



Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Convolutional Neural Network dengan Metode Deep Learning

Muhammad Ridwan Hidayatulloh
Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Email: productionridwan54@gmail.com

Article Info

Article history:

Received May 25, 2024
Revised May 29, 2024
Accepted June 02, 2024

Keywords:

*convolutional neural network;
deep learning; papaya fruit;
Maturity level*

ABSTRACT

This study developed a detection model for the maturity level of papaya fruit using a Convolutional Neural Network (CNN) with a deep learning approach. This model is designed to identify three levels of papaya fruit ripeness, namely raw, half-ripe, and ripe based on images of fruit taken directly from the garden. The dataset consists of 300 images that are divided into training, validation, and testing data. The test results show that the CNN model used is able to classify the level of maturity with high accuracy. This system is expected to help farmers and traders determine the maturity level of papaya fruit more accurately and efficiently than the traditional manual method, which relies on visual observation and human senses, thereby improving the quality and productivity in the process of harvesting and distributing papaya fruit

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received May 25, 2024
Revised May 29, 2024
Accepted June 02, 2024

Keywords:

*convolutional neural network;
deep learning; buah pepaya;
tingkat kematangan*

ABSTRACT

Penelitian ini mengembangkan model deteksi tingkat kematangan buah pepaya menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan pendekatan deep learning. Model ini dirancang untuk mengidentifikasi tiga tingkat kematangan buah pepaya yaitu mentah, setengah matang, dan matang berdasarkan gambar buah yang diambil langsung dari kebun. Dataset terdiri dari 300 gambar yang dibagi menjadi data pelatihan, validasi, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model CNN yang digunakan mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan dengan akurasi tinggi. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani dan pedagang menentukan tingkat kematangan buah pepaya secara lebih akurat dan efisien dibandingkan metode manual tradisional, yang bergantung pada pengamatan visual dan indra manusia, sehingga meningkatkan kualitas dan produktivitas dalam proses panen dan distribusi buah pepaya.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.





Corresponding Author:

Muhammad Ridwan Hidayatulloh
Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Email: productionridwan54@gmail.com

Pendahuluan

Buah pepaya, atau *Carica papaya L.* dalam istilah ilmiahnya, memiliki banyak manfaat serta kandungan gizi dan vitamin yang melimpah. Di dalamnya terdapat vitamin C dan serat yang baik untuk sistem pencernaan. Selain itu, pepaya mengandung vitamin A, berbagai jenis vitamin B, vitamin E, dan vitamin K. Tidak hanya itu, buah pepaya juga mengandung zat antioksidan seperti karoten, zeaxanthin, dan flavonoid. Selain itu, terdapat mineral-mineral penting seperti kalium, kalsium, magnesium, dan zat besi dalam buah pepaya.[1].

Banyak tantangan muncul saat mencoba mengidentifikasi tingkat kematangan buah secara tradisional. Masalah ini sering kali disebabkan oleh faktor-faktor seperti kelelahan manusia, ketidakakuratan karena keterbatasan fisik, dan gangguan pada panca indra manusia, yang semuanya dapat mengakibatkan penilaian kematangan yang tidak akurat. Saat ini, pedagang dan petani pepaya masih mengandalkan pemantauan kematangan buah secara manual. Metode manual ini melibatkan pengamatan visual dan penilaian berdasarkan sentuhan serta aroma buah, yang membuat mereka kesulitan menentukan tingkat kematangan pepaya dengan tepat[2].

