

Identifikasi Penyakit Virus Kuning pada Tanaman Cabai dengan Pendekatan CNN

Muhamad Rizki Ridhwan^{1*}, Hudori²

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Informatika dan Komputer, Universitas Binaniaga Indonesia
Email: rizkiridwanan490@gmail.com

²Corresponding Author

ABSTRACT

Penyakit virus kuning merupakan salah satu gangguan utama yang sering menyerang tanaman cabai. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pendekatan machine learning berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam mengidentifikasi penyakit virus kuning secara lebih cepat dan akurat. Data citra diperoleh dari dataset penelitian, kemudian diproses melalui tahapan pre-processing dan pelatihan model CNN dengan evaluasi menggunakan *Confusion Matrix*. Hasil pengujian menunjukkan nilai akurasi 83,33%, presisi 83,33%, recall 83,33%, dan F1-Score 83,33%. Selain itu, uji kelayakan melalui *kuesioner PSSUQ* memperoleh skor kepuasan keseluruhan sebesar 97,92%. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan algoritma CNN pada sistem berbasis web mampu memberikan prediksi yang cukup akurat dan efektif dalam mengidentifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai.

Kata Kunci : Virus Kuning, Cabai, Convolutional Neural Network, MobileNetV2, PSSUQ.

ABSTRAK

Yellow virus disease is one of the major disorders that frequently attacks chili plants. This study aims to apply a Convolutional Neural Network (CNN)-based machine learning approach to identify yellow virus disease more quickly and accurately. Image data was obtained from the research dataset, then processed through pre-processing and CNN model training stages with evaluation using a Confusion Matrix. Test results showed an accuracy of 83.33%, a precision of 83.33%, a recall of 83.33%, and an F1-Score of 83.33%. Furthermore, the feasibility test using the PSSUQ questionnaire obtained an overall satisfaction score of 97.92%. Thus, this study demonstrates that the application of the CNN algorithm to a web-based system can provide fairly accurate and effective predictions in identifying yellow virus disease in chili plants.

Keywords: Yellow Virus, Chili, Convolutional Neural Network, MobileNetV2, PSSUQ.

A. PENDAHULUAN

Sektor pertanian memegang peranan yang sangat vital dalam kehidupan manusia, baik sebagai penyedia pangan utama maupun sebagai pendorong ekonomi di banyak negara. Ketergantungan yang tinggi pada sektor ini menunjukkan betapa pentingnya keberlanjutan sistem pertanian yang produktif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan pangan global. Selain itu, sektor ini juga memiliki potensi besar untuk berkembang melalui inovasi teknologi, yang dapat meningkatkan efisiensi produksi dan hasil pertanian. Meskipun demikian, sektor pertanian menghadapi berbagai tantangan yang dapat menghambat pencapaian potensi tersebut. Salah satu masalah besar yang dihadapi adalah serangan penyakit tanaman, yang dapat berdampak buruk pada produktivitas dan kualitas hasil pertanian.

Sektor pertanian menghadapi tantangan yang terus berkembang seiring dengan perubahan iklim, pertumbuhan populasi, dan peningkatan kebutuhan pangan global. Dalam skala global, sektor ini dihadapkan pada tekanan besar untuk meningkatkan produktivitas dengan cara yang berkelanjutan, tanpa merusak ekosistem. Indonesia, sebagai negara agraris, memiliki potensi besar dalam sektor ini, terutama dalam produksi tanaman hortikultura yang beragam. Namun, ancaman serangan penyakit tanaman sering kali menjadi kendala utama dalam upaya memaksimalkan potensi ini.

Hortikultura merupakan cabang ilmu pertanian yang secara khusus berfokus pada budidaya tanaman seperti sayuran, buah-buahan, bunga, dan tanaman hias. Bidang ini memiliki peran strategis dalam memenuhi kebutuhan pangan, meningkatkan estetika lingkungan, dan mendukung pertumbuhan ekonomi masyarakat. Sebagai salah satu komponen utama sektor pertanian, tanaman hortikultura tidak hanya berkontribusi sebagai sumber nutrisi yang esensial, tetapi juga menjadi komoditas bernilai ekonomi tinggi yang menopang perekonomian lokal maupun global. Meskipun demikian, budidaya tanaman hortikultura dihadapkan pada tantangan yang kompleks, seperti serangan hama dan penyakit yang dapat mengurangi produktivitas secara signifikan. Dengan demikian, pengelolaan yang berbasis inovasi dan teknologi menjadi langkah yang sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan hasil produksi, sekaligus mendukung stabilitas sektor pertanian secara holistik.

Tanaman cabai merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta sering

digunakan untuk menambah cita rasa pedas pada berbagai jenis masakan. Secara botani, cabai termasuk dalam kelompok tumbuhan suku terung-terungan dan dikategorikan sebagai sayuran. Tanaman ini tidak hanya dimanfaatkan sebagai bumbu masakan, tetapi juga memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, seperti vitamin A, protein, karbohidrat, mineral, kalsium, fosfor, dan zat besi (Nur'aini, 2019, pp. 10–11).

Cabai merah, sebagai salah satu jenis cabai, menjadi komoditas unggulan dengan nilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Budidayanya dapat dilakukan di berbagai wilayah, mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi, serta di lahan sawah maupun lahan kering. Cabai merah sendiri terbagi menjadi dua jenis yang populer di kalangan petani, yaitu cabai merah besar dan cabai merah keriting, yang banyak dibutuhkan dalam berbagai keperluan pasar (Moekasan et al., n.d., p. 10).

