buah jeruk gerga menggunakan metode CNN dan SVM berdasarkan citra digital. Data latih yang di pakai ada 2 kelas yaitu data latih untuk jeruk matang dan data latih untuk jeruk mentah. Proses pengujian melibatkan penggunaan data latih untuk melatih model CNN dan SVM.



Gambar 6. Data Latih Matang



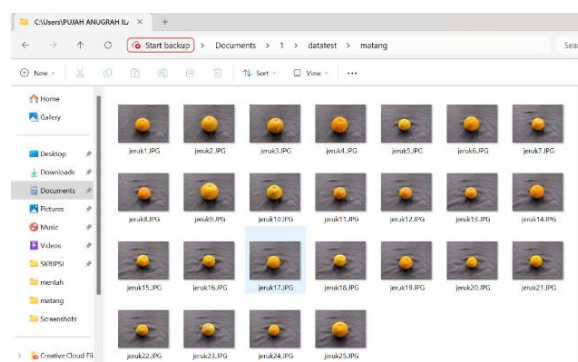
Gambar 7. Data Latih Mentah

4.6. Data Uji

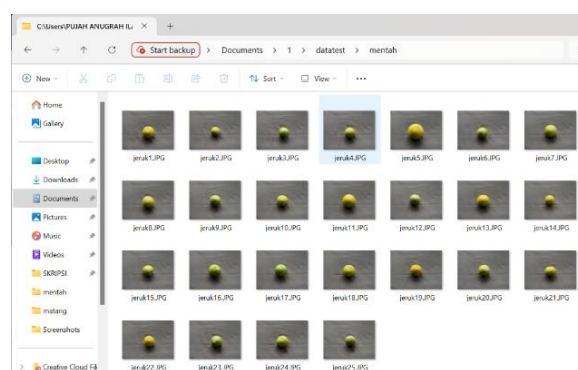
Dalam penelitian ini, data uji terdiri dari dua kelas, yaitu matang dan mentah. Kelas matang mencakup citra buah Jeruk Gerga yang telah mencapai

tingkat kematangan optimal, ditandai dengan perubahan warna kulit menjadi jingga. Sementara itu, kelas mentah mencakup citra buah yang masih dalam tahap perkembangan dengan warna kulit dominan hijau.

Setiap citra dalam data uji akan diproses menggunakan metode CNN dan SVM untuk menentukan tingkat kematangannya. Hasil klasifikasi dari masing-masing metode kemudian dievaluasi menggunakan metrik akurasi, *presisi*, *recall*, dan *F1-score* untuk mengetahui sejauh mana kemampuan model dalam membedakan antara buah yang matang dan mentah.



Gambar 8. Data Uji Matang



Gambar 9. Data Uji Mentah

4.7. Proses Klasifikasi Kematangan Model CNN Dan SVM

Proses klasifikasi kematangan buah jeruk gerga menggunakan model CNN dan SVM ditampilkan dalam Tabel 4.1, yang menunjukkan hasil klasifikasi berdasarkan data uji. Tabel ini membandingkan performa kedua metode dalam mengidentifikasi buah jeruk matang dan jeruk mentah.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi Model CNN dan SVM

No	Nama Citra	Matang		Mentah	
		CNN	SVM	CNN	SVM
1	Jeruk1.JPG	✓	✓		
2	Jeruk2.JPG	✓	✓		
3	Jeruk3.JPG	✓	✓		
4	Jeruk4.JPG	✓	✓		
5	Jeruk5.JPG	✓	✓		
6	Jeruk6.JPG	✓	✓		
7	Jeruk7.JPG	✓	✓		

No	Nama Citra	Matang		Mentah	
		CNN	SVM	CNN	SVM
8	Jeruk8.JPG	✓	✓		
9	Jeruk9.JPG	✓	✓		
10	Jeruk10.JPG	✓	✓		
11	Jeruk11.JPG	✓	✓		
12	Jeruk12.JPG	✓	✓		
13	Jeruk13.JPG	✓	✓		
14	Jeruk14.JPG	✓	✓		
15	Jeruk15.JPG	✓	✓		
16	Jeruk16.JPG	✓	✓		
17	Jeruk17.JPG	✓	✓		
18	Jeruk18.JPG	✓	✓		
19	Jeruk19.JPG	✓	✓		
20	Jeruk20.JPG	✓	✓		
21	Jeruk21.JPG	✓	✓		
22	Jeruk22.JPG	✓	✓		
23	Jeruk23.JPG	✓	✓		
24	Jeruk24.JPG	✓	✓		
25	Jeruk25.JPG	✓	✓		
26	Jeruk1.JPG			✓	✓
27	Jeruk2.JPG			✓	✓
28	Jeruk3.JPG			✓	✓
29	Jeruk4.JPG			✓	✓
30	Jeruk5.JPG	✓	✓		
31	Jeruk6.JPG			✓	✓
32	Jeruk7.JPG			✓	✓
33	Jeruk8.JPG			✓	✓
34	Jeruk9.JPG			✓	✓
35	Jeruk10.JPG			✓	✓
36	Jeruk11.JPG			✓	✓
37	Jeruk12.JPG		✓	✓	
38	Jeruk13.JPG			✓	✓
39	Jeruk14.JPG		✓	✓	
40	Jeruk15.JPG			✓	✓
41	Jeruk16.JPG			✓	✓
42	Jeruk17.JPG			✓	✓
43	Jeruk18.JPG			✓	✓
44	Jeruk19.JPG			✓	✓
45	Jeruk20.JPG			✓	✓
46	Jeruk21.JPG			✓	✓
47	Jeruk22.JPG			✓	✓
48	Jeruk23.JPG			✓	✓
49	Jeruk24.JPG			✓	✓
50	Jeruk25.JPG			✓	✓