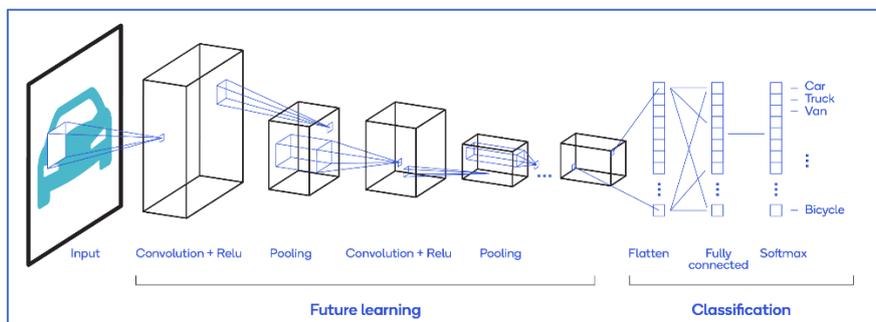
Dalam menentukan tingkat kematangan buah pepaya, sistem ini menggunakan CNN (Convolutional Neural Network), sebuah algoritma deep learning yang sering digunakan dalam pengolahan citra untuk membantu mengenali dan mengklasifikasi objek. CNN menggunakan teknik konvolusi di mana filter bergerak melintasi gambar untuk melakukan operasi matematis seperti perkalian matriks antara filter dan gambar. Secara umum, CNN terdiri dari tiga jenis lapisan: lapisan konvolusi, lapisan pooling untuk penggabungan fitur, dan lapisan terhubung penuh (*fully connected layer*)[1].

Tahap mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pepaya terdiri dari 3 kelas, yaitu *unmature*, *partially mature*, dan *mature* yang akan membantu para petani menentukan tingkat kematangan buah pepaya secara otomatis dan lebih efisien[1].

Tinjauan Pustaka

a. *Convolutional Neural Network*

CNN adalah jenis neural network yang digunakan untuk memproses data dua dimensi, terutama dalam pengenalan objek, visualisasi, dan deteksi citra digital. Metode ini mengandalkan neuron yang memiliki bobot, bias, dan fungsi aktivasi. CNN beroperasi dengan menggunakan lapisan konvolusi, di mana filter bergerak melintasi gambar untuk melakukan operasi perkalian antara bagian gambar dengan filter yang sesuai. Ini memungkinkan komputer untuk mendapatkan informasi yang lebih representatif dari gambar yang diproses. Arsitektur CNN terbagi menjadi beberapa layer seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Arsitektur CNN

Pada tahap convolutional layer, prosesnya melibatkan penggeseran filter kernel di berbagai posisi potensial di atas gambar. Semua hasil konvolusi dikonversi oleh kernel untuk menciptakan peta fitur 2D dari seluruh bagian input data. Kernel pada lapisan ini memiliki dimensi panjang, lebar, dan kedalaman yang sesuai dengan kanal data input. Setiap kernel melakukan operasi dot product antara data input dan nilai filternya. Setelah itu, terdapat lapisan pooling yang mengikuti lapisan konvolusi. Lapisan ini menggunakan filter dengan ukuran dan nilai stride tertentu untuk mengubah ukuran data input menjadi setengah dari ukuran lapisan gambar sebelumnya. Jenis pooling yang umum digunakan adalah Max Pooling dan Average Pooling. Kemudian, ada lapisan yang menghubungkan aktivasi lapisan sebelumnya ke lapisan berikutnya. Lapisan ini hanya dapat dihubungkan ke lapisan fully connected setelah aktivasinya diubah menjadi satu dimensi melalui proses *flatten* atau *reshape*. Vektor hasil flatten digunakan sebagai input untuk lapisan ini. *Dropout* adalah lapisan yang berguna untuk secara acak menonaktifkan neuron dalam lapisan sebelumnya, sehingga neuron tersebut tidak berkontribusi pada pelatihan

