



PENGEMBANGAN APLIKASI DETEKSI PENYAKIT PADA DAUN TANAMAN SINGKONG MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Hafizd Ramadhan, Rifdah Salaamah, Khoirunnisa.

Ilmu Komputer, Universitas Pamulang

Email: hafizdramadhan031@gmail.com, rifdah1312@gmail.com, khoirunnisa@gmail.com

Informasi Artikel	ABSTRACT
<p>Riwayat artikel : Disubmit : 10 Desember 2025 Direvisi : 15 Desember 2025 Diterima : 19 Desember 2025 Dipublikasi : 22 Desember 2025</p> <p>Keywords: Cassava, Deep Learning, Convolutional Neural Network, Image Classification</p>	<p><i>Cassava (Manihot esculenta) is one of the main agricultural commodities in Indonesia, whose productivity is often reduced due to leaf diseases. Conventional disease identification requires specific expertise and is time-consuming, making it less effective for farmers. This study aims to develop a cassava leaf disease detection application based on Convolutional Neural Network (CNN) to assist farmers in identifying plant diseases accurately and efficiently. The dataset used in this study consists of 2,780 cassava leaf images categorized into five classes: Cassava Mosaic Disease, Cassava Brown Streak Disease, Cassava Green Mite, Cassava Bacterial Blight, and healthy leaves. The CNN model was trained using data preprocessing, image augmentation, and Stratified K-Fold Cross Validation. The trained model achieved an accuracy of 83%. The model was then implemented into an application featuring image upload and real-time camera capture. Functional testing showed that the application operated correctly, while usability testing involving 20 respondents resulted in a user satisfaction rate of 88.3%. The results indicate that the proposed application is effective in supporting early detection of cassava leaf diseases and has the potential to enhance digital agriculture practices.</i></p>
<p>Kata Kunci: Singkong, Deep Learning, Convolutional Neural Network, Klasifikasi Citra</p>	<p style="text-align: center;">ABSTRAK</p> <p>Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) merupakan salah satu komoditas pertanian utama di Indonesia yang produktivitasnya sering mengalami penurunan akibat serangan penyakit pada daun. Proses identifikasi penyakit secara konvensional membutuhkan keahlian khusus dan waktu yang relatif lama, sehingga kurang efektif bagi petani. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi deteksi penyakit daun singkong berbasis <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) guna membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit tanaman secara cepat dan akurat. Dataset yang digunakan terdiri dari 2.780 citra daun singkong yang terbagi ke dalam lima kelas, yaitu penyakit mosaik singkong, penyakit bercak cokelat singkong, tungau hijau singkong, penyakit bercak bakteri singkong, dan daun singkong sehat. Model CNN dilatih melalui tahap pra-pemrosesan data, augmentasi citra, serta penerapan metode <i>Stratified K-Fold Cross Validation</i>. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 83%. Model yang telah dilatih kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi yang dilengkapi dengan fitur unggah gambar dan pengambilan citra secara real-time. Pengujian fungsional menunjukkan aplikasi berjalan dengan baik, sedangkan hasil <i>usability testing</i> terhadap 20 responden memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 88,3%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan efektif dalam mendukung deteksi dini penyakit daun singkong serta berpotensi mendukung penerapan pertanian digital.</p>





PENDAHULUAN

Manihot *esculenta* atau ketela pohon merupakan tanaman tahunan yang berasal dari daerah tropis dan subtropis. Singkong adalah salah satu tanaman pangan yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia, khususnya di wilayah pedesaan, serta memiliki berbagai manfaat baik dari umbi maupun daunnya. Umbi singkong banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena kandungan karbohidratnya yang tinggi, sedangkan daunnya digunakan sebagai sayuran atau lalapan. Dengan jumlah produksi nasional yang mencapai lebih dari 18 juta ton per tahun, singkong menjadi komoditas pertanian terbesar kedua di Indonesia setelah padi dan berperan penting sebagai bahan baku industri pangan maupun nonpangan.

Meskipun memiliki nilai ekonomi yang tinggi, tanaman singkong rentan terhadap serangan hama dan penyakit seperti tanaman pertanian lainnya. Penyakit pada tanaman singkong umumnya dapat diidentifikasi melalui gejala fisik, khususnya perubahan warna dan bentuk daun. Serangan penyakit pada daun singkong berdampak langsung terhadap proses fotosintesis, sehingga menghambat pertumbuhan batang dan umbi yang pada akhirnya menyebabkan penurunan hasil panen dan merugikan petani. Beberapa penyakit yang umum menyerang daun singkong antara lain penyakit mosaik singkong, penyakit bercak cokelat singkong, tungau hijau singkong, penyakit bercak bakteri singkong, serta kondisi daun singkong yang sehat sebagai pembanding.