Selain itu, cabai juga dapat dibedakan berdasarkan ukuran dan warnanya. Cabai kecil dikenal sebagai cabai rawit, sedangkan cabai besar sering digunakan dalam masakan tertentu. Berdasarkan warnanya, cabai dibedakan menjadi cabai merah dan cabai hijau, yang masing-masing dipilih sesuai kebutuhan dalam pengolahan makanan (Nur'aini, 2019, pp. 10–11). Hal ini menjadikan tanaman cabai sebagai salah satu tanaman hortikultura yang bernilai penting dalam sektor pertanian Indonesia.

Namun selain nilai ekonomisnya bagus, tanaman cabai juga sangat rentan terhadap penyakit. sehingga kegagalan tanam/panen masih cukup tinggi di Indonesia. oleh karena itu harga cabai di waktu tertentu nilainya sangat tinggi dikarenakan kelangkaan cabai yg salah satunya karena gagal panen. salah satu penyakit yg sering menimpa tanaman cabai adalah virus kuning.

Virus kuning pada tanaman cabai ditandai dengan gejala vein clearing, yaitu bagian-bagian daun di sekitar tulang daun yang menguning (Asie & M. Hidayat, 2023, p. 155). Gejala lainnya meliputi perubahan warna tulang daun menjadi kuning terang, yang dimulai dari daun-daun muda di pucuk tanaman. Kondisi ini kemudian berkembang menjadi warna kuning yang lebih jelas, disertai dengan tulang daun yang menebal dan daun menggulung ke atas (cupping). Selanjutnya, daun-daun menjadi lebih kecil, berwarna kuning terang, dan tanaman mengalami pertumbuhan kerdil. Akibatnya, produksi buah menurun drastis, bahkan dalam kondisi parah tanaman tidak mampu menghasilkan buah sama sekali.

Penyakit virus kuning merupakan salah satu organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang menyerang tanaman cabai dan dapat menyebabkan penurunan kualitas maupun kuantitas hasil produksi. Berdasarkan Tabel 1 data observasi pada musim tanam Oktober–Maret 2024/2025 di wilayah Kabupaten Bogor, serangan penyakit ini teridentifikasi pada beberapa kecamatan seperti Cigombong, Caringin, dan Cisarua. Gejala umum yang ditimbulkan antara lain penguningan daun, pengerdilan tanaman, serta dapat mengurangi jumlah dan kualitas buah cabai yang dihasilkan. Metode identifikasi yang digunakan saat ini masih bersifat konvensional, yaitu dilakukan melalui pengamatan visual langsung oleh petani. Pendekatan ini memiliki berbagai keterbatasan, salah satunya tingkat akurasi yang rendah akibat kemiripan gejala antar jenis penyakit, ketergantungan pada pengalaman individu, serta waktu yang dibutuhkan untuk melakukan identifikasi secara menyeluruh di lapangan. Hal tersebut menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan serta berpotensi memperluas penyebaran penyakit.

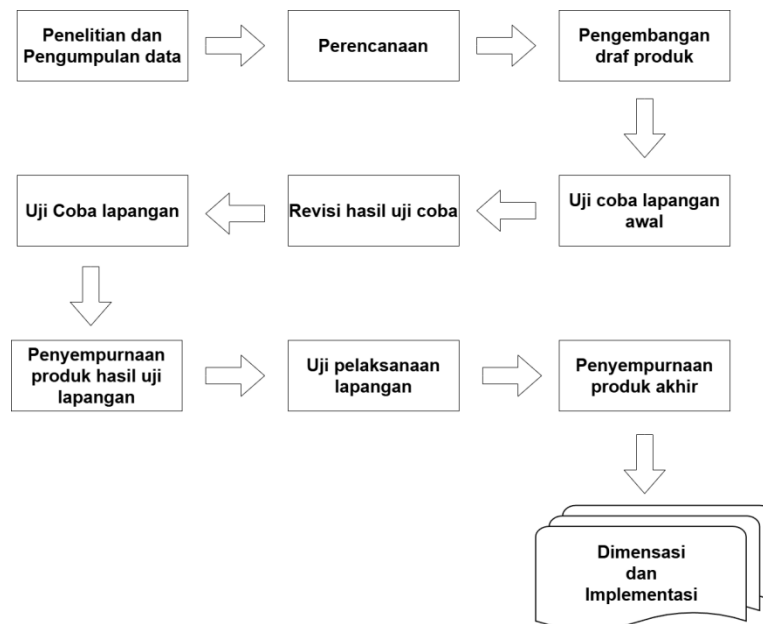
Tabel 1 data observasi pada musim tanam Oktober–Maret 2024/2025 di wilayah Kabupaten Bogor

No	Kecamatan	Jenis OPT	Luas Tanaman (Ha)	Umur (HST)	Luas Terkendali (Ha)	Rasio	Total Pengendalian
1	Cigombong	Virus Kuning	7	45-P			1
2	Caringin	Virus Kuning	5	45-P			1
3	Cisarua	Virus Kuning	6	30-P		0.1	0.1

