

Klasifikasi Akurasi Kematangan Buah Apel Anna Berdasarkan Analisis Warna Model Nasnet Pada Convolutional Neural Network (CNN)

Ayu Lestari^{1*}, Reski Amelia², Nisatul Husni³, Amelia Andriani⁴, Satria Riki Mustafa⁵, Akhmad Zulkifli⁶

¹²³⁴⁵ Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pasir Pengaraian

⁶ Universitas Hang Tuah Pekanbaru

E-mail : ayu38252@gmail.com¹, reskiameliaaaa398@gmail.com², nisatulhusni@gmail.com³, ameliामीbaru@gmail.com⁴, satriarikimustafa@gmail.com⁵, zulkifli.akhmad@gmail.com⁶

Abstrak: Apel (*Malus Domestica*) merupakan salah satu jenis buah yang unggul dan sangat diminati masyarakat karena rasanya yang bervariasi. Buah apel memiliki banyak nutrisi dan berbagai macam vitamin diantaranya lemak baik, karbohidrat, protein, vitamin dan masih banyak lagi. Apel anna merupakan salah satu varietas apel yang dikembangkan di Kota Batu, Malang dan berkembang di beberapa wilayah yang memiliki agroklimat yang sesuai untuk pertumbuhan apel. Penelitian ini menggunakan citra gambar buah apel anna sebagai dataset. Berbagai cara dapat dilakukan untuk membedakan kematangan apel anna, salah satunya melalui analisis citra warna. Namun, secara kasat mata, kematangan apel anna sering kali sulit dibedakan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan klasifikasi kematangan apel anna berdasarkan analisis warna menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Dengan menggunakan google colab dan bahasa pemrograman python dan dataset dari kaggle.com sebanyak 139 dataset, data training 46%, data validasi 54%. Metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dipilih karena kemampuannya dalam mengenali pola visual dengan akurasi tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model *Convolutional Neural Network (CNN)* mampu mengklasifikasikan kematangan apel anna dengan akurasi rata-rata mencapai 95%. Penelitian ini membuktikan bahwa metode *Convolutional Neural Network (CNN)* efektif untuk mengidentifikasi fitur visual yang relevan untuk menentukan tingkat kematangan buah apel anna).

Kata Kunci: Klasifikasi Akurasi Kematangan, Buah Apel (*Malus Domestica*), *Convolutional Neural Network (CNN)*, Nasnet Model

Abstract: Apple (*Malus Domestica*) is a superior type of fruit and is very popular with the public because of its varied taste. Apples have lots of nutrients and various kinds of vitamins including good fats, carbohydrates, proteins, vitamins and many more. Anna apples are one of the apple varieties developed in Batu City, Malang and grown in several areas that have agro-climate suitable for apple growth. This research uses images of Anna apples as a dataset. Various methods can be used to differentiate the ripeness of Anna apples, one of which is through color image analysis. However, from the naked eye, the ripeness of Anna apples is often difficult to distinguish. The aim of this research is to classify the ripeness of Anna apples based on color analysis using the *Convolutional Neural Network (CNN)* method. Using Google Colab and the Python programming language and datasets from Kaggle.com, there are 139 datasets, 46% training data, 54% validation data. The *Convolutional Neural Network (CNN)* method was chosen because of its ability to recognize visual patterns with high accuracy. Test results show that the *Convolutional Neural Network (CNN)* model is able to classify the ripeness of Anna apples with an average accuracy of 95%. This research proves that the *Convolutional Neural Network (CNN)* method CNN is effective for identifying visual features that are relevant to determining the ripeness level of Anna apples).