Seiring perkembangan teknologi, pendekatan berbasis kecerdasan buatan mulai banyak digunakan untuk membantu proses identifikasi penyakit tanaman. Salah satu metode yang paling umum digunakan dalam pengolahan citra digital adalah Convolutional Neural Network (CNN), yang merupakan pengembangan dari Multi-Layer Perceptron (MLP). CNN termasuk ke dalam metode deep learning yang dirancang khusus untuk mengenali pola visual pada data citra melalui proses konvolusi pada lapisan jaringannya. Dukungan berbagai framework dan library seperti TensorFlow dan Keras menjadikan penerapan CNN semakin mudah dan efektif dalam pengembangan sistem klasifikasi citra.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma CNN memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam melakukan analisis dan pengenalan objek berbasis citra, termasuk dalam bidang pertanian dan deteksi penyakit tanaman. Hal ini menjadikan CNN sebagai salah satu model terbaik dalam menyelesaikan permasalahan klasifikasi citra daun tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan aplikasi deteksi penyakit pada daun tanaman singkong menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan memanfaatkan teknologi deep learning berbasis TensorFlow dan Keras sebagai solusi untuk membantu petani dalam mendeteksi penyakit secara cepat dan akurat.



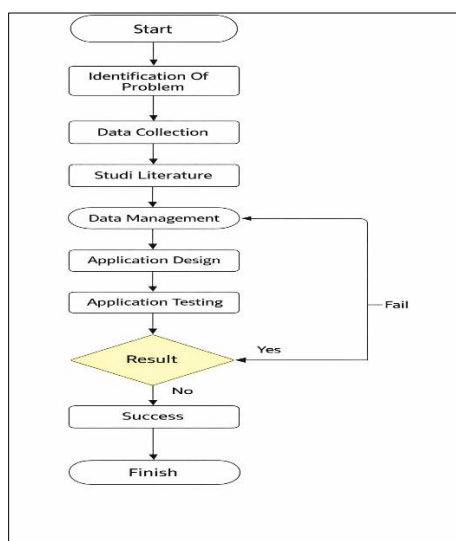


Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa metode *Convolutional Neural Network* (CNN) mampu memberikan tingkat akurasi yang baik dalam mendeteksi penyakit tanaman berbasis citra daun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengujian performa model secara teknis tanpa diintegrasikan ke dalam aplikasi yang mudah digunakan oleh pengguna akhir, khususnya petani. Selain itu, implementasi sistem deteksi penyakit daun singkong yang menyediakan fitur pengambilan citra secara langsung melalui kamera serta unggah gambar dalam satu aplikasi terpadu masih relatif terbatas. Beberapa penelitian juga belum mengkaji aspek kemudahan penggunaan aplikasi dari sudut pandang pengguna, sehingga pemanfaatan teknologi deteksi berbasis *deep learning* di lapangan belum optimal.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi deteksi penyakit daun tanaman singkong berbasis CNN yang tidak hanya berfokus pada peningkatan akurasi klasifikasi citra, tetapi juga pada integrasi fitur unggah gambar dan pengambilan citra secara real-time dalam satu aplikasi terpadu yang mudah digunakan oleh petani. Aplikasi ini dirancang untuk menyajikan hasil deteksi secara cepat dan informatif, sehingga mampu mendukung pengambilan keputusan dini dalam penanganan penyakit tanaman singkong. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model deteksi berbasis *deep learning* sekaligus penerapan praktis teknologi kecerdasan buatan dalam mendukung pertanian digital.

METODE PENELITIAN

Tahap penelitian yang dilakukan peneliti merupakan tahapan yang dilakukan secara terstruktur atau sistematis dapat dijadikan pedoman untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian. yang digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1: Alur Tahapan Penelitian