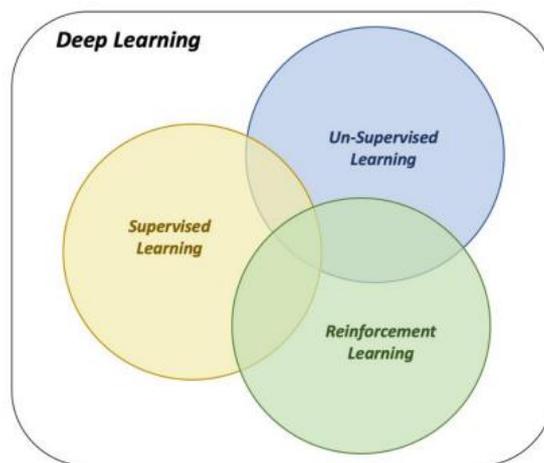
jaringan, yang dapat dianggap sebagai neuron yang dinonaktifkan secara acak untuk sementara waktu[3].

b. *Deep Learning*

Deep Learning, yang mulai menjadi populer sejak tahun 2006, mengadopsi pendekatan *hierarchical learning* atau pembelajaran hierarkis. Pembelajaran ini merujuk pada proses estimasi parameter-parameter model sehingga algoritma yang dikembangkan dapat menyelesaikan tugas atau masalah tertentu.

Deep Learning menggunakan multiple lapisan di antara input dan output untuk melakukan pemrosesan nonlinier. Arsitektur ini memungkinkan untuk *feature learning* dan klasifikasi pola, dengan jumlah lapisan yang bervariasi untuk abstraksi yang berbeda-beda.

Secara lebih spesifik, *Deep Learning* dapat dianggap sebagai kelas algoritma *machine learning* yang menggunakan lapisan-lapisan pemrosesan nonlinier yang diatur secara hierarkis untuk ekstraksi fitur dan transformasi. Setiap lapisan menerima keluaran dari lapisan sebelumnya sebagai input. Algoritme yang digunakan dapat bersifat supervised, unsupervised, atau jenis lain seperti *Reinforcement Learning* (RL) atau *Deep RL* (DRL), yang sering dikategorikan sebagai *semi-supervised* atau *unsupervised* dalam implementasinya[4]. Pengategorian tersebut diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kategori dalam *Deep Learning*

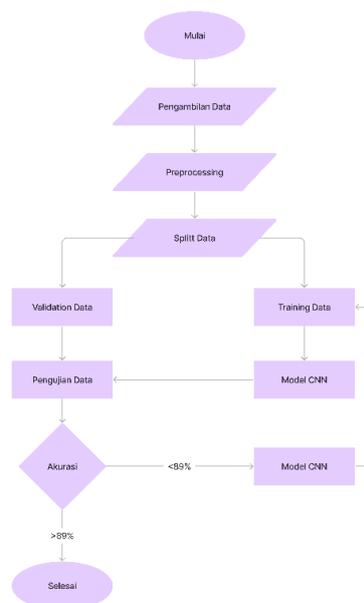
c. Buah Pepaya

Indonesia adalah salah satu negara penghasil buah tropis terbesar di ASEAN, termasuk pisang, nanas, pepaya, dan mangga. Pepaya, sebagai salah satu buah tropis,

memiliki nilai ekonomi yang tinggi, merupakan sumber gizi yang baik, dan dapat tumbuh sepanjang tahun. Saat ini, penilaian kualitas pepaya masih dilakukan secara konvensional dengan pengamatan visual oleh manusia. Metode ini memiliki kelemahan karena persepsi manusia yang bervariasi dan ketidakmampuan manusia untuk tetap konsisten dalam menilai kualitas buah akibat kelelahan[5]. Pepaya adalah buah tropis dengan rasa manis dan daging berwarna oranye cerah yang sangat lembut saat dimakan. Buah ini banyak ditemukan di Indonesia dan sangat populer di kalangan masyarakat. Pepaya sering dinikmati sebagai hidangan penutup atau dicampurkan dalam berbagai makanan sehat seperti smoothie, sup buah, dan salad buah. Selain rasanya yang lezat, pepaya juga memiliki banyak manfaat kesehatan, salah satunya yang paling dikenal adalah kemampuannya dalam menjaga kesehatan sistem pencernaan[6].