Confusion matrix adalah metode evaluasi kuantitatif yang digunakan untuk mengukur performa model CNN dan SVM untuk mengklasifikasi kematangan buah jeruk gerga terhadap data yang sudah diketahui kebenarannya (*ground truth*). Matrix ini akan menunjukkan jumlah *True Positive (TP)*, *Flase Positive (FP)*, *True Negative (TN)*, dan *False Negative (FN)* dari hasil klasifikasi.

Tabel 3. Hasil Klasifikasi Sistem

No	Kelas Keseluruhan	CNN				SVM			
		TP	FP	TN	FN	TP	FP	TN	FN
1.	Matang	25	-	-	-	25	-	-	-
2.	Mentah	24	1	-	-	22	3	-	-
3.	Total	49	1	-	-	47	3	-	-

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{49}{49+1} = 0.98 \times 100\% = 98\% \text{ (CNN)}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{47}{47+1} = 0.94 \times 100\% = 94\% \text{ (SVM)}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{49}{49+0} = 1 \times 100\% = 1\% \text{ (CNN)}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{47}{47+0} = 1 \times 100\% = 1\% \text{ (SVM)}$$

$$Accuracy = \frac{\text{Jumlah Piksel Benar}}{\text{Jumlah Total Data}} = \frac{49}{50} = 0.98 \times 100\% = 98\% \text{ (CNN)}$$

$$Accuracy = \frac{\text{Jumlah Piksel Benar}}{\text{Jumlah Total Data}} = \frac{47}{50} = 0.94 \times 100\% = 94\% \text{ (SVM)}$$

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} =$$

$$2 \times \frac{0.98 \times 1.0}{0.98 + 1.0} = 2 \times \frac{0.98}{1.98} = 0.98 \times 100\% = 98\% \text{ (CNN)}$$

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} = 2 \times \frac{0.94 \times 1.0}{0.94 + 1.0} = 2 \times \frac{0.94}{1.94} = 0.96 \times 100\% = 96\% \text{ (SVM)}$$

CNN dengan nilai F1-Score sebesar 98% menunjukkan keseimbangan antara *presisi* dan *recall* yang sangat baik. Model CNN tidak hanya akurat tetapi juga dapat mendeteksi buah matang dengan sensitivitas tinggi. SVM dengan nilai F1-Score sebesar 96% menunjukkan bahwa meskipun memiliki kinerja yang sedikit lebih rendah dibandingkan CNN, metode ini tetap mampu mengklasifikasikan kematangan buah dengan baik.

Secara keseluruhan, metode CNN memiliki performa yang lebih baik dibandingkan SVM dalam klasifikasi kematangan buah Jeruk Gerga berdasarkan citra digital. CNN unggul dalam *akurasi*, *presisi*, *recall* dan *F1-score*, yang berarti model ini lebih efektif dalam mengenali pola warna dan tekstur buah. Namun, metode SVM juga memberikan hasil yang cukup baik dan dapat menjadi alternatif dengan optimasi lebih lanjut, misalnya dengan pemilihan fitur yang lebih relevan atau tuning parameter model.

a. Analisis Kadar Vitamin C

Vitamin C (asam askorbat) merupakan salah satu vitamin yang larut dalam air dan berperan penting sebagai antioksidan dalam tubuh. Kandungan vitamin C dalam buah jeruk bervariasi tergantung pada jenis, tingkat kematangan, dan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya.

b. Hubungan Kadar Vitamin C dengan Nilai Hue

Nilai Hue rata-rata dari citra jeruk digunakan sebagai salah satu indikator untuk memperkirakan kadar vitamin C. Berdasarkan data yang di analisis, terdapat pola yang menunjukkan bahwa nilai Hue yang lebih rendah cenderung memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi. Sebaliknya, jeruk dengan nilai Hue yang

lebih tinggi memiliki kadar vitamin C yang lebih rendah.