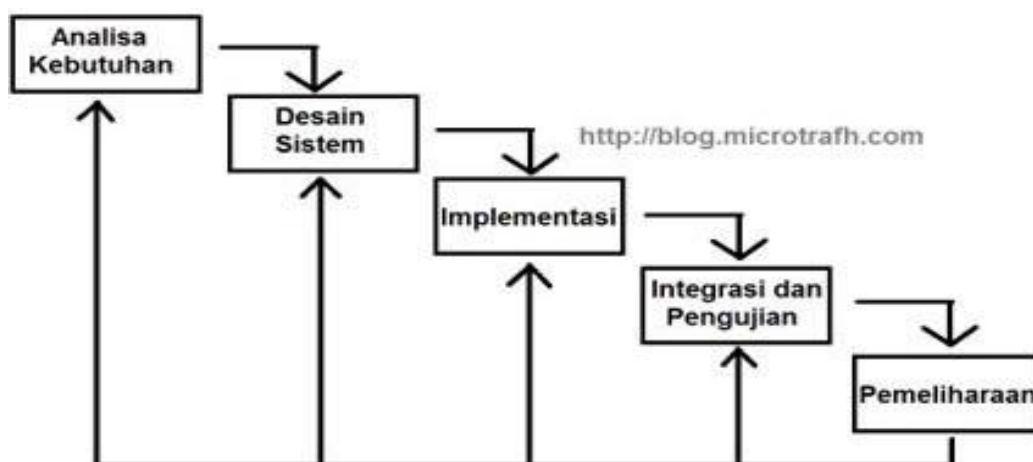
Gambar 1 diatas menunjukkan proses tahapan penelitian dan pengembangan aplikasi, yang terdiri dari beberapa langkah utama. Proses dimulai dengan menemukan masalah utamadan diselesaikan dengan mengidenti kasi aplikasi. Setelah identikasi masalah, langkah berikutnya adalah mengumpulkan data untuk mendukung penelitian. Selanjutnya, penelitian literatur dilakukan untuk mendapatkan pemahaman tentang penelitian dan teoriteori yang mendukungnya. Setelah itu, data dikumpulkan dan diproses dalam tahap manajemen data, pada tahap ini data diolah dan dianalisis untuk memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan aplikasi.

Langkah berikutnya, pengembangan aplikasi dimulai dengan pembuatan dan uji awal untuk menyelesaikan masalah yang telah diidentifikasi. Aplikasi kemudian diuji untuk memastikan fungsinya sesuai dengan tujuan jika terdapat kesalahan, proses kembali ke tahap manajemen data untuk perbaikan. Jika berhasil, pengembangan selesai. Proses ini bersifat sistematis dan iteratif guna memastikan hasil yang optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian teknologi CNN.

Pengumpulan Dataset

Dataset yang digunakan merupakan data yang tersedia di Kaggle. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambar yang diambil secara langsung dalam format, JPEG, PNG, dan JPG. Penyakit mosaik singkong (Cassava Mosaic Disease), Penyakit bercak coklat singkong (Cassava Brown Streak Disease), Tungau hijau singkong (Cassava Green Mite), Penyakit bercak bakteri singkong (Cassava Bacterial Blight) dan Daun singkong sehat (Healthy). Jumlah data setiap penyakit berbeda, CBB sebanyak 715 gambar, CMD sebanyak 520 gambar, CBSD 513 gambar, CGM 513 gambar dan Healthy sebanyak 519 gambar. Sehingga total data sebanyak 2.780 gambar.

Metode Pengembangan Perangkat Lunak



Gambar 2: Waterfall. Sumber: blogspot.com





Berdasarkan gambar 2 di atas berikut tahapan-tahapan pada metode Waterfall:

1. Analisa kebutuhan adalah proses untuk memahami masalah dan kebutuhan pengguna. dalam penelitian ini, tantangannya adalah kesulitan pemula dalam mengidentifikasi kondisi pada singkong. karena dibutuhkan sistem yang bisa otomatis mendeteksi dan mengklasi kasikan penyakit maupun kondisi sehat pada singkong menggunakan teknologi CNN.
2. Tahap desain sistem berfokus pada perancangan arsitektur yang menggunakan model CNN untuk mengklasi kasikan penyakit daun singkong. Sistem ini dirancang agar dapat diwujudkan dalam bentuk aplikasi dekstop yang mudah digunakan petani untuk menganalisis citra singkong dan mendapatkan hasil deteksi.
3. Tahap implementasi melibatkan pengumpulan data gambar singkong sehat maupun berpenyakit. data tersebut diproses untuk reprocessing seperti pengubahan ukuran, normalisasi, dan augmentasi untuk meningkatkan kualitas dataset. Selanjutnya, model CNN dilatih dengan dataset tersebut, lalu dikembangkan aplikasi dekstop yang memungkinkan pengguna mengunggah gambar singkong dan memperoleh hasil.
4. Testing/Pengujian, bertujuan untuk menilai kinerja model CNN yang telah dirancang sebelumnya.
5. Deployment, penyebaran sistem kepada pengguna atau petani. pada tahap ini pengguna menerima pelatihan tentang cara menggunakan sistem untuk mendeteksi masalah kesehatan pada singkong
6. Maintenance/Pemeliharaan, merupakan tahap yang dilakukan setelah aplikasi selesai dibangun dan di implementasikan. Tujuan utamanya adalah memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik, sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta mampu beradaptasi terhadap perubahan dimasa mendatang.

