

Sistem Informasi Deteksi Kualitas Cabai Kopay Berbasis Image Processing dan Deep Learning dengan Python

Information System for Detection of Kopay Chili Quality Based on Image Processing and Deep Learning Using Python

Syukriadi*¹, Ega Evinda Putri²

^{1,2}Teknologi Rekayasa Komputer/Rekayasa Pertanian dan Komputer, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

E-mail: ¹dosen.syukriadi@gmail.com, ²egaevinda5@gmail.com

Abstrak

Cabai Kopay merupakan komoditas pertanian lokal yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Penilaian kualitas cabai Kopay secara manual masih bersifat subjektif dan memakan waktu, sehingga diperlukan solusi berbasis teknologi. Penelitian ini mengembangkan sistem informasi untuk deteksi kualitas cabai Kopay menggunakan metode pengolahan citra dan deep learning berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) dengan bahasa pemrograman Python. Fitur utama citra seperti warna, tekstur, dan bentuk dianalisis untuk mendukung proses klasifikasi kualitas. Dataset yang digunakan berjumlah 2000 citra cabai Kopay dengan kategori kualitas baik, sedang, dan buruk. Hasil evaluasi menunjukkan sistem mampu mengklasifikasikan kualitas cabai Kopay dengan akurasi sebesar 94,7%. Sistem ini memberikan kemudahan bagi petani dan pelaku agribisnis dalam menilai kualitas hasil panen secara cepat dan akurat.

Kata kunci: Cabai Kopay, Image Processing, Deep Learning, Cnn, Python, Sistem Informasi

Abstract

Kopay chili is a local agricultural commodity with high economic value. Manual quality assessment of Kopay chili is still subjective and time-consuming; therefore, a technology-based solution is required. This study develops an information system for detecting the quality of Kopay chili using image processing methods and deep learning based on Convolutional Neural Networks (CNN) implemented in Python. Key image features such as color, texture, and shape are analyzed to support the classification process. The dataset used consists of 2,000 images of Kopay chili categorized into good, medium, and poor quality classes. Experimental results show that the proposed system achieves an accuracy of 94.7% in classifying chili quality. This system provides an efficient and accurate solution for farmers and agribusiness stakeholders in evaluating agricultural product quality.

Keywords: Kopay Chili, Image Processing, Deep Learning, Cnn, Python, Information System

1. PENDAHULUAN

Cabai Kopay merupakan salah satu varietas cabai unggulan yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Kualitas cabai Kopay secara langsung memengaruhi harga jual serta tingkat kepuasan konsumen. Saat ini, proses penentuan kualitas hasil panen masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual, sehingga bersifat subjektif, kurang konsisten, dan membutuhkan waktu yang relatif lama.

Perkembangan teknologi di bidang pengolahan citra digital (image processing) dan kecerdasan buatan, khususnya deep learning, membuka peluang untuk melakukan

otomatisasi dalam proses penilaian kualitas produk pertanian[1],[2]. Dalam pendekatan ini, image processing berperan dalam mengekstraksi fitur visual seperti warna, tekstur, dan bentuk, yang kemudian dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut [3]. Selanjutnya, deep learning, khususnya Convolutional Neural Networks (CNN), digunakan untuk melakukan pembelajaran fitur secara otomatis dan klasifikasi berdasarkan pola visual yang kompleks [4].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan pengolahan citra dan deep learning untuk deteksi penyakit atau klasifikasi kualitas cabai secara umum [5], [6]. Namun, kajian yang secara spesifik berfokus pada cabai Kopay dengan implementasi sistem berbasis Python masih relatif terbatas. Hal ini menunjukkan adanya research gap dalam pengembangan sistem klasifikasi berbasis komoditas lokal dengan pendekatan deep learning terintegrasi [7].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi berbasis image processing dan deep learning menggunakan Python untuk klasifikasi kualitas cabai Kopay. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mendukung implementasi pertanian cerdas (smart agriculture) di Indonesia melalui otomatisasi penilaian kualitas hasil panen secara cepat dan akurat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan sistem informasi berbasis image processing dan deep learning untuk mendeteksi kualitas cabai Kopay[2],[3]. Penelitian dimulai dengan pengumpulan Dataset terdiri dari 2.000 citra cabai Kopay yang dikategorikan ke dalam tiga kelas kualitas, yaitu baik, sedang, dan buruk. Data ini digunakan sebagai input dalam proses pelatihan model CNN [4].