Keywords: Ripeness Classification, Apples (*Malus Domestica*), Apple Varieties, *Convolutional Neural Network (CNN)*

1. PENDAHULUAN

Apel (*Malus Domestica*) adalah salah satu jenis buah yang unggul dan sangat digemari karena rasanya yang bervariasi [1]. Apel Malang adalah salah satu komoditas pangan lokal yang cukup terkenal [2]. Varietas apel yang ada di Indonesia khususnya wilayah Malang adalah Manalagi, Anna, dan Rome Beauty [3]. Buah apel sendiri memiliki banyak nutrisi dan berbagai macam vitamin diantaranya lemak baik serta karbohidrat, protein, vitamin C, vitamin A, vitamin B1, Vitamin B2 dan masih banyak lagi [4]. Komponen penting pada buah apel adalah pektin, yaitu sekitar 24% [5]. Tingkat kematangan buah apel merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas dan rasa buah apel [6]. Tingkat kematangan buah apel dapat ditentukan berdasarkan warna dan tekstur kulitnya. Buah apel yang masih mentah biasanya memiliki warna hijau atau kuning dan tekstur kulit yang keras. Buah apel yang sudah matang biasanya memiliki warna merah atau oranye dan tekstur kulit yang

lembut [7]. Klasifikasi kematangan buah apel merupakan langkah kritis dalam rantai pasok industri pertanian, karena tingkat kematangan yang tepat menentukan kualitas dan cita rasaproduk yang diterima oleh konsumen [8]. Pada kasus ini, buah apel menjadi salah satu komoditas yang sering mengalami peristiwa tersebut [2]. Proses ini tidak hanya penting untuk memenuhi standar kualitas tetapi juga untuk mengurangi kerugian pasca panen dan memastikan buah mencapai pasar dalam kondisi terbaik [9]. Saat ini, klasifikasi kematangan buah apel umumnya dilakukan secara manual melalui inspeksi visual oleh pekerja yang terlatih. Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti ketidakakuratan, inkonsistensi, dan ketergantungan pada keterampilan individu, yang dapat bervariasi dari satu pekerja ke pekerja lainnya [8].

Dengan menggunakan dataset gambar apel anna yang telah dipersiapkan, data latih model *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengklasifikasi setiap gambar [10][11]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi kematangan buah apel anna menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) [12]. Dataset gambar apel anna dikumpulkan dari berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang untuk meningkatkan keakuratan dan generalisasi model. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan model klasifikasi yang mampu mengidentifikasi kematangan buah apel anna secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi [13].

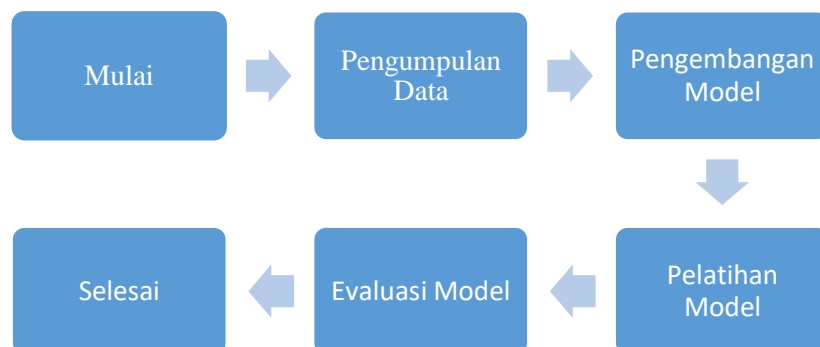
Penerapan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam klasifikasi kematangan apel anna memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi proses sorting dan grading di sektor pertanian, mengurangi kesalahan manusia, dan memastikan kualitas produk yang lebih baik [14]. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada evaluasi waktu pemrosesan untuk memastikan model dapat bekerja dalam waktu nyata. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi dalam bidang teknologi pengenalan pola, tetapi juga memberikan solusi praktis bagi industri pertanian dalam pengelolaan komoditas apel anna [15]. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan google colab, sebuah lingkungan *cloud computing* yang menyediakan sumber daya komputasi intensif seperti Deep Learning [16]. Penggunaan google colab memungkinkan kami untuk melakukan pelatihan model *Convolutional Neural Network* (CNN) secara efisien tanpa harus terbatas oleh sumber daya perangkat keras lokal. Selain itu, google colab menyediakan akses yang mudah terhadap berbagai *library* dan *framework* Deep Learning yang dibutuhkan dalam penelitian ini [17].