PERANCANGAN SISTEM

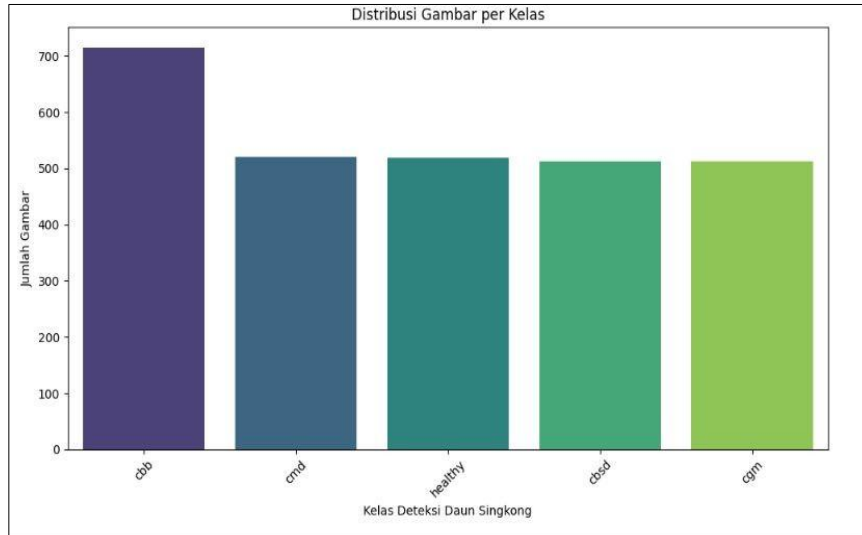
Analisis Algoritma CNN

Berikut ini merupakan langkah-langkah algoritma CNN yang penulis terapkan untuk melakukan klasifikasi citra gambar pada dataset tanaman singkong.

Visualisasi Data

Dari total data 2.780 gambar terdapat 5 klasifikasi penyakit. Penyakit mosaik singkong (*Cassava Mosaic Disease*), Penyakit bercak cokelat singkong (*Cassava Brown Streak Disease*), Tungau hijau singkong (*Cassava Green Mite*), Penyakit bercak bakteri singkong (*Cassava Bacterial Blight*) dan Daun singkong sehat (*Healthy*), dan dengan setiap klasifikasi penyakit mempunyai data gambar yang berbeda CBB sebanyak 715 gambar, CMD sebanyak 520 gambar, CBSD 513 gambar, CGM 513 gambar dan Healthy sebanyak 519 gambar. Visualisasi Data ditunjukkan pada gambar 3 dibawah.





Gambar 3: Visualisasi Data

Augmentasi Citra (Tensor ow)

Augmentasi citra (Image Augmentation) merupakan suatu teknik dalam bidang pengolahan citra dan pembelajaran mesin yang digunakan untuk menambah variasi data latih tanpa perlu mengumpulkan data baru. Teknik ini dilakukan dengan cara menghasilkan versi baru dari gambar asli melalui berbagai transformasi, sehingga model dapat belajar secara lebih optimal dan tidak mudah mengalami overfitting. Salah satu metode augmentasi gambar yang dapat digunakan ialah melalui Tensor ow dengan memanfaatkan Library Keras.

Pelatihan Data

Dalam pelatihan data ini digunakan metode Stratified KFold Cross Validation. KFold Cross Validation adalah teknik pembagian data menjadi sejumlah Kelipatan (Fold), di mana setiap lipatan secara bergantian digunakan sebagai data uji pada beberapa iterasi. Metode ini bertujuan untuk mencegah terjadinya Overfitting selama proses pelatihan. Pada Stratified KFold Cross Validation, setiap lipatan dibuat sedemikian rupa sehingga proporsi kelas tetap seimbang. Pelatihan ini menggunakan 18 fold dan 100 epoch. Berikut adalah hasil training pada gambar 4.

```
Epoch 100/100
18/18 ----- 101s 6s/step - accuracy: 0.8288 - loss: 0.4559 - val_accuracy: 0.7104 - val_loss: 0.9709
```