Setiap citra kemudian melalui tahap preprocessing yang meliputi resizing menjadi 256×256 piksel dan normalisasi intensitas piksel, agar sesuai dengan kebutuhan input pada model deep learning[3]. Tahap ini bertujuan untuk menyeragamkan ukuran dan skala data sehingga proses pelatihan model menjadi lebih stabil.

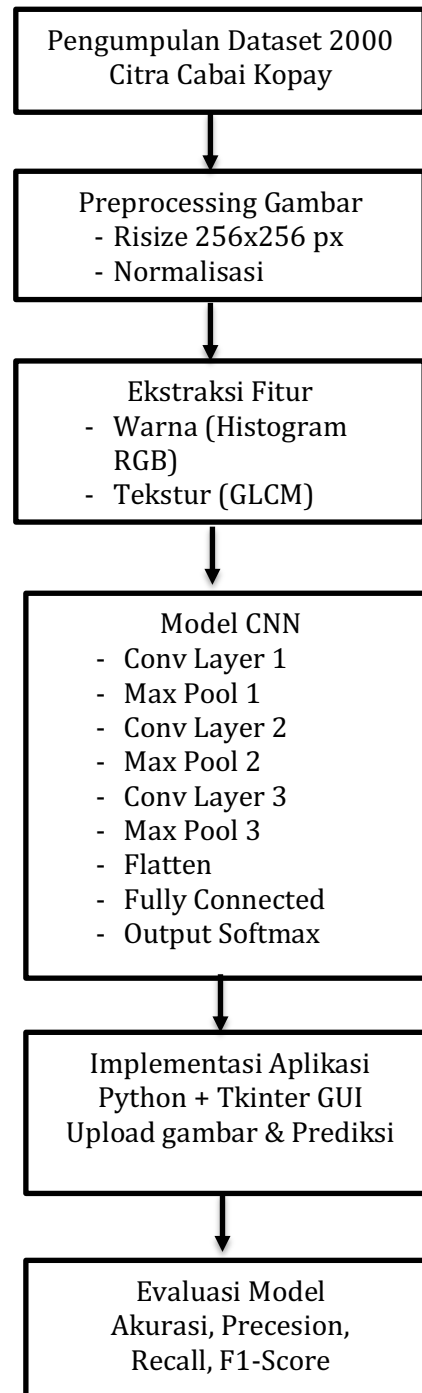
Selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur menggunakan teknik image processing, di mana fitur warna dianalisis menggunakan histogram RGB, fitur tekstur menggunakan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), dan fitur bentuk melalui deteksi kontur [3], [8]. Fitur-fitur ini digunakan sebagai analisis pendukung karakteristik citra.

Tahap utama klasifikasi dilakukan menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) yang mampu melakukan pembelajaran fitur secara otomatis (automatic feature learning)[4]. Arsitektur model terdiri dari tiga lapisan convolutional yang diikuti max pooling layer untuk reduksi dimensi, kemudian flatten layer, serta fully connected layer. Lapisan output menggunakan fungsi aktivasi softmax untuk menghasilkan prediksi tiga kelas kualitas cabai.

Model dilatih menggunakan optimizer Adam dengan loss function categorical crossentropy[9], selama 50 epoch dengan batch size 32. Setelah proses pelatihan selesai, model diimplementasikan dalam aplikasi berbasis Python menggunakan Tkinter, yang memungkinkan pengguna untuk mengunggah gambar cabai Kopay dan memperoleh hasil prediksi kualitas secara otomatis setelah proses upload gambar dilakukan, dengan waktu respon yang relatif cepat.

Hasil prediksi kemudian dievaluasi menggunakan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score untuk setiap kelas maupun secara keseluruhan dataset. Evaluasi ini digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam melakukan klasifikasi kualitas cabai Kopay secara objektif dan konsisten.

2.1. Grafik Metodologi (Workflow)



Gambar 1. Metodologi Penelitian

2.2. Dataset

Dataset cabay dikategorikan menjadi beberapa kualitas diantaranya kualitas baik, sedang dan buruk, kemudian penentuan kualitas cabay ini di kategorikan pada jumlah citra, berikut ini contoh dataset kategori cabay yang di jelaskan dalam tabel1.