Sebagai alternatif solusi terhadap permasalahan tersebut, teknologi pengolahan citra digital dengan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) menawarkan kemampuan dalam mengenali pola visual dari gejala penyakit secara terkomputerisasi. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan kondisi daun tanaman cabai secara presisi, sehingga proses identifikasi dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (R&D) yang bertujuan mengembangkan aplikasi deteksi penyakit tanaman menggunakan jaringan saraf konvolusional (CNN). Pada fase penelitian, pendekatan Borg dan Gall yang dimodifikasi disesuaikan menurut persyaratan penelitian. Menurut Borg dan Gall (1998), metodologi penelitian dan pengembangan (R&D) dapat diartikan sebagai penelitian dan pengembangan. Richey dan Kelin (2009) sekarang menggunakan istilah “Penelitian Desain dan Pengembangan”, yang dapat diterjemahkan sebagai desain penelitian dan pengembangan. Borg dan Gall (1998) menjelaskan bahwa penelitian dan pengembangan adalah proses atau metode yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan produk (Prof Dr. Sugiyono, 2019, p. 752). Produk yang dimaksud dapat berupa perangkat lunak, dan validasi produk bertujuan untuk menguji efektivitas atau kelayakan suatu produk yang ada. Selain itu, pengembangan produk dilakukan untuk mengembangkan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada agar lebih praktis, efektif, dan efisien. Langkah-langkah penerapan metode R&D ditunjukkan pada Gambar 1. Langkah-langkah R&D.



Gambar 1 Langkah-langkah R&D

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diuraikan berdasarkan prosedur pengembangan, berikut adalah tahapan – tahapan yang digunakan:

1. Analisa Kebutuhan dan Hasil Analisa Kebutuhan

a. Analisa Kebutuhan

Tahap analisa kebutuhan dilakukan untuk merumuskan komponen yang diperlukan dalam pengembangan sistem SIVIKUN (Sistem Identifikasi Virus Kuning) berbasis algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Proses ini diawali dengan identifikasi permasalahan di lapangan, dilanjutkan dengan penentuan data dan sumber informasi yang dibutuhkan. Kegiatan pada tahap ini mencakup:

1) Pengumpulan Dokumen

Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh informasi terkait penyakit virus kuning pada tanaman cabai, gejala serangan, serta metode penanganan yang telah diterapkan. Sumber dokumen meliputi catatan lapangan POPT.

2) Observasi Lapangan

Observasi dilaksanakan dengan melakukan pengamatan langsung pada lahan pertanian cabai di wilayah Cisarua. Pengamatan difokuskan pada daun yang menunjukkan tanda-tanda serangan virus kuning, seperti perubahan warna menjadi kuning, bentuk daun yang kaku dan terdapat kutu dibelakang daun atau batang pada daun. Setiap temuan kemudian diverifikasi melalui diskusi dengan POPT setempat untuk memastikan keakuratan data.

3) Pengumpulan Dataset

Dataset citra dikumpulkan sebagai bahan utama pelatihan dan pengujian model CNN. Data

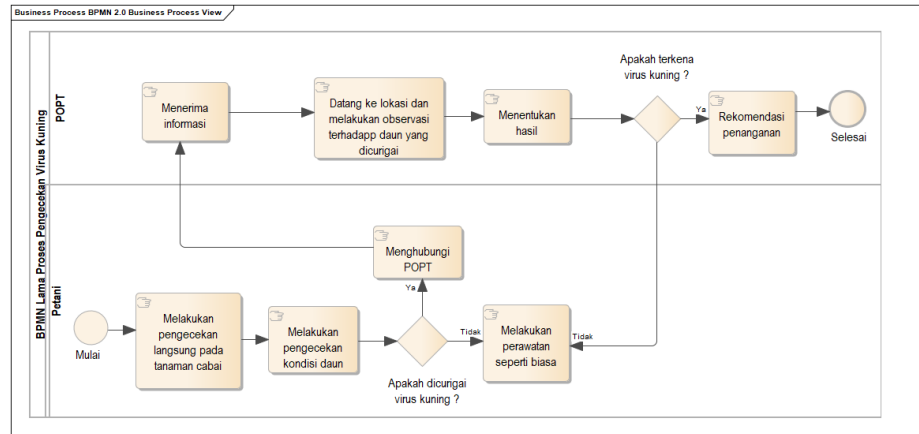
diperoleh dari hasil dokumentasi di lapangan serta sumber sekunder yang kredibel. Seluruh citra disesuaikan dengan standar yang diterapkan pada sistem SIVIKUN, yaitu resolusi 224x224 piksel, format JPG/PNG, dan ukuran maksimal 5 MB, agar dapat diproses secara optimal oleh sistem.

b. Hasil Analisa Kebutuhan

Berdasarkan Analisa kebutuh terdapat 3 hasil yaitu:

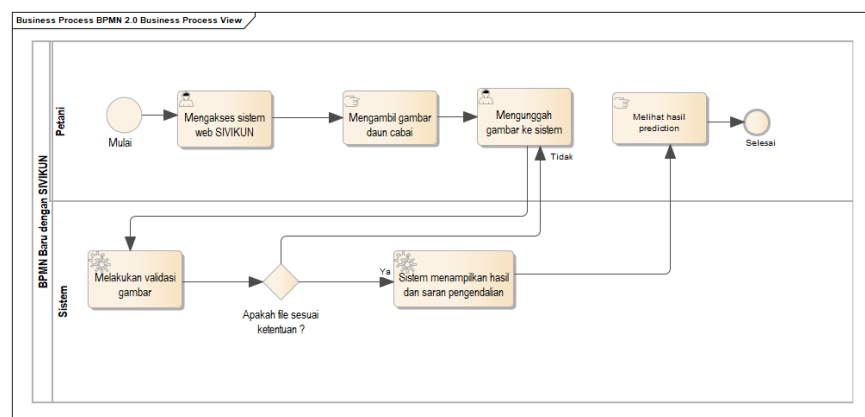
1) Hasil Analisa Proses

Berdasarkan pada proses analisis dilakukkebutuhanan untuk memahami alur kerja identifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai, baik sebelum maupun sesudah penerapan sistem SIVIKUN. Adapun bisnis proses lama yang dilakukan oleh petani dijelaskan pada gambar 2.



Gambar 2 Bisnis Proses Lama

Berdasarkan Gambar 2 Bisnis proses lama, identifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai dilakukan dengan cara petani melakukan pengecekan langsung pada tanaman, memeriksa kondisi daun, dan jika ditemukan gejala mencurigakan, menghubungi POPT setempat untuk konfirmasi, sementara jika tidak terdapat gejala, petani melanjutkan perawatan rutin; setelah menerima laporan, POPT melakukan kunjungan ke lokasi untuk observasi, menentukan hasil identifikasi, serta memberikan rekomendasi penanganan apabila tanaman terinfeksi, dan jika tidak, petani tetap melaksanakan perawatan seperti biasa. Proses ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain memerlukan waktu yang relatif lama karena harus menunggu kunjungan POPT, bergantung pada ketersediaan petugas lapangan, serta berisiko terjadi kesalahan identifikasi akibat keterbatasan pengamatan visual di lapangan. Adapun solusi terhadap permasalahan yang sedang terjadi maka diperlukan sebuah sistem baru. Berikut bisnis proses baru yang dijelaskan pada Gambar 3



Gambar 3 Bisnis Proses Baru

Berdasarkan gambar 3 Bisnis proses baru, identifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai

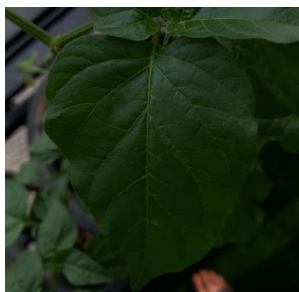
dilakukan dengan cara petani mengakses sistem web SIVIKUN, mengambil gambar daun cabai, dan mengunggahnya ke sistem; selanjutnya, sistem melakukan validasi gambar berdasarkan ketentuan resolusi 224x224 piksel, ukuran maksimal 5 MB, dan format JPG/PNG, di mana jika gambar sesuai, sistem memproses citra secara terkomputerisasi menggunakan model CNN untuk menampilkan hasil identifikasi beserta saran pengendalian, sedangkan jika tidak sesuai, pengguna diarahkan untuk mengunggah ulang gambar; setelah itu, petani dapat melihat prediksi kondisi tanaman dari hasil analisis yang ditampilkan. Proses ini memiliki keunggulan dibandingkan metode lama, yaitu dapat dilakukan secara mandiri, cepat, dan berbasis sistem tanpa harus menunggu kedatangan POPT, serta menghasilkan identifikasi yang lebih konsisten karena menggunakan pemrosesan citra berbasis CNN.

2) Hasil Analisa Metode

Untuk mengidentifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai. Agar metode ini dapat berjalan optimal, diperlukan data latih berupa citra daun cabai yang representatif, proses pra-pengolahan (pre-processing) untuk menyiapkan data sebelum dilakukan pelatihan model, serta perancangan arsitektur CNN yang sesuai untuk mendukung akurasi klasifikasi.

a) Dataset yang digunakan

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua kategori utama, yaitu daun cabai virus kuning dan daun cabai sehat. Masing-masing kategori berjumlah 50 citra, sehingga total dataset yang digunakan adalah 100 citra. Berikut ditampilkan contoh dataset yang digunakan:



Gambar 4 Dataset Virus Kuning



Gambar 5 Dataset Sehat

b) Pre – Processing Data

Setelah memperoleh dataset citra daun cabai sehat dan virus kuning, dilakukan tahap pre-processing untuk mempersiapkan data sebelum digunakan dalam pelatihan model. Tahapan ini mencakup resize citra menjadi ukuran seragam 224 x 224 piksel, normalisasi piksel dengan mengubah nilai intensitas ke dalam rentang 0–1 agar komputasi lebih efisien, serta augmentasi data berupa rotasi, flipping, dan zooming yang bertujuan memperbanyak jumlah data serta meningkatkan keragaman citra sehingga model CNN dapat mengenali pola secara lebih baik. Berikut gambar yang sudah di augmentasi :



Gambar 6 Augmentasi Virus Kuning



Gambar 7 Augmentasi Sehat

Lanjut tahapan dalam proses pre-processing, dibagi menjadi 3 yaitu :

- (a) Latih (training data) 70%
- (b) Validasi (validasi data) 15%
- (c) Uji (testing data) 15%

c) Arsitektur Model

Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) pada sistem SIVIKUN terdiri atas beberapa lapisan yang saling terhubung dan bekerja secara berurutan.