Sumber data gambar buah apel anna yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari *Kaggle* (www.kaggle.com), sebuah platform online yang menyediakan akses terhadap berbagai dataset untuk keperluan penelitian dan pengembangan model *machine learning* [18]. Dataset yang digunakan merupakan kumpulan gambar buah apel anna yang telah dikelompokkan ke dalam dua jenis, yaitu mentah dan matang. Dataset ini telah melalui proses anotasi dan validasi untuk memastikan akurasi label kematangan [13].

Dalam penelitian sebelumnya yang terkait penggunaan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengklasifikasi varietas buah jeruk manis berdasarkan analisis warna [11]. Teknologi pengenalan pola berbasis kecerdasan buatan, seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) [19]. Klasifikasi kesegaran buah apel menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) [20]. Klasifikasi citra buah menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) [21]. Metode ini telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi pengenalan citra, termasuk klasifikasi objek, deteksi objek, dan segmentasi gambar. Dalam konteks klasifikasi apel anna, *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat digunakan untuk mengenali dan membedakan warna serta fitur-fitur visual lainnya yang membedakan kematangan yang berbeda [22].

2. METODE

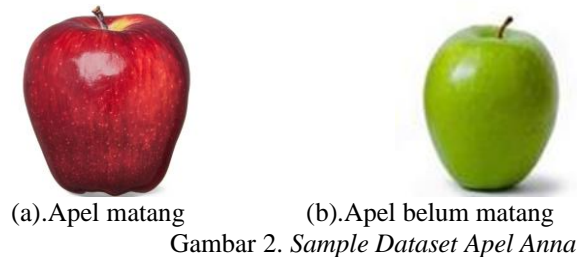
Penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi kematangan buah apel anna berdasarkan warna. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pengembangan model *Convolutional Neural Network* (CNN), pelatihan model serta evaluasi kinerja model [23]. Metode Penelitian.



Gambar 1. Alur Pembuatan Sistem Klasifikasi CNN

1. Pengumpulan Data

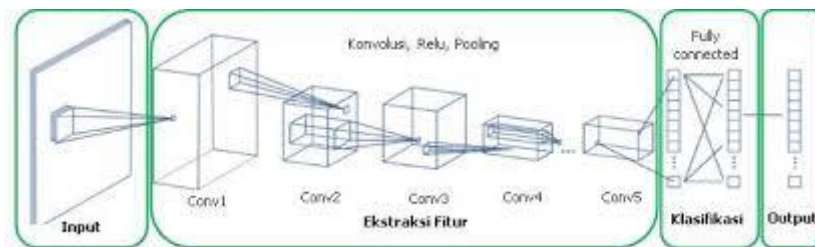
Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari platform Kaggle (www.kaggle.com/datasets/) dengan berbagai tahap kematangan. Dataset terdiri dari gambar dua jenis apel anna: mentah dan matang. Masing-masing jenis apel anna difoto dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang untuk memastikan variasi yang memadai. Total gambar yang dikumpulkan adalah 139, dengan 64 gambar jenis mentah dan 75 gambar jenis matang.



2. Pengembangan Model *Convolutional Neural Network* (CNN)

Model *CNN* yang digunakan dalam penelitian ini dirancang dengan beberapa lapisan konvolusi, pooling, dan fully connected. Berikut adalah arsitektur model yang diusulkan dibangun:

- **Input Layer:** Menerima gambar dengan ukuran 128x128x3 (RGB).
- **Convolutional Layers:** Beberapa Lapisan konvolusi dengan filter berukuran 3x3 dan 5x5, diikuti dengan fungsi aktivasi *ReLU* untuk menangkap fitur-fitur penting dari gambar.
- **Pooling Layers:** Lapisan pooling (*max pooling*) untuk mengurangi dimensi fitur dan mengontrol *overfitting*.
- **Fully Connected Layers:** Lapisan *fully connected* yang menghubungkan fitur yang dieksekusi ke lapisan *output*.
- **Output Layer:** Lapisan output dengan fungsi aktivasi *softmax* yang menghasilkan probabilitas untuk setiap kelas (mentah, matang).



Gambar 3. Arsitektur *Convolutional Neural Network*

Gambar di atas mengilustrasikan arsitektur *Convolutional Neural Network* (*CNN*) yang digunakan untuk klasifikasi kematangan buah apel anna berdasarkan analisis warna. *CNN* ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu ekstraksi fitur dan klasifikasi [13].