Tabel 4. Kategori Kadar Vitamin C dan Rentan Nilai Hue

Kategori Kadar Vitamin C	Rentan Hue Rata-rata	Warna Representatif
Rendah	>120	 Hijau
Sedang	30-120	 Kuning
Tinggi	<30	 Oranye

Tabel 5. Analisis kadar Vitamin C

Input Citra	Kadar Vitamin C	Hue Rata-rata
Jeruk1	Rendah	134.19
Jeruk2	Rendah	136.23
Jeruk3	Rendah	132.07
Jeruk4	Rendah	136.35
Jeruk5	Rendah	137.62
Jeruk6	Rendah	125.92
Jeruk7	Rendah	133.31
Jeruk8	Tinggi	26.64
Jeruk9	Sedang	31.47
Jeruk10	Tinggi	28.81
Jeruk11	Sedang	31.74
Jeruk12	Tinggi	26.63
Jeruk13	Tinggi	29.66
Jeruk14	Sedang	33.09
Jeruk15	Tinggi	28.28
Jeruk16	Sedang	33.28
Jeruk17	Sedang	31.53
Jeruk18	Tinggi	27.85
Jeruk19	Tinggi	28.71
Jeruk20	Tinggi	27.94
Jeruk21	Tinggi	26.79

Perlu dicatat bahwa kadar vitamin C pada buah jeruk dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk varietas, kondisi pertumbuhan, dan tingkat kematangan. Sebagai contoh, penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal *Gema Agro* menyatakan bahwa tingkat kematangan tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar vitamin C selama penyimpanan, namun penurunan kadar vitamin C terjadi seiring lamanya penyimpanan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN lebih akurat (98%) dibandingkan SVM (94%) dalam mengklasifikasikan kematangan Jeruk Gerga, karena mampu mengekstraksi fitur kompleks secara otomatis. CNN lebih efektif untuk dataset besar, tetapi memerlukan waktu pelatihan lebih lama dan rentan terhadap overfitting, sedangkan SVM lebih efisien untuk dataset kecil namun kurang mampu mengenali pola kompleks. Selain itu, kandungan vitamin C dalam Jeruk Gerga menurun seiring dengan kematangan, dengan nilai Hue sebagai indikator. Jeruk dengan Hue rendah (<30) memiliki kadar vitamin C tinggi, sedangkan Hue tinggi (>120) memiliki kadar vitamin C rendah. Pendekatan ini dapat digunakan sebagai

metode non-destruktif, meskipun analisis kimia seperti titrasi iodometri atau spektrofotometri UV-Vis lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Elnaz and A. Johar, "IMPLEMENTASI ALGORITMA A*(STAR) PADA SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JERUK (Studi Kasus : Tanaman Jeruk Rimau Gerga Lebong)," 2015.
- [2] M. S. M. Alfatni, S. Khairunniza-Bejo, M. H. B. Marhaban, O. M. B. Saaed, A. Mustapha, and A. R. M. Shariff, "Towards a Real-Time Oil Palm Fruit Maturity System Using Supervised Classifiers Based on Feature Analysis," *Agriculture (Switzerland)*, vol. 12, no. 9, Sep. 2022, doi: 10.3390/agriculture12091461.
- [3] Y. Gulzar, "Fruit Image Classification Model Based on MobileNetV2 with Deep Transfer Learning Technique," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 3, Feb. 2023, doi: 10.3390/su15031906.
- [4] Y. , W. H. , & L. J. Zhang, "Support vector machine for fruit maturity classification based on color and texture analysis," 2019.
- [5] A. Wijaya, B. Rachmadani, R. Toyib, Y. Apriadiansyah, and P. Fruit, "Analisis Pengenalan Pola Pada Citra Digital Untuk Prediksi Berat Buah Sawit," vol. 4, no. 3, pp. 713–724, 2024.
- [6] A. A. Kurniawan and M. Mustikasari, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Metode CNN dan LSTM untuk Menentukan Berita Palsu dalam Bahasa Indonesia," vol. 5, no. 4, pp. 2622–4615, 2020, doi: 10.32493/informatika.v5i4.7760.
- [7] S. U. and D. S. L. M. R. Rere, "Studi Pengenalan Ekspresi Wajah Berbasis Convolution Neural Network," 19AD.
- [8] N. P. Q. F. Putu Agus Aryawan, "181+Agus+Aryawan+Universitas+Primakara (2)," 2023.
- [9] H. Fonda, "Klasifikasi Batik Riau Dengan Menggunakan Convolutional Neural Networks (Cnn)," 2020.
- [10] B. I. and C. S. R. J. Gunawan, "Pengenalan Ekspresi Wajah Berbasis Convolutional Neural Network Dengan Model Arsitektur VGG16," vol. 8, 2021.
- [11] Y. Amrozi, D. Yulianti, A. Susilo, N. Novianto, and R. Ramadhan, "Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 11, no. 3, pp. 394–399, Dec. 2022, doi: 10.32736/sisfokom.v11i3.1502.
- [12] N. Anggreani *et al.*, "ANALISIS KADAR GLUKOSA JERUK LOKAL PROVINSI BENGKULU MENGGUNAKAN METODE LUFF SCHOORL," vol. 2, no. 4, 2021