- (1) Input Layer, menerima citra daun cabai berukuran 224x224 piksel dengan tiga kanal warna (RGB).
- (2) Convolutional Layer, mengekstraksi fitur penting seperti tekstur, pola urat, dan perubahan warna menggunakan filter berukuran kecil. Hasil ekstraksi tersebut kemudian diperkecil melalui pooling layer (MaxPooling).
- (3) Pooling Layer, mereduksi dimensi data sekaligus mempertahankan fitur dominan agar proses komputasi menjadi lebih efisien.
- (4) Flatten Layer, mengubah hasil ekstraksi dua dimensi menjadi vektor satu dimensi sebagai masukan untuk lapisan selanjutnya.
- (5) Fully Connected Layer, menggabungkan seluruh fitur dan menghasilkan representasi untuk klasifikasi.
- (6) Output Layer, Lapisan terakhir menggunakan fungsi aktivasi Sigmoid, karena klasifikasi hanya terdiri dari dua kelas yaitu : 0 untuk sehat dan 1 untuk virus kuning. kemudian hasil keluaran berupa nilai probabilitas (0–1), yang ditafsirkan sebagai prediksi kondisi daun cabai.

3) Hasil Analisa Kebutuhan Sistem

Pada tahapan ini dilakukan perancangan berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dimana mencakup 3 tahapan yaitu :

a) Hardware

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk mendukung proses pengembangan prototype penelitian ini adalah menggunakan spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

- (a) Processor : AMD A8-7410 APU with AMD Radeon R5 Graphics 2.20 GHz
- (b) RAM : 4,00 GB
- (c) HDD : 368 GB
- (d) Keyboard : Standard PS/2 Keyboard & PS/2 Compatible Mouse

b) Software

- (a) Apache Server
- (b) Mysql
- (c) PHP 8.0.30
- (d) Python 3.12.3
- (e) Flask
- (f) Sistem Operasi: Microsoft Windows 11 Pro x64
- (g) Visual Studio
- (h) Google Chrome
- (i) Google Collab

2. Pembahasan

Pembahasan ini bagian pengujian prototype sistem, yang terdiri dari uji coba dengan ahli dan pengguna untuk menilai kelayakan dari sistem yang dikembangkan.

a. Uji Coba Ahli

Pengujian sistem pada tahap ini dilakukan oleh dosen Fakultas Informatika dan Komputer Universitas Binaniaga Indonesia selaku ahli di bidangnya. Tujuan pengujian adalah untuk menilai prototipe aplikasi yang dikembangkan dalam mengidentifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai, sekaligus memberikan masukan guna penyempurnaan sistem. Instrumen yang digunakan berupa kuesioner yang memuat pertanyaan-pertanyaan terkait alur sistem, tampilan antarmuka, serta fungsi keseluruhan aplikasi. Selain itu, metode pengujian yang diterapkan adalah blackbox testing, dengan fokus pada kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan yang telah dirancang. Hasil dari uji coba ahli dengan metode blackbox disajikan pada tabel 2 uji ahli.

Tabel 2 Uji Ahli

No	Pertanyaan	Proses yang diuji	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	
				Ahli 1	Ahli 2
1	a . Login dengan username dan password valid (Petani) b . Login dengan username atau password salah	Halaman Login	a. Masuk ke Home dan dapat mengakses halaman Identifikasi serta Riwayat b. Muncul notifikasi: "username atau password salah"	1	1
2	a. Registrasi akun dengan data lengkap dan valid b. Registrasi akun dengan data yang belum lengkap	Halaman Register	a. Akun berhasil dibuat, muncul pesan "Pendaftaran berhasil, silakan login" b. Muncul notifikasi: untuk mengisi halaman yang belum terisi.	1	1
3	Unggah gambar pada halaman Identifikasi	Halaman Identifikasi	Sistem memproses gambar, menampilkan hasil prediksi: "Terdeteksi Virus Kuning" dengan persentase akurasi, dan menampilkan saran penanganan. ataupun sebaliknya Sistem memproses gambar, menampilkan hasil prediksi: "Sehat" dengan persentase akurasi, dan menampilkan saran tanaman terlihat sehat. tetap pantau secara berkala.	1	1
4	Mengakses halaman Riwayat setelah login	Halaman Riwayat	Menampilkan daftar riwayat identifikasi pengguna sesuai urutan terbaru, termasuk gambar, tanggal, hasil prediksi, akurasi.	1	1
5	Logout dari sistem	Proses Logout	Pengguna diarahkan ke halaman login dan sesi berakhir.	1	1
Jumlah				5	5
Nilai Tertinggi				5	5

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.1 uji ahli total skor yang diperoleh adalah 20. Untuk mengetahui tingkat kelayakan sistem, dilakukan perhitungan dengan metode blackbox testing, yaitu dengan membandingkan hasil aktual sistem terhadap hasil yang diharapkan pada setiap skenario uji. Dari proses perhitungan tersebut diperoleh bahwa seluruh fungsi utama telah berjalan sesuai dengan kebutuhan, sehingga sistem dapat dinyatakan layak digunakan.