3. Pelatihan Model

Pelatihan model *CNN* dilatih menggunakan dataset yang telah dipra-pemrosesan. Proses pelatihan melibatkan beberapa langkah:

- **Split Dataset:** Membagi dataset menjadi data pelatihan (80%) dan data uji (20%).
- **Optimization:** Menggunakan *optimizer* dengan learning rate yang telah ditentukan.
- **Loss Function:** Menggunakan *categorical cross-entropy* sebagai fungsi loss untuk mengukur kesalahan prediksi.
- **Batch Size dan Epochs:** Menentukan *batch size* dan jumlah *epoch* yang optimal untuk pelatihan model.

4. Evaluasi Model

Setelah model dilatih, dilakukan evaluasi terhadap performa model menggunakan data uji. Metode evaluasi yang digunakan meliputi:

- **Akurasi:** Menghitung persentase prediksi yang benar dari total prediksi.
- **Confusion Matrix:** Menganalisis hasil prediksi untuk melihat distribusi klasifikasi yang benar dan salah. Untuk menghitung matrix akurasi biasanya menggunakan rumus :

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Jumlah Total Prediksi}}$$

Atau

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Benar Kelas 1} + \text{Jumlah Benar Kelas 2} + \text{Jumlah Benar Kelas 3}}{\text{Total Prediksi}}$$

Data apel anna 139 data uji dengan distribusi prediksi sebagai berikut:

- 64 data apel anna belum matang
- 75 data apel anna matang

Total jumlah data uji adalah 139

Maka, kita dapat menghitung akurasinya ebagai berikut :

Dalam persen, akurasi ini akan menjadi $0,9286 \times 100 \% = 92 \%$

Jadi akurasi dari model terhadap data tes dua kematangan apel anna adalah sekitar 92 %.






Hasil evaluasi digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan model serta untuk melakukan perbaikan lebih lanjut. Model yang telah dioptimalkan kemudian diuji kembali untuk memastikan *performa* yang konsisten dan dapat diandalkan.






3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dataset dengan jumlah 71 apel matang untuk data training dan 4 untuk testing, 60 apel mentah untuk training dan 4 untuk testing. Sehingga total dataset gambar yang digunakan berjumlah 139 gambar. Dari dataset tersebut kemudian diproses untuk menjadi data latih dan data uji untuk membedakan antara apel yang matang dan yang belum matang. Import library yang di perlukan setelah itu ulangi folder untuk membuat kerangka data dari label jalur file formulir.

```
filepaths labels
0 /content/apel/Dataset/Matang/Apel (161).jpg Matang
1 /content/apel/Dataset/Matang/Apel (10).jpg Matang
2 /content/apel/Dataset/Matang/Apel (9).jpg Matang
3 /content/apel/Dataset/Matang/Apel (454).jpg Matang
4 /content/apel/Dataset/Matang/Apel (256).jpg Matang
labels
Matang 75
Belum Matang 64
Name: count, dtype: int64
```

Tabel 1 Hasil klasifikasi buah apel anna

NO	CITRA JERUK APEL ANNA	KELAS	SKOR	NILAI
1		Matang	80.1257%	Benar
2		Matang	85.8437%	Benar
3		Matang	67.3578%	Benar
4		Matang	57.6789%	Benar
5		Matang	90.8769%	Benar

6		Belum Matang	71.3245%	Benar
7		Belum Matang	67.8746%	Benar
8		Belum Matang	81.7845%	Benar
9		Belum Matang	85.4178%	Benar
10		Belum Matang	88.8219%	Benar

Bagi df menjadi train_df, test_df dan vali_df. Lalu buat kereta uji generator yang valid dan buat fungsi untuk menampilkan beberapa contoh gambar



Gambar 4. Tampilan contoh gambar

Model: "NASNet"