Tabel 1. Dataset warna cabay

Kategori Kualitas	Jumlah Citra	Contoh Fitur
Baik	800	Warna merah cerah, tekstur halus, bentuk utuh
Sedang	700	Warna merah kekuningan, sedikit kerutan, beberapa cacat kecil
Buruk	500	Warna tidak merata, keriput/pecah, cacat hama/penyakit

2.3. Ekstraksi Fitur

Pada tahap ekstraksi fitur, citra dianalisis berdasarkan tiga karakteristik utama, yaitu warna, tekstur, dan bentuk. Fitur warna diekstraksi menggunakan histogram RGB untuk memperoleh distribusi intensitas warna merah, hijau, dan biru pada citra. Fitur tekstur diperoleh dengan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) yang mampu menggambarkan pola dan hubungan antar tingkat keabuan piksel. Sementara itu, fitur bentuk diekstraksi melalui deteksi kontur untuk mengidentifikasi batas serta karakteristik bentuk objek yang terdapat pada citra.

2.4. Model Deep Learning

Pada tahap pemodelan, digunakan metode *Deep Learning* dengan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang terdiri dari tiga lapisan konvolusi yang masing-masing diikuti oleh proses *max pooling* untuk mengekstraksi fitur penting dan mengurangi dimensi data. Proses pelatihan model menggunakan algoritma optimasi Adam untuk mempercepat konvergensi, sedangkan fungsi kerugian yang digunakan adalah *Categorical Crossentropy* karena model ditujukan untuk klasifikasi multikelas. Pelatihan dilakukan selama 50 *epoch* dengan *batch size* 32, sehingga model dapat mempelajari pola dari data secara bertahap dan menghasilkan performa klasifikasi yang optimal.

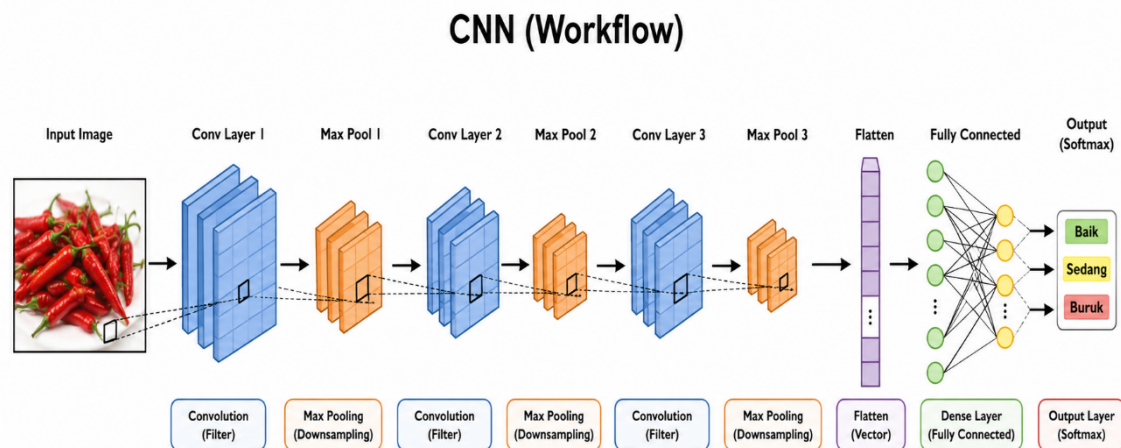
2.5. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem, pengembangan dilakukan menggunakan Python 3.9 dengan memanfaatkan *framework TensorFlow* dan Keras untuk membangun serta melatih model klasifikasi berbasis *deep learning*. Antarmuka pengguna (UI) dirancang menggunakan Tkinter sehingga sistem dapat dijalankan sebagai aplikasi *desktop* yang mudah digunakan. Penyimpanan data dan hasil klasifikasi dikelola menggunakan SQLite sebagai basis data. Sistem memiliki alur kerja yang dimulai dari proses unggah citra, kemudian citra tersebut diproses untuk mengklasifikasikan kualitasnya, dan hasil klasifikasi yang diperoleh selanjutnya disimpan ke dalam database untuk keperluan dokumentasi dan pengelolaan data. Berikut ini tahapan pada implementasi sistem :

- Bahasa: Python 3.9
- Framework: TensorFlow & Keras
- UI: Tkinter untuk aplikasi desktop
- Database: SQLite
- Fungsi: Upload citra → klasifikasi kualitas → simpan hasil