Gambar 4: Pelatihan Data

Mengubah Ke Tensor ow Lite

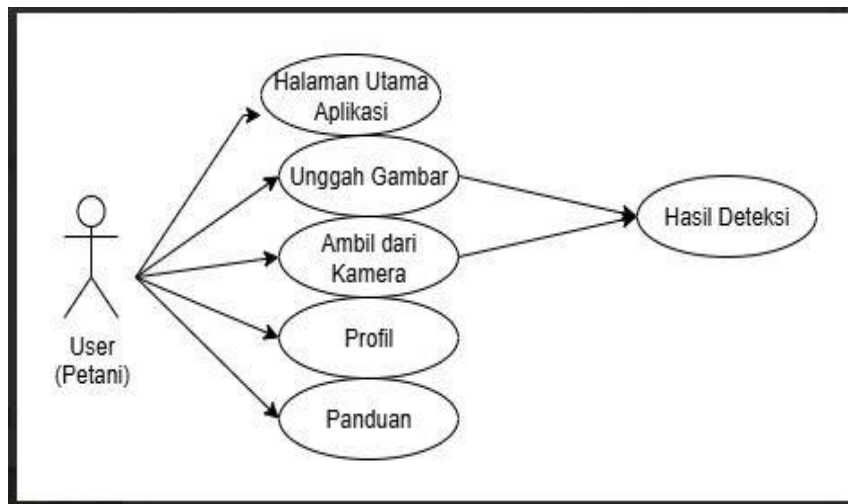
Hasil pelatihan ini selanjutnya disimpan dalam bentuk model Tensor ow, lalu dikonversi menjadi



model TensorFlow Lite dengan ekstensi (.t lite). Penggunaan TensorFlow Lite dipilih karena mampu memperkecil ukuran file serta meningkatkan kecepatan eksekusi tanpa mengurangi tingkat akurasi, sehingga lebih sesuai untuk pengembangan aplikasi pada platform android.

Perancangan Sistem Aplikasi

Setelah proses analisis algoritma selesai CNN selesai, proses perancangan sistem dimulai. Perancangan sistem ini terdiri dari Use Case Diagram. UseCase Diagram adalah diagram yang mendefinisikan desain hubungan antara pengguna dan sistem. Dalam proses perancangan aplikasi, penggunaan diagram UseCase Diagram yang ditunjukkan penjelasannya sangat penting untuk memahami fungsi-fungsi yang tersedia dalam sistem dan untuk mengidentifikasi siapa yang memiliki akses untuk menggunakan fungsi-fungsi tersebut seperti yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 5: UseCase Diagram

Gambar 5 Merupakan proses penggunaan sistem oleh user. Seperti yang dijelaskan berikut:

1. Petani : Bakal liat diaplikasinya
2. Splash : Isinya logo tombol mulai dan lain-lain, terus ketika klik mulai petani diarahkan untuk ke halaman scan
3. Scan : Scan ada dua pilihan tombol yaitu mau scan secara kamera apa upload file, setelah pilih salah satunya nanti bakal mengeluarkan hasil/ result (penyakit, deskripsi, solusi dan % akurasi).
4. Profil : Berisi informasi tentang biodata pembuat/pengembang dari aplikasi tersebut.
5. Panduan : Berisi informasi mengenai cara penggunaan aplikasi.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi User Interface

Implementasi User Interface (UI) dan User Experience (UX) pada aplikasi deteksi penyakit daun singkong memiliki peran penting dalam menentukan tingkat penerimaan dan kemudahan penggunaan aplikasi, khususnya bagi petani sebagai pengguna utama. UI berfokus pada tampilan visual dan elemen interaksi yang disediakan sistem, sedangkan UX berkaitan dengan pengalaman, persepsi, serta kenyamanan pengguna saat berinteraksi dengan aplikasi. Pada penelitian ini, penerapan UI/UX dirancang secara sederhana dan fungsional untuk memastikan pengguna dapat menjalankan proses deteksi penyakit tanpa memerlukan pemahaman teknis yang kompleks. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip usability, di mana sistem harus mudah dipelajari, efisien, dan memberikan pengalaman yang menyenangkan bagi pengguna.