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_1 (InputLayer)	[(None, 128, 128, 3)]	0
stem_conv1 (Conv2D)	(None, 63, 63, 32)	864
stem_bn1 (BatchNormalizati on)	(None, 63, 63, 32)	128
activation (Activation)	(None, 63, 63, 32)	0
reduction_conv_1_stem_1 (Conv2D)	(None, 63, 63, 11)	352
reduction_bn_1_stem_1 (BatchNormalization)	(None, 63, 63, 11)	44
activation_1 (Activation)	(None, 63, 63, 11)	0

Kemudian klasifikasikan kematangan buah apel menggunakan metode *CNN*. Model penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah model "*Sequential*", yang merupakan salah satu jenis *neural network* yang paling banyak digunakan karena memiliki susunan lapisan yang berurutan dan cocok untuk klasifikasi gambar. Adapun model yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat dibawah ini:

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
NASNet (Functional)	(None, 4, 4, 1056)	4269716

conv2d (Conv2D)	(None, 4, 4, 32)	304160
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 2, 2, 32)	0
dropout (Dropout)	(None, 2, 2, 32)	0
flatten (Flatten)	(None, 128)	0
dense (Dense)	(None, 2)	258

```

=====
Total params: 4574134 (17.45 MB)
Trainable params: 304418 (1.16 MB)
Non-trainable params: 4269716 (16.29 MB)
    
```

Gambar 5. Model CNN

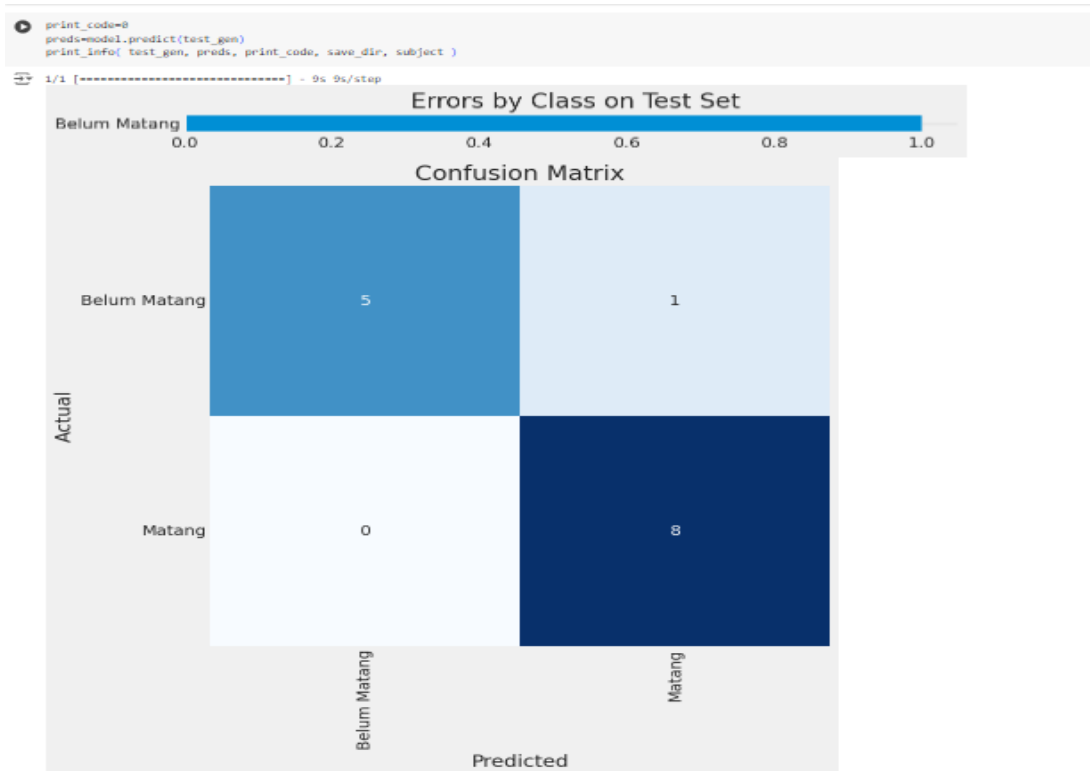
Untuk mengevaluasi kinerja model selama proses pelatihan, kita dapat melihat grafik akurasi pelatihan dan validasi serta grafik loss pelatihan dan validasi yang ditampilkan.