Metodologi

a. Rancangan Sistem



Gambar 3. Rancangan Flowchart

Untuk merancang sistem ini, langkah-langkah perlu dilakukan dalam mendefinisikan sistem yang akan dibuat serta membuat gambaran alur kerja perangkat ini. Dari flowchart diatas, dapat dijelaskan bahwa proses kerja perangkat adalah sebagai berikut:



- 1) Pertama, mengumpulkan data dari 300 foto buah pepaya yang terbagi menjadi tiga kategori, yaitu belum matang (mentah), setengah matang (partially mature), dan matang (mature).
- 2) Kedua, memisahkan data tersebut menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan (training data) yang digunakan untuk melatih model, dan data validasi (validation data) yang digunakan untuk memvalidasi proses dan mencegah overfitting.

b. Pengumpulan Data

Pada metode pengumpulan data, gambar papaya didapatkan secara langsung memfoto pada perkebunan buah pepaya yang dibagi menjadi 3 kelas, yaitu mentah, setengah matang dan matang. Karena pada saat kami melakukan survey ke kebun papaya, kami mendapat informasi bahwa petani melakukan panen saat kondisi setengah matang dan menyimpan di tempat lain agar terhindar dari hama. Dengan total dataset sebanyak 300 gambar dan pembagian data dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Pembagian Dataset

Jumlah Dataset	Split Dataset		
	Training Data	Validation Data	Testing Data
300	301	199	199

Training Data yang dimaksud pada tabel 1 merupakan data yang akan dilatih oleh model dalam menentukan ketepatan model mendeteksi objek berdasarkan kelas yang telah ditentukan pada proses labelling. Validation Data adalah data yang digunakan untuk memvalidasi model selama proses pelatihan. Testing Data adalah data yang digunakan dalam menguji model saat proses pelatihan sudah selesai dilakukan

c. Processing

Tahap Processing yang terdiri dari 2 proses training model dan testing model.

- Training model adalah proses dimana model jaringan akan mempelajari data yang diberikan untuk menghasilkan prediksi yang telah ditargetkan. Pada proses pelatihan data dibagi menjadi training 301, validation 199, dan testing 199.
- Testing model adalah pengujian terhadap model yang sudah dilatih dengan memasukkan gambar untuk menguji apakah model sudah dapat bekerja sesuai yang diharapkan.