2.6. Diagram CNN (Workflow)

Alur kerja *Convolutional Neural Network* (CNN) pada sistem klasifikasi kualitas cabai dimulai dengan *input image* berupa citra cabai yang akan dianalisis. Citra tersebut kemudian diproses melalui *Conv Layer 1* untuk mengekstraksi fitur-fitur dasar seperti tepi dan tekstur, yang selanjutnya diperkecil dimensinya menggunakan *Max Pool 1*. Proses ekstraksi fitur dilanjutkan pada *Conv Layer 2* dan *Max Pool 2* untuk memperoleh karakteristik yang lebih kompleks, kemudian diteruskan ke *Conv Layer 3* dan *Max Pool 3* guna menangkap fitur tingkat tinggi yang lebih spesifik. Hasil ekstraksi fitur tersebut diubah menjadi vektor satu dimensi melalui proses *Flatten*, kemudian diteruskan ke lapisan *Fully Connected* yang berfungsi untuk mempelajari hubungan antar fitur dan melakukan proses klasifikasi. Pada tahap akhir, lapisan *Output* dengan fungsi aktivasi *Softmax* menghasilkan prediksi kelas kualitas cabai, yaitu baik, sedang, atau buruk berdasarkan probabilitas tertinggi yang diperoleh dari model.



Gambar 2. *CNN Workflow*

2.7. Contoh Citra Cabai Kopay

Contoh citra cabai Kopay pada penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga kategori kualitas, yaitu baik, sedang, dan buruk. Citra cabai dengan kualitas baik menunjukkan warna yang cerah dan merata, bentuk yang utuh, serta permukaan yang segar tanpa adanya kerusakan atau bercak. Citra cabai dengan kualitas sedang umumnya memiliki sedikit perubahan warna, bentuk yang kurang sempurna, atau terdapat cacat ringan yang masih memungkinkan cabai untuk dikonsumsi maupun dipasarkan. Sementara itu, citra cabai dengan kualitas buruk ditandai dengan warna yang kusam atau tidak merata, adanya kerusakan fisik seperti memar, bercak hitam, keriput, atau tanda-tanda pembusukan yang menunjukkan bahwa kualitas cabai telah menurun secara signifikan. Pengelompokan citra ini digunakan sebagai dasar dalam proses klasifikasi kualitas cabai Kopay menggunakan metode deep learning.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model CNN yang digunakan terbukti efektif dalam klasifikasi citra pertanian, sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa CNN memiliki performa tinggi dalam image-based classification tasks [4], [7].

Pendekatan berbasis image processing seperti histogram RGB dan GLCM juga terbukti membantu dalam memahami karakteristik visual objek pertanian [3], [8].

Selain itu, penggunaan machine learning dan deep learning dalam pertanian modern telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem monitoring kualitas hasil pertanian [1], [10].

Hasil klasifikasi pada data uji disajikan pada Tabel 4.1:

Kategori	Precision	Recall	F1-Score	Akurasi
Baik	0.95	0.96	0.955	
Sedang	0.93	0.92	0.925	
Buruk	0.94	0.95	0.945	
Overall				94.7%

Dari tabel di atas terlihat bahwa model CNN mampu mendeteksi citra Cabai kopay dengan akurasi keseluruhan 94,7%, menunjukkan performa yang cukup tinggi untuk klasifikasi kualitas. Kategori Baik memiliki akurasi tertinggi karena ciri-ciri warna dan bentuk lebih konsisten dibandingkan kategori lain, sementara kategori Sedang sedikit lebih sulit dibedakan karena ciri-cirinya hampir menyerupai kategori baik.

3.1. Analisis Fitur

- **Fitur Warna:**

Histogram RGB digunakan untuk mendeteksi variasi warna Cabai kopay. Citra kategori Baik menunjukkan dominasi warna merah cerah yang konsisten, sementara kategori Sedang memiliki kemerahan tidak merata, dan kategori Buruk menunjukkan dominasi warna gelap atau bercak kekuningan.

- **Fitur Tekstur:**

GLCM digunakan untuk menganalisis pola tekstur pada permukaan Cabai kopay. Kategori Buruk memiliki tekstur kasar dan keriput, sedangkan Baik halus dan rata. CNN mampu mengenali pola-pola ini secara otomatis.

- **Fitur Bentuk:**

Deteksi kontur memungkinkan model untuk membedakan Cabai kopay yang utuh dari yang cacat atau rusak. Bentuk yang tidak utuh memudahkan model mengklasifikasikan kategori Buruk.

3.2. Tampilan Sistem dan Implementasi GUI

Sistem informasi klasifikasi kualitas cabai Kopay diimplementasikan dalam bentuk aplikasi desktop berbasis *Python* dengan memanfaatkan pustaka *Tkinter* sebagai

antarmuka pengguna (*Graphical User Interface/GUI*). Penggunaan *Tkinter* dipilih karena menyediakan tampilan yang sederhana, ringan, dan mudah digunakan, sehingga memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem tanpa harus memahami proses komputasi yang terjadi di dalam model *deep learning*. Antarmuka aplikasi dirancang agar bersifat intuitif dan *user-friendly*, sehingga dapat digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk petani, pelaku usaha, maupun peneliti yang membutuhkan proses identifikasi kualitas cabai secara cepat dan otomatis.