Gambar 6. (a) Grafik Training and Validation Accuracy dan Grafik Training and Validation Loss

Pada grafik training and validation accuracy menunjukkan bahwa kurva training dan validation accuracy terus meningkat dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Selain itu, pada grafik training and validation loss, tampak bahwa kedua kurva mengalami penurunan yang stabil. Ini mengindikasikan bahwa model yang dilatih semakin baik dalam melakukan klasifikasi dan tidak menunjukkan tanda-tanda overfitting.

Selanjutnya, dilakukan pengujian model menggunakan data testing untuk mengevaluasi kinerja model yang telah dilatih pada data training serta menilai performa model klasifikasi pada dataset yang digunakan. Hasil pengujian model dengan data testing dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 7. Hasil klasifikasi

Pada gambar diatas dapat disimpulkan bahwa model *Convolutional Neural Network* (CNN) mampu mengklasifikasi kematangan buah apel anna dengan benar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan judul klasifikasi kematangan buah apel anna menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat ditarik kesimpulan bahwa yang diuji sebanyak 13 buah apel yang terdiri dari 8 buah apel yang matang dan 5 yang belum matang yang menghasilkan tingkat kematangan buah apel sebesar 92% dari total akurasi. Tingkat kematangan sebuah apel dapat diukur dengan menggunakan sebuah metode perhitungan berdasarkan warna yang dimiliki apel tersebut, dengan hasil lebih akurat. Sehingga memudahkan seseorang dalam mencari buah apel dengan tingkat kematangan yang cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Wijaya and A. Ridwan, "Klasifikasi Jenis Buah Apel Dengan," *Sisfokom*, vol. 08, no. 1, pp. 74–78, 2019.
- [2] E. K. Demasta, A. N. Al-Baarri, and A. M. Legowo, "Studi Perubahan Warna pada Buah Apel (*Malus domestica* Borkh.) dengan Perlakuan Asam Hipoiodous (HIO)," *J. Teknol. Pangan*, vol. 4, no. 2, pp. 145–148, 2020.
- [3] Estri Pamungkasih, Rahmadina Fitriani Ristanti, Kinta Ramayanti, and Ifitita Yustitia Arini, "Strategi Pengembangan Komoditas Buah Apel di Kabupaten Malang," *Pros. Semin. Nas. Pembang. dan Pendidik. Vokasi Pertan.*, vol. 4, no. 1, pp. 105–113, 2023, doi: 10.47687/snppvp.v4i1.635.
- [4] F. Indra Pratama, A. P. Wijaya, H. Pratiwi, and A. Budianita, "Klasifikasi Kematangan Buah Apel Berdasarkan Warna Dan Tekstur Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor," *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 5, no. 1, pp. 11–18, 2023, doi: 10.46772/intech.v5i1.1119.
- [5] R. A. Permana, Rohadi, and I. Fitriana, "Pengaruh Lama Blanching Terhadap Sifat Fisik Kimia Dan Sensori Kripik Apel Manalagi," *J. Teknol. Pangan dan Has. Pertan.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [6] C. Suryanti and M. G. Rohman, "Klasifikasi Kualitas Buah Apel Berdasarkan Warna dan Bentuk Menggunakan Metode KNN," *Gener. J.*, vol. 8, no. 1, pp. 34–41, 2024, doi: 10.29407/gj.v8i1.21052.
- [7] I. K. B. D. D. Putra and I. K. G. Suhartana, "Klasifikasi Kematangan Buah Apel dengan Ekstraksi Fitur Haralick dan KNN," *J. Nas. Teknol. Inf. dan Apl.*, vol. 1, no. 4, pp. 1085–1092, 2023.
- [8] R. Namruddin, Mirfan, and Irfandi, "Klasifikasi Kesegaran Buah Apel Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Android," *Pros. SISFOTEK*, pp. 295–302, 2023.
- [9] P. Penggunaan, -metilsiklopropena Terhadap Kualitas Buah Klimaterik Pasca Panen Indri Ayuni Nur