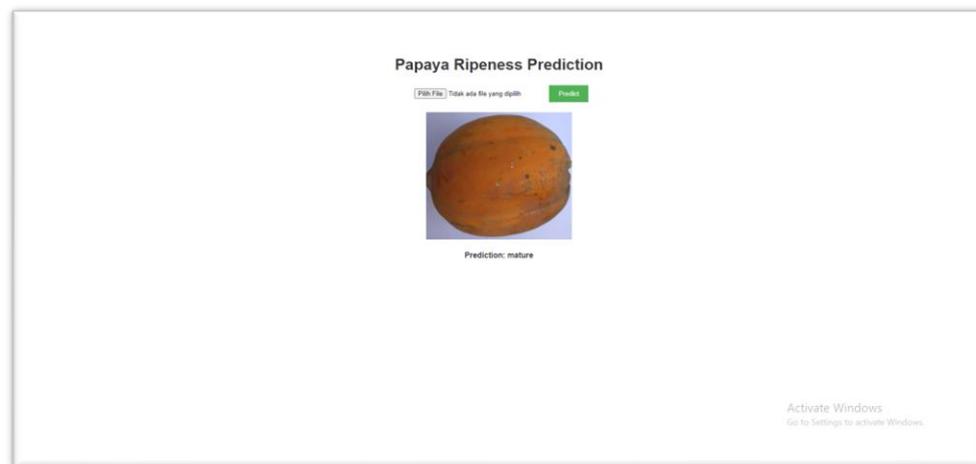
Hasil dan Pembahasan

a. Pengujian Sistem

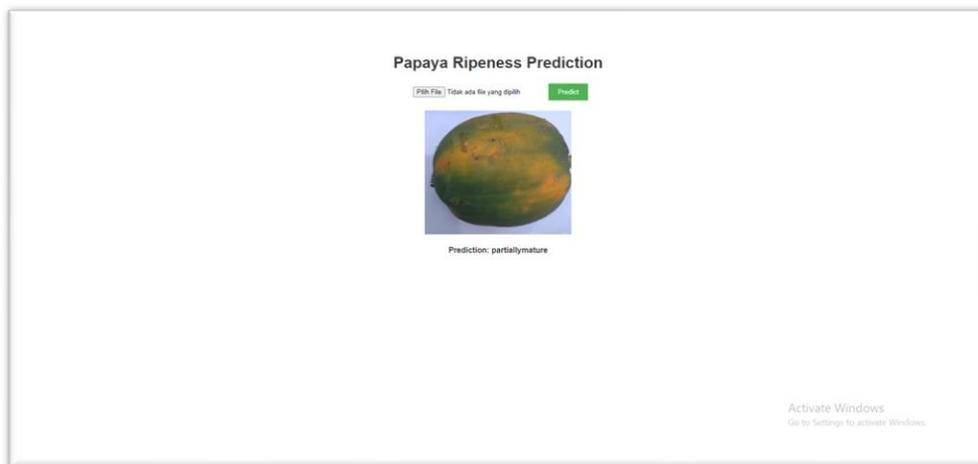
Model yang telah dibuat kemudian masuk kedalam tahap pengujian sistem dilakukan dengan memasukkan foto kedalam model untuk mengetahui apakah model sudah dapat mendeteksi buah pepaya dan mengidentifikasi tingkat kematangannya.



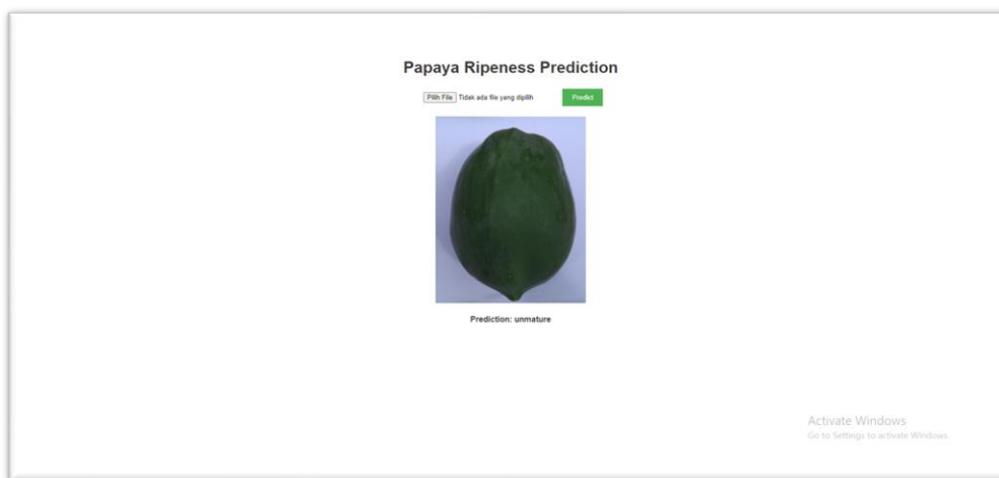
Gambar 4. Tampilan Halaman Utama



Gambar 4. Tampilan Hasil Deteksi Pepaya Matang



Gambar 4. Tampilan Hasil Deteksi Pepaya Setengah Matang



Gambar 4. Tampilan Hasil Deteksi Pepaya Belum Matang

b. Loss Function

Loss Function atau fungsi kerugian merupakan rumus yang diminimalkan oleh algoritma pembelajaran mesin selama pelatihan model. Cara ini digunakan untuk mengetahui pengaturan parameter terbaik untuk model agar hasil yang dicapai optimal.