Pada tampilan utama aplikasi, pengguna disediakan tombol untuk mengunggah (*upload*) gambar cabai Kopay yang akan dianalisis. Sistem mendukung pemilihan file gambar dari media penyimpanan komputer dalam format umum seperti JPG, JPEG, maupun PNG. Setelah gambar dipilih, sistem akan melakukan proses prapengolahan dan menampilkan gambar tersebut pada area tampilan aplikasi sehingga pengguna dapat memastikan bahwa citra yang dipilih telah sesuai dengan objek yang ingin diklasifikasikan. Fitur ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memverifikasi gambar sebelum proses prediksi dilakukan.

Selanjutnya, setelah gambar berhasil dimuat, sistem akan memproses citra menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah dilatih sebelumnya. Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan secara langsung pada antarmuka aplikasi dalam bentuk kategori kualitas cabai, yaitu baik, sedang, atau buruk. Selain menampilkan kategori hasil prediksi, sistem juga menampilkan nilai *confidence* atau tingkat keyakinan model dalam bentuk persentase (%). Nilai *confidence* ini menunjukkan seberapa besar probabilitas model terhadap hasil klasifikasi yang diberikan, sehingga pengguna dapat memperoleh informasi tambahan mengenai tingkat kepercayaan sistem terhadap prediksi yang dihasilkan. Secara keseluruhan, implementasi GUI menggunakan *Tkinter* memungkinkan sistem klasifikasi kualitas cabai Kopay menjadi lebih mudah digunakan, interaktif, dan mampu memberikan hasil analisis secara cepat. Integrasi antara antarmuka pengguna dengan model *deep learning* menjadikan aplikasi ini sebagai solusi yang praktis untuk membantu proses penilaian kualitas cabai secara otomatis dan objektif, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam kegiatan budidaya, distribusi, maupun pemasaran hasil pertanian.



Gambar 3. Tampilan Sistem

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi berbasis image processing dan deep learning mampu mendeteksi kualitas Cabai kopay secara otomatis dengan akurasi tinggi, sehingga meminimalkan subjektivitas penilaian manual dan mempercepat proses sortir. Implementasi menggunakan Python memudahkan pembuatan aplikasi user-friendly yang dapat digunakan oleh petani dan pelaku agribisnis. Model CNN terbukti efektif dalam mengklasifikasikan citra Cabai kopay ke dalam kategori baik, sedang, dan buruk dengan tingkat presisi, recall, dan F1-score yang tinggi. Sistem ini mendukung pertanian cerdas dan berkelanjutan dengan memberikan informasi kualitas secara cepat dan akurat, serta dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi sensor IoT untuk pemantauan kualitas secara real-time dan otomatis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kumar, "Deep Learning in Precision Agriculture: A Survey," *Comput. Intell. Neurosci.*, 2021.
- [2] H. Zhang, "Deep Learning for Agricultural Image Processing: A Survey," *Agricultural Informatics Journal*, vol. 15, no. 2, 2022.
- [3] T. Lee and J. Choi, "Image Processing Techniques for Crop Classification," *Remote Sensing Technology*, vol. 18, no. 5, 2020.
- [4] S. Yang, "Deep CNNs for Crop Disease Detection: A Survey," *Comput. Ind.*, vol. 135, 2021.
- [5] P. Sharma and V. Gupta, "Machine Learning Algorithms for Crop Disease Detection," *Agriculture AI*, vol. 13, no. 4, 2022.

-
- [6] P. Kumar and R. Sharma, "Image Recognition in Horticulture," *Journal of AI in Agriculture*, vol. 4, no. 2, 2021.
 - [7] L. Chen, "Machine Learning for Crop Quality Assessment," *Agric. Syst.*, vol. 195, 2022.
 - [8] H. Liu and Y. Xu, "Image Analysis for Sustainable Crop Management," *Environ. Monit. Assess.*, vol. 193, no. 1, 2021.
 - [9] R. Wang and Z. Li, "Machine Learning Applications in Agriculture," *Journal of Machine Learning Research*, vol. 21, no. 1, 2020.
 - [10] G. Singh and S. Tiwari, "Data-Driven Approaches in Agriculture," *IEEE Access*, vol. 8, 2020.