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{5 + 5}{10} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{10}{10} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = 100\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan pengujian dengan metode blackbox, diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100%, yang menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama pada sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan dan dapat dikategorikan layak digunakan. Meskipun demikian, untuk penyempurnaan lebih lanjut, ahli juga diberikan ruang untuk menyampaikan saran terbuka yang berisi masukan terkait aspek antarmuka, alur sistem, maupun pengembangan fitur tambahan. Masukan tersebut diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam meningkatkan kualitas sistem pada tahap pengembangan selanjutnya.

b. Uji Pengguna

Uji coba ini melibatkan tiga orang pengguna, yang seluruhnya merupakan petani cabai. Pada tahap ini, pengguna diperkenalkan dengan cara kerja sistem, mulai dari proses login dan registrasi, hingga melakukan identifikasi daun cabai secara langsung melalui aplikasi. Setelah mencoba seluruh fitur utama, pengguna diminta memberikan penilaian terhadap tingkat kelayakan sistem melalui kuesioner, serta menyampaikan pendapat atau saran berdasarkan pengalaman penggunaan. Hasil pengolahan data kuesioner tersebut disajikan pada tabel 4.2 uji pengguna.

Tabel 3 Uji Pengguna

No	Pertanyaan	Responden		
		R1	R2	R3
1	P1	5	5	5
2	P2	5	5	5
3	P3	5	5	5
4	P4	5	5	5
5	P5	5	5	5
6	P6	4	5	5
7	P7	4	4	5
8	P8	5	4	5
9	P9	5	5	5
10	P10	5	4	5
11	P11	5	5	5
12	P12	5	5	5
13	P13	5	5	5
14	P14	5	5	5
15	P15	5	5	5
16	P16	5	5	5
Jumlah		78	77	80
		235		

Berdasarkan hasil pengolahan data dari 16 pertanyaan kuesioner PSSUQ, penilaian dikelompokkan ke dalam empat kategori utama, yaitu: kepuasan secara keseluruhan (overall satisfaction), kegunaan sistem (system usability), kualitas informasi (information quality), serta kualitas antarmuka (interface quality). Pembagian

kategori ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang lebih terperinci mengenai aspek-aspek yang dinilai pengguna dalam menggunakan sistem.

a. Keseluruhan (Overall Satisfaction)

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{235}{240} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = 97,92\%$$

Dalam kategori overall satisfaction, nilai kepuasan yang diperoleh secara keseluruhan adalah 235 dari skor maksimal 240 berdasarkan 16 pertanyaan kuesioner PSSUQ. Dengan demikian, diperoleh persentase kelayakan sebesar 97,92%, yang menunjukkan bahwa sistem berada pada kategori sangat layak untuk digunakan.

b. Kegunaan Sistem (System Usability)

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{89}{90} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = 98,89\%$$

Dalam kategori kegunaan sistem (system usability), skor yang diperoleh adalah 89 dari skor maksimal 90. Hasil tersebut menghasilkan persentase kelayakan sebesar 98,89%, dari 6 pertanyaan P1 - P6. Menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi aspek kegunaan dengan sangat baik serta mudah dipahami oleh pengguna.

c. Kualitas Informasi (Information Quality)

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{86}{90} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = 95,55\%$$

Dalam kategori kualitas informasi (information quality), skor yang diperoleh adalah 86 dari skor maksimal 90. Persentase kelayakan yang dihasilkan sebesar 95,55%, dari 6 pertanyaan P1 - P6. Menunjukkan bahwa informasi yang ditampilkan sistem dinilai jelas, akurat, dan relevan oleh pengguna.

d. Kualitas Antarmuka (Interface Quality)

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{60}{60} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = 100\%$$

Dalam kategori kualitas antarmuka (interface quality), skor yang diperoleh adalah 60 dari skor maksimal 60. Persentase kelayakan yang dihasilkan sebesar 100 dari 6 pertanyaan P1 - P6. Menunjukkan bahwa tampilan antarmuka sistem dinilai sangat baik, mudah dipahami, dan mendukung kemudahan interaksi pengguna dengan sistem.

c. Uji Hasil

Pengujian hasil penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung terhadap pengguna untuk menilai efektivitas penggunaan sistem. Tingkat efektivitas dihitung berdasarkan tingkat keberhasilan pengguna dalam

menyelesaikan tugas yang diberikan pada aplikasi, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4. Berikut adalah perhitungan efektivitas menggunakan rumus Field Observation:

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Skor yang diperoleh = 235 (hasil dari skor yang didapat observasi)

Skor Maksimal = (skor tertinggi) x (jumlah pertanyaan) x (jumlah responden)

Skor Maksimal = 240

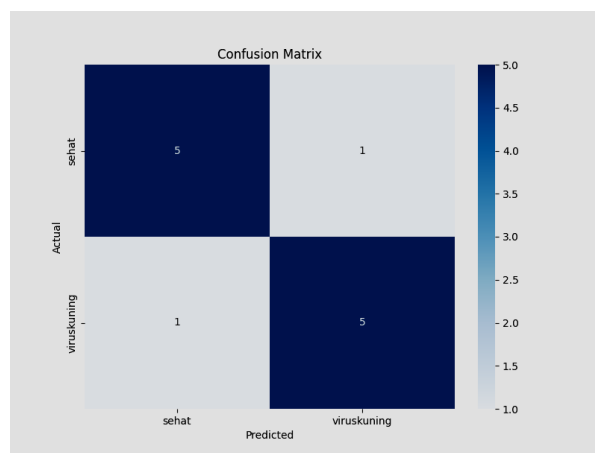
$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{235}{240} \times 100\%$$

Efektivitas (%) = 97,92%

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa prototipe sistem memiliki tingkat efektivitas sebesar 97,92%, yang termasuk dalam kategori sangat efektif untuk mendukung identifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai.