Halaman Awal/HomePage

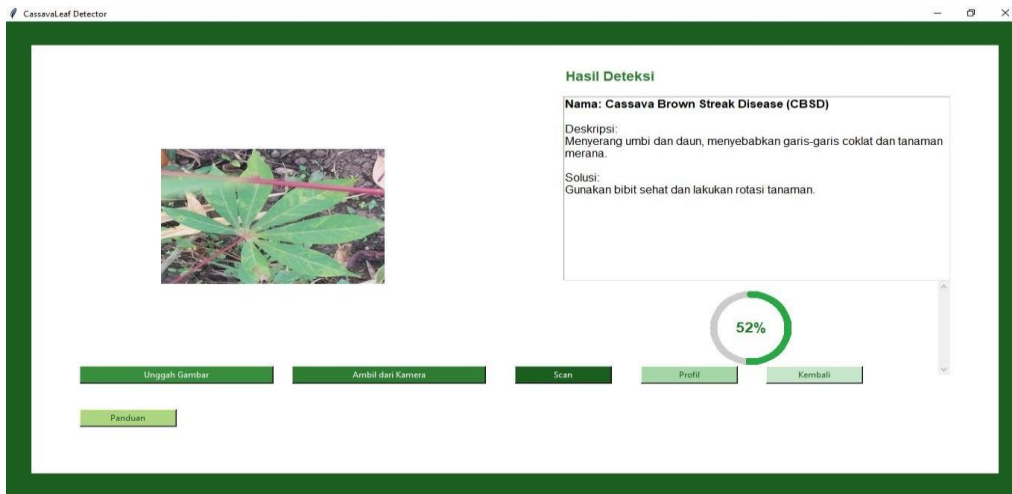


Gambar 6. Home Page

Halaman awal berfungsi sebagai titik awal interaksi antara pengguna dan sistem serta menjadi media pengenalan terhadap tujuan dan manfaat aplikasi. Berdasarkan hasil implementasi, halaman awal dirancang untuk memberikan informasi singkat mengenai fungsi aplikasi dan akses navigasi ke fitur utama. Desain ini bertujuan untuk mengurangi kebingungan pengguna saat pertama kali menggunakan aplikasi. Dengan penyajian informasi yang ringkas dan navigasi yang jelas, pengguna dapat dengan cepat memahami alur penggunaan aplikasi, sehingga meningkatkan efektivitas interaksi awal. Hal ini menunjukkan bahwa halaman awal tidak hanya berperan sebagai tampilan pembuka, tetapi juga sebagai sarana edukasi awal yang berkontribusi terhadap pengalaman pengguna secara keseluruhan.



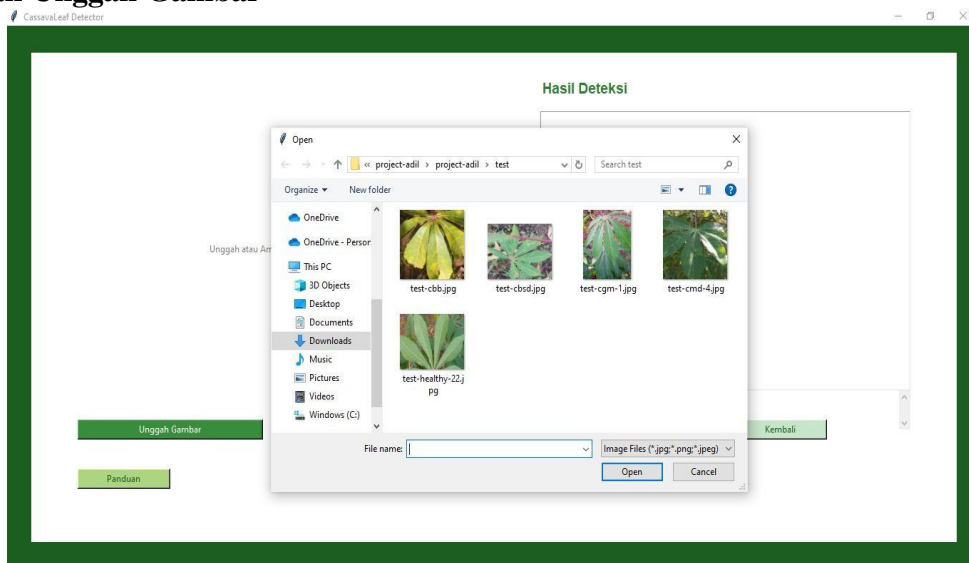
Halaman Deteksi



Gambar 7: Halaman Deteksi

Halaman deteksi merupakan inti dari aplikasi karena menjadi pusat aktivitas utama pengguna dalam mengidentifikasi penyakit daun singkong. Keberadaan fitur unggah gambar, pengambilan gambar melalui kamera, dan proses pemindaian menunjukkan fleksibilitas sistem dalam menyesuaikan kondisi lapangan. Fitur ini sangat relevan bagi petani yang mungkin memiliki keterbatasan perangkat atau kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Desain antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami membantu pengguna menjalankan proses deteksi secara mandiri tanpa pendampingan teknis. Dengan demikian, halaman deteksi tidak hanya berfungsi sebagai media pemrosesan citra, tetapi juga sebagai solusi praktis dalam membantu pengguna melakukan deteksi penyakit secara cepat dan efisien.