Epoch	Training Time	Train Loss	Train Acc	Val Loss	Val Acc	Learning Rate	Epoch Time/Step
1	32s	1.2647	0.3717	1.0773	0.5677	0.0010	32s/epoch – 4s/step



2	27s	1.0050	0.5279	0.8462	0.7135	0.0010	27s/epoch – 3s/step
3	30s	0.7230	0.6632	0.5144	0.7656	0.0010	30s/epoch – 3s/step
4	29s	0.6688	0.7063	0.5813	0.8385	0.0010	29s/epoch – 3s/step
5	29s	0.4419	0.8327	0.3514	0.8594	0.0010	29s/epoch – 3s/step
6	28s	0.3859	0.8699	0.3417	0.8542	0.0010	28s/epoch – 3s/step
7	28s	0.2609	0.9145	0.2682	0.8750	0.0010	28s/epoch – 3s/step
8	29s	0.3000	0.8848	0.2256	0.8802	0.0010	29s/epoch – 3s/step
9	29s	0.1979	0.9182	0.4091	0.8958	0.0010	29s/epoch – 3s/step
10	28s	0.1714	0.9517	0.2525	0.8385	0.0010	28s/epoch – 3s/step
11	32s	-	-	-	-	0.0010	32s/epoch – 4s/step

Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan model deteksi tingkat kematangan buah pepaya menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan pendekatan deep learning. Sistem yang diusulkan mampu mengidentifikasi tiga tingkat kematangan buah pepaya, yaitu mentah, setengah matang, dan matang, berdasarkan gambar buah yang diambil langsung dari kebun. Model CNN yang digunakan menunjukkan kinerja yang memuaskan dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam proses klasifikasi.

Pengujian terhadap model menunjukkan bahwa sistem ini dapat diandalkan untuk membantu petani dan pedagang dalam menentukan tingkat kematangan buah pepaya secara lebih akurat dan efisien dibandingkan metode manual tradisional yang bergantung pada pengamatan visual dan indra manusia. Dengan demikian, implementasi sistem ini



diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas dalam proses panen dan distribusi buah pepaya.

Daftar Referensi

- [1] T. Putri Ananda, S. Viola Widyasari, M. Ihsan Muttaqin, and A. Stefanie, “Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 2094–2097, Dec. 2023, doi: 10.36040/jati.v7i3.7137.
- [2] M. Ihsan Muttaqin, A. Stefanie, and L. Nurpulaela, “Implementasi Metode Deep Learning Untuk Menentukan Tingkat Kematangan Buah Pepaya California,” *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 1878–1884, Nov. 2023, doi: 10.36040/jati.v7i3.6948.
- [3] I. Salamah, S. Humairoh, and S. Soim, “Implementasi Convolutional Neural Network Pada Alat Klasifikasi Kematangan dan Ukuran Buah Nanas Berbasis Android,” *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 243, Nov. 2023, doi: 10.35314/isi.v8i2.3413.
- [4] Muhammad Haris Diponegoro, Sri Suning Kusumawardani, and Indriana Hidayah, “Tinjauan Pustaka Sistematis: Implementasi Metode Deep Learning pada Prediksi Kinerja Murid,” *J. Nas. Tek. Elektro Dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 2, pp. 131–138, May 2021, doi: 10.22146/jnteti.v10i2.1417.
- [5] M. E. Al Rivan, M. Arman, and W. Kennedy, “PENENTUAN KUALITAS BUAH PEPAYA CALIFORNIA MENGGUNAKAN METODE K-NN,” *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, Jun. 2021, doi: 10.32767/jusikom.v6i1.1175.
- [6] E. Ellif, S. H. Sitorus, and R. Hidayati, “Klasifikasi Kematangan Pepaya Menggunakan Ruang Warna Hsv Dan Metode Naive Bayes Classifier,” *Coding J. Komput. Dan Apl.*, vol. 9, no. 01, p. 66, Apr. 2021, doi: 10.26418/coding.v9i01.45906.