- Fauziah, and H. Sholihin, "Chemica Isola ARTIKEL REVIEW," *Chem. Isola*, vol. 1, no. 2, pp. 49–57, 2021.
- [10] B. Yanto, E. Rouza, L. Fimawahib, B. H. Hayadi, and R. R. Pratama, "Penerapan Algoritma Deep Learning Convolutional Neural Network Dalam Menentukan Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Citra Red Green Blue (RGB)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.25126/jtiik.20231015695.
- [11] B. Yanto, L. Fimawahib, A. Supriyanto, B. H. Hayadi, and R. R. Pratama, "Klasifikasi Tekstur Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Tingkat Kecerahan Warna dengan Metode Deep Learning Convolutional Neural Network," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: 10.35314/isi.v6i2.2104.
- [12] B. Citra, R. E. D. Green, and B. Rgb, "PENERAPAN ALGORITMA DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DALAM MENENTUKAN KEMATANGAN BUAH JERUK MANIS APPLICATION OF THE DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK ALGORITHM IN DETERMINING THE MURABILITY OF SWEET ORANGE FRUIT BASED ON IMAGES RED GRE," vol. 10, no. 1, pp. 59–66, 2023, doi: 10.25126/jtiik.2023105695.
- [13] S. N. Nugraha, R. Pebrianto, and E. Fitri, "Penerapan Deep Learning Pada Klasifikasi Tanaman Paprika Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode CNN," *Inf. Syst. Educ. Prof. J. Inf. Syst.*, vol. 8, no. 2, 2023, doi: 10.51211/isbi.v8i2.2671.
- [14] B. Yanto, B. -, J. -, and B. H. Hayadi, "Identifikasi Pola Aksara Arab Melayu Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Convolutional Neural Network (Cnn)," *JSAI (Journal Sci. Appl. Informatics)*, vol. 3, no. 3, pp. 106–114, 2020, doi: 10.36085/jsai.v3i3.1151.
- [15] B. Swapna, R. Venkatesan, F. Taskeen, K. Indrapriya, D. Manjula, and D. S. Muthukumar, "Scalable Deep Learning for Categorization of Satellite Images," 2023. doi: 10.1109/I-SMAC58438.2023.10290437.
- [16] B. Yanto, Maria Angela Kartawidjaja, Ronald Sukwadi, and Marsellinus Bachtiar, "Implementation of Hue Saturation Intensity (Hsi) Color Space Transformation Algorithm With Red, Green, Blue (Rgb) Color Brightness in Assessing Tomato Fruit Maturity," *RJOCS (Riau J. Comput. Sci.)*, vol. 9, no. 2, pp. 167–178, 2023, doi: 10.30606/rjocs.v9i2.2428.
- [17] R. Soekarta, N. Nurdjan, and A. Syah, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Tomat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Insect (Informatics Secur. J. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 2, 2023, doi: 10.33506/insect.v8i2.2356.
- [18] Rudiansyah, D. Setiawan, and Shucy Ramawati Fadila, "Identifikasi Faktor Risiko Stunting pada Anak-anak dengan Metode K means Clustering menggunakan Dataset Kaggle," *JEKIN - J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.58794/jekin.v3i1.443.
- [19] F. Mahamud *et al.*, "Bell Pepper Leaf Disease Classification Using Convolutional Neural Network," in *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2023, vol. 569 LNNS. doi: 10.1007/978-3-031-19958-5_8.
- [20] A. K. Kurniawan, Andi Sunyoto, and Alva Hendi Muhammad, "Detection of Palm Fruit Maturity Using Convolutional Neural Network Method," *JAIA - J. Artif. Intell. Appl.*, vol. 2, no. 2, 2023, doi: 10.33372/jaia.v2i2.859.
- [21] F. F. Maulana and N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 1, no. 02, pp. 104–108, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v1n02.p104-108.
- [22] I. G. Perwati, N. Suarna, and T. Suprpti, "Analisis Klasifikasi Gambar Bunga Lily Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn) Dalam Pengolahan Citra," vol. 8, no. 3, pp. 2908–2915, 2024.
- [23] C. Nisa and F. Candra, "Klasifikasi Jenis Rempah-Rempah Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 78–84, 2023, doi: 10.57152/malcom.v4i1.1018.