Tampilan Unggah Gambar



Gambar 8: Tampilan Unggah gambar



Fitur unggah gambar memberikan alternatif bagi pengguna untuk melakukan deteksi tanpa harus mengambil gambar secara langsung melalui kamera. Keberadaan pratinjau gambar sebelum proses pemindaian menjadi aspek penting dalam memastikan kualitas citra yang digunakan untuk klasifikasi. Hal ini berdampak langsung pada kinerja model CNN, karena kualitas input citra sangat mempengaruhi hasil klasifikasi penyakit. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat memilih gambar dengan kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan yang lebih optimal, sehingga meningkatkan peluang sistem dalam memberikan hasil deteksi yang lebih akurat.

Tampilan Fitur Kamera



Gambar 9: Tampilan Fitur Kamera

Fitur kamera memungkinkan pengguna mengambil gambar daun singkong secara real-time, yang meningkatkan efisiensi dan kepraktisan penggunaan aplikasi di lapangan. Implementasi fitur ini mendukung kebutuhan pengguna yang ingin melakukan deteksi secara langsung tanpa harus menyimpan gambar terlebih dahulu di perangkat. Integrasi langsung antara kamera dan model deteksi berbasis CNN mempercepat alur kerja sistem serta meningkatkan responsivitas aplikasi. Dengan demikian, fitur kamera berkontribusi pada peningkatan pengalaman pengguna dan mendukung tujuan aplikasi sebagai alat deteksi dini penyakit tanaman.





Pengujian Sistem

Black Box Testing

Hasil pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama aplikasi berjalan sesuai dengan perancangan sistem. Setiap fitur, mulai dari membuka aplikasi, mengunggah gambar, mengakses kamera, hingga menampilkan hasil deteksi, dapat dioperasikan tanpa kendala. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional pengguna dan siap digunakan dalam kondisi nyata. Keberhasilan pengujian ini juga menunjukkan bahwa integrasi antara antarmuka pengguna dan model deteksi berbasis CNN telah berjalan dengan baik.

Table 1: Black Box Testing

No	Pernyataan	Sesuai	Tidak Sesuai
1	Membuka Aplikasi	V	
2	Membuka Halaman Deteksi	V	
3	Unggah Gambar	V	
4	Izin Akses Kamera	V	
5	Ambil Gambar dari penyimpanan laptop	V	
6	Ambil gambar dari kamera	V	
7	Hasil deteksi	V	
8	Membuka Halaman Panduan	V	
9	Membuka Halaman Pro I	V	
10	Tombol Kembali	V	

Usability Testing

Hasil *Usability Testing* yang melibatkan 20 responden menunjukkan tingkat kepuasan rata-rata sebesar 88,3%, yang menandakan bahwa aplikasi diterima dengan baik oleh pengguna. Nilai kepuasan yang tinggi pada aspek keakuratan deteksi dan nilai guna aplikasi menunjukkan bahwa pengguna merasakan manfaat langsung dari sistem yang dikembangkan. Meskipun demikian, nilai kepuasan pada aspek kemudahan penggunaan masih memiliki ruang untuk ditingkatkan, yang mengindikasikan perlunya pengembangan lebih lanjut pada desain UI dan UX. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini membuktikan bahwa aplikasi tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga memberikan pengalaman penggunaan yang positif dan mendukung tujuan penelitian.





Table 2: Usability Testing

No	Skenario	Hasil
1	Mengambil gambar dengan kamera	90% Responden menyukai
2	Mengambil gambar dari penyimpanan internal laptop	85% Responden menyukai
3	Nilai keakuratan dalam mendeteksi penyakit daun singkong	100% Responden menyukai
4	Menilai UI dan UX	85% Responden menyukai
5	Nilai guna aplikasi	95% Responden menyukai
6	Kemudahan penggunaan aplikasi	75% Responden menyukai

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan teknik *transfer learning* menggunakan arsitektur MobileNetV2 mampu mendeteksi penyakit pada daun tanaman singkong secara otomatis dengan baik. Model yang dikembangkan memperoleh tingkat akurasi sebesar 83% sehingga cukup andal dalam mengklasifikasikan jenis penyakit berdasarkan citra daun. Pengujian sistem melalui *blackbox testing* menunjukkan bahwa seluruh fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan, sedangkan hasil *usability testing* memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 88,3% yang menandakan aplikasi mudah digunakan. Aplikasi berbasis desktop yang dirancang memiliki antarmuka yang sederhana dan mampu menampilkan hasil klasifikasi penyakit beserta informasi pendukung secara cepat, sehingga dapat membantu petani dalam mengenali penyakit daun singkong lebih dini serta mendukung penerapan pertanian digital.