Confusion Matrix

Hasil pengujian dengan menggunakan Confusion Matrix diterapkan untuk menilai performa model dalam mengklasifikasikan penyakit virus kuning pada tanaman cabai. Pengujian ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai akurasi, presisi, recall, serta F1-score sebagai indikator utama kualitas model yang dibangun. Berikut gambar 4. confusion matrix dari hasil pelatihan model CNN:



Gambar 8 Confusion Matrix

a. Akurasi

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi confusion matrix dengan nilai True Positive (5) dan True Negative (5) serta total data sebanyak 12 (TP+TN+FP+FN), maka hasil Akurasi yang didapatkan adalah:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{5 + 5}{12} = \frac{10}{12} = 0,833 = 83,3\%$$

b. Presisi

Berdasarkan hasil perhitungan presisi confusion matrix dengan nilai True Positive (5) dan False Positive (1), maka hasil Presisi yang diperoleh adalah:

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{5}{6} = 0,833 = 83,3\%$$

c. Recall

Berdasarkan hasil perhitungan recall confusion matrix dengan nilai True Positive (5) dan False Negative (1), maka hasil Recall yang diperoleh adalah:

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{5}{6} = \frac{5}{6} = 0,833 = 83,3\%$$

d. F1-score

Berdasarkan hasil perhitungan F1-Score dengan menggunakan nilai Presisi (0.833) dan Recall (0.833), maka hasil F1-Score yang diperoleh adalah:

$$\text{F1 - score} = \frac{2 \times \text{Presisi} \times \text{Recall}}{\text{Presisi} + \text{Recall}}$$

$$\text{F1 - score} = \frac{2 \times 0,833 \times 0,833}{0,833 + 0,833} = 0,833 = 83,3\%$$

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan mengenai identifikasi penyakit virus kuning pada tanaman cabai menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model CNN yang dikembangkan mampu melakukan identifikasi penyakit virus kuning pada citra daun cabai dengan cukup baik. Proses ekstraksi fitur visual yang dilakukan CNN dapat membedakan antara daun sehat dan daun yang terinfeksi sesuai dengan tujuan penelitian.
2. Hasil pengujian menunjukkan kinerja sistem yang cukup optimal dengan nilai akurasi sebesar 83,3%, precision 83,3%, recall 83,3%, dan F1-score 83,3%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga keseimbangan antara ketepatan klasifikasi dan kemampuan mendeteksi penyakit secara benar.
3. Sistem yang dibangun berbasis web telah berhasil diimplementasikan dengan antarmuka sederhana, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu oleh petani maupun pihak terkait dalam mendeteksi penyakit virus kuning secara cepat dan objektif dibandingkan pemeriksaan secara konvensional.
4. Meskipun sistem menunjukkan performa yang baik, terdapat keterbatasan dalam pengujian terutama pada kondisi citra yang kurang ideal (pencahayaan tidak merata, objek buram, atau daun terhalang). Selain itu, cakupan deteksi masih terbatas pada satu jenis penyakit, sehingga perlu adanya pengembangan dataset.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asie, E. R., & M. Hidayat, M. M. S. R. P. M. (2023). *Teknologi Produksi Tanaman Sayuran*. Penerbit P4I. <https://books.google.co.id/books?id=J7OpEAAAQBAJ>
- [2] D. Tejaswi, T. Sri Vaishnavi, B. Nandini, P. Nuka Raju, & D. Jayanth Babu. (2024). Plant disease detection using deep learning. *International Journal of Science and Research Archive*, 12(1), 2476–2488. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.12.1.1043>
- [3] Ghosh, H., Rahat, I. S., Shaik, K., Khasim, S., & Yesubabu, M. (2023). Potato Leaf Disease Recognition and Prediction using Convolutional Neural Networks. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*, 10(6). <https://doi.org/10.4108/eetsis.3937>
- [4] Indah Purnama Sari, S. T. M. K. (2021). *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*. umsu press. <https://books.google.co.id/books?id=1LVKEAAAQBAJ>
- [5] Ismail Alif Siregar, M. A. (2024). *Design Thinking Sebagai Solusi Mobilitas Awal dan Akhir*. Uwais Inspirasi Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=pAlaEQAAQBAJ>
- [6] 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>
- [7] Jalil, E. A., Wahyuningsih, P., Umar, D. N., Risal, M., Anatasya, A. E. F., Agusdi, Y., Sepriano, S., & Pamela, E. (2024). *Buku Ajar Pengolahan Citra Berbasis Open Source*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=E6cfEQAAQBAJ>
- [8] Junaidi, S., Beno, I. S., Farkhan, M., Supartha, I. K. D. G., Pasaribu, A. A., Kmurawak, R. M. B., Supiyanto, S., Sroyer, A. M., Reba, F., & Fitriyanto, R. (2024). *Buku Ajar Machine Learning*. PT. Sonpedia Publishing

Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=ACT2EAAAQBAJ>

- [9] Kartika Candra Kirana, S. P. M. K. (2021). *PENGOLAHAN CITRA DIGITAL: Teori dan Penerapan Pengolahan Citra Digital pada Deteksi Wajah*. Ahlimedia Book. <https://books.google.co.id/books?id=cN1SEAAAQBAJ>
- [10] Kushariyadi, K., Apriyanto, H., Herdiana, Y., Asy'ari, F. H., Judijanto, L., Pasrun, Y. P., Mardikawati, B., Agusdi, Y., & Dihniah, N. (2024). *Artificial Intelligence: Dinamika Perkembangan AI Beserta Penerapannya*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=1g0nEQAAQBAJ>
- [11] Laksono, F. B. (2024). Deteksi penyakit tanaman dengan convolution neural network: Kombinasi arsitektur VGG16 dan ResNet34 untuk klasifikasi daun. *JURNAL KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI*, 2(2). <https://doi.org/10.26714/jkti.v2i2.13932>
- [12] M.B. Gigih Baskoro Ashari. (2024). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network untuk Meningkatkan Identifikasi Penyakit Tanaman Durian. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 2(4), 162–172. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i4.418>
- [13] Mahendra, G. S., Ohyver, D. A., Umar, N., Judijanto, L., Abadi, A., Harto, B., Anggara, I. G. A. S., Ardiansyah, A., Saktisyahputra, S., & Setiawan, I. K. (2024). *Tren Teknologi AI: Pengantar, Teori, dan Contoh Penerapan Artificial Intelligence di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=qBsFEQAAQBAJ>
- [14] Mochammad Faisal Nur Sayyid. (2024). Klasifikasi Penyakit Daun Jagung Menggunakan Metode CNN Dengan Image Processing HE Dan CLAHE. *Jurnal Teknik Informatika Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 86–95. <https://doi.org/10.55606/jutiti.v4i1.3425>
- [15] Moekasan, T. K., Prabaningrum, L., Adiyoga, W., & de Putter, H. (n.d.). *Panduan Praktis Budi Daya Cabai Merah: Berdasarkan Konsepsi Pengendalian Hama Terpadu (PHT)*. Penebar Swadaya Grup. <https://books.google.co.id/books?id=eNdnCAAAQBAJ>
- [16] Nur'aini, H. I. M. (2019). *Mengenal Tanaman Hortikultura*. Penerbit Duta. <https://books.google.co.id/books?id=9yHCDwAAQBAJ>
- [17] Nursiyono, J. A. (2023). *MACHINE LEARNING dengan R Teori & Praktikum*. Media Nusa Creative (MNC Publishing). <https://books.google.co.id/books?id=4T-xEAAAQBAJ>
- [18] Poornima, S., Sripriya, N., Alrasheedi, A. F., Askar, S. S., & Abouhawwash, M. (2023). Hybrid Convolutional Neural Network for Plant Diseases Prediction. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 36(2), 2393–2409. <https://doi.org/10.32604/iasc.2023.024820>
- [19] Prof Dr. Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, dan Penelitian Pendidikan)*.
- [20] Putra, J. V. P., Ayu, F., & Julianto, B. (2023). Implementasi Pendeteksi Penyakit pada Daun Alpukat Menggunakan Metode CNN. *Stains (Seminar Nasional Teknologi & Sains)*, 2(1), 155–162. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/2888>
- [21] Rasywir, E., Sinaga, R., & Pratama, Y. (2020). Analisis dan Implementasi Diagnosis Penyakit Sawit dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 22(2), 117–123. <https://doi.org/10.31294/p.v22i2.8907>
- [22] Ristanti, E. L. P. (2024). ANALISIS DAN PERBANDINGAN ARSITEKTUR VGG16 DAN MOBILENETV2 UNTUK KLASIFIKASI DAN IDENTIFIKASI PENYAKIT DAUN PADA TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN CNN. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi, Vol. 2 No. 9 (2024): Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 216–226. <https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/view/2381/2303>
- [23] S, M. S. W. (2024). *Deep Learning Convolutional Neural Networks: Pemrograman Python + Arduino serta Aplikasi pada Komputer Vision, Speech Recognition, dan Mobile Robot*. Bolabot. <https://books.google.co.id/books?id=rise9EQAAQBAJ>
- [24] Sari, M. N., Mudrikah, S., Keban, Y. B., Bua, M. T., Ningsih, P. E. A., Budiyo, A., Hanifah, D. P., & Dailami, A. (2024). *Metodologi Penelitian Tindakan Kelas & Research and Development*. Pradina Pustaka. <https://books.google.co.id/books?id=kYwNEQAAQBAJ>
- [25] Setiawan, W. (2021). *Deep Learning menggunakan Convolutional Neural Network: Teori dan Aplikasi*. Media Nusa Creative (MNC Publishing). <https://books.google.co.id/books?id=sE9LEAAAQBAJ>
- [26] Slamet Riyanto, S. T. M. M., Winarti Setyorini, S. E. M. M., & Hani Atun Mumtahana, S. K. M. K. (n.d.). *Metode Penelitian Kuantitatif dengan Pendekatan SmartPLS 4.0*. Deepublish.

<https://books.google.co.id/books?id=7a0tEQAAQBAJ>

- [27] Susanti, D., & Adab, P. (n.d.). *Desain User Interface (UI)/User Experience (UX) Menggunakan Figma*. Penerbit Adab. <https://books.google.co.id/books?id=y6c4EQAAQBAJ>
- [28] Wicaksono, G., Andryana, S., & -, B. (2020). Aplikasi Pendeteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Apel Dengan Metode Convolutional Neural Network. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.31328/jointecs.v5i1.1221>