DAFTAR RUJUKAN

- Arafat, F. A., Ichsan, M. N., & Pramoedya, M. F. (2025). *Pemanfaatan Arsitektur MOBILENET-CNN Untuk Mendiagnosis Penyakit Pada Daun Singkong Melalui Teknologi Citra Digital*. 4.
- Christiawan, G. Y., Putra, R. A., Sulaiman, A., Poerbaningtyas, E., & Putri Listio, S. W. (2023). Penerapan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Dalam Mengklasifikasikan Penyakit Daun Tanaman Padi. *J-INTECH*, 11(2), 294–306. <https://doi.org/10.32664/j-intech.v11i2.1006>
- Faturrachman, M., Yustiana, I., & . S. (2022). Sistem Pendeteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Singkong Menggunakan Deep Learning dan Tensorflow Berbasis Android. *IJIS - Indonesian Journal On Information System*, 7(2), 176. <https://doi.org/10.36549/ijis.v7i2.225>
- Gumelar, G., Sugiharto, T., & Lesmana, I. (2025). *Implementasi CNN untuk identifikasi penyakit daun jagung*. 6(2).
- Islam, F. (n.d.). *A Deep Study of Artificial Intelligence*.
- Istiqomah, N., & Murinto, M. (2024). Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Berbasis Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *JSTIE (Jurnal Sarjana Teknik Informatika) (E-Journal)*, 12(1), 18. <https://doi.org/10.12928/jstie.v12i1.27314>
- Karimah Tauhid, Volume 2 Nomor 1 (2023), e-ISSN 2963-590X. (2023). 2.*
- Nanda, D. D., & Wibowo, A. P. (2025). *Deteksi Otomatis Penyakit Layu Fusarium Pada Daun Tomat Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Ekstraksi Citra Rgb*. 7(4).
- Pakiding, D., Selao, A., & Wahyuddin, W. (2025). Implementasi Computer Vision dalam Mendeteksi Penyakit pada Tanaman Cabai dan Tomat Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Networks. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(3), 841–850. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i3.1989>
- Pangestu, D. A., Aziz, O. Q., & Crysodian, C. (n.d.). *Klasifikasi Penyakit pada Tanaman Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network*.





- Romansyah, A., & Eriana, E. S. (2025). Enterprise Resource Planning (ERP) Performance and Hardware Requirements in Manufacturing. *Bit-Tech*, 8(2), 1560–1570. <https://doi.org/10.32877/bt.v8i2.2998>
- Rozaqi, A. J., Sunyoto, A., & Arief, M. R. (2021). Deteksi Penyakit Pada Daun Kentang Menggunakan Pengolahan Citra dengan Metode Convolutional Neural Network. *Creative Information Technology Journal*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.24076/citec.2021v8i1.263>
- Salsabilla, E. S., Darmansah, D., & Januarita, D. (2022). Analisis Sistem Informasi Panda (SIP) Terhadap Penerimaan Pengguna Menggunakan Metode UTAUT. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, 3(4), 502. <https://doi.org/10.30865/json.v3i4.4131>
- Sariah, S., Suarna, N., Ali, I., & Solihudin, D. (2025). Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Prediksi Penyakit Tanaman Padi Melalui Citra Daun. *Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika)*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.31603/komtika.v9i1.12852>
- Utomo, P. T., Santoso, B., & Kacung, S. (2025). Sistem Deteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Kentang Menggunakan Metode CNN Arsitektur VGG-Net. 7(2).
- Zalmi, W. F., Saputro, P. H., Sitanggang, J., Leatemia, K., & Bahu, J. K. U. (2025). Penerapan Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Klasifikasi Penyakit Daun Tomat.
- Zein, A. (2020). Memprediksi Usia dan Jenis Kelamin Menggunakan Convolutional Neural Networks. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 30(1). <https://doi.org/10.37277/stch.v30i1.727>

