

# Deteksi Penyakit Bercak Daun (*Cercospora*) pada Tanaman Cabai Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)

Riski Rudiansah<sup>1</sup>, Abdul Hadi<sup>2\*</sup>, Aryansyah<sup>3</sup>, Hendra Supendar<sup>4</sup>, Riza Fahlapi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>riskirudi98@gmail.com, <sup>2\*</sup>abdullhadii087@gmail.com, <sup>3</sup>aryansah713@gmail.com, <sup>4</sup>Hendra.hds@bsi.ac.id, <sup>5</sup>reza.rzf@bsi.ac.id

(\*Email Corresponding Author: [abdullhadii087@gmail.com](mailto:abdullhadii087@gmail.com))

Received: 23 Juni 2026. / Revision: 28 Juni 2026 / Accepted: 1 Juli 2026

## Abstrak

Cabai (*Capsicum annum* L.) termasuk tanaman hortikultura yang memiliki peran penting dalam bidang pertanian Indonesia karena nilai komersial yang tinggi serta tingkat konsumsi yang terus meningkat. Tantangan utama yang kerap kali muncul pada pembudidayaan cabai ialah adanya infeksi patogen bercak daun yang dipicu oleh jamur *Cercospora capsici*. Infeksi penyakit tersebut dapat menurunkan kualitas tanaman dan mengurangi hasil produksi apabila tidak segera dikenali dan ditangani. Proses identifikasi yang dilakukan secara konvensional masih mengandalkan pengamatan visual sehingga membutuhkan waktu serta tingkat keahlian tertentu. Guna menyelesaikan kendala tersebut, studi ini merancang metode identifikasi gejala sakit pada daun cabai memanfaatkan teknik pemrosesan gambar digital dengan memanfaatkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Data yang digunakan berupa kumpulan gambar daun cabai yang telah melalui tahapan pengumpulan, pelabelan, serta pembagian data menjadi set pelatihan dan validasi. Model yang dibangun kemudian dilatih untuk membedakan daun sehat dan daun yang terindikasi penyakit bercak daun. Berdasarkan hasil evaluasi, model CNN mampu mengidentifikasi karakteristik visual penyakit dengan performa yang memuaskan. Oleh karena itu, sistem yang diusulkan dapat dimanfaatkan sebagai solusi pendukung dalam proses deteksi dini penyakit tanaman cabai sehingga membantu petani mengambil tindakan penanganan secara lebih cepat, tepat, dan efisien.

**Kata Kunci:** Tanaman Cabai, Penyakit Bercak Daun, Pengolahan Citra Digital, Convolutional Neural Network, Kecerdasan Buatan.

## Abstract

*Chili pepper (Capsicum annum L.) represents a crucial horticultural commodity in Indonesia, driven by its substantial commercial worth and strong market interest. However, the productivity of chili plants is often affected by various plant pathogens, notably the leaf spot infection induced by the Cercospora capsici fungus. Such an infection threatens to compromise both the standard and overall harvest volume of the crop if not identified and managed at an early stage. Traditional techniques for identifying these ailments predominantly center on manual visual inspection, a process that is often labor-intensive and heavily relies on the practitioner's skill level. To overcome this bottleneck, this research introduces an automated system for identifying plant conditions through digital image processing utilizing a Convolutional Neural Network (CNN) framework. The image repository compiled for this investigation comprises photos of chili leaves that underwent gathering, annotation, and partitioning into distinct training and validation subsets. The constructed architecture was subsequently trained to differentiate the foliage into two classes: healthy specimens and those exhibiting leaf spot symptoms. Empirical findings demonstrate that the CNN framework successfully identifies specific disease traits with a high degree of accuracy, delivering commendable classification outcomes. Consequently, the introduced framework is well-positioned to assist farmers in conducting early disease detection, enabling faster, more accurate, and more efficient decision-making in crop management.*

**Keywords:** Chili Pepper, Leaf Spot Disease, Digital Image Processing, Convolutional Neural Network, Artificial Intelligence.

## 1. PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peranan penting dalam sektor pertanian Indonesia [1], [2]. Tingginya tingkat konsumsi masyarakat terhadap cabai menjadikan tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan menjadi sumber pendapatan bagi banyak petani di berbagai daerah [3], [4]. Selain digunakan sebagai bahan pangan utama dalam rumah tangga, cabai juga menjadi bahan baku berbagai industri pengolahan makanan [5]. Permintaan pasar yang relatif stabil bahkan cenderung meningkat setiap tahun mendorong petani untuk terus meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen. Namun demikian, upaya peningkatan produksi cabai masih menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah serangan penyakit tanaman yang dapat menurunkan kuantitas maupun kualitas hasil panen secara signifikan [6], [7].

Salah satu penyakit yang sering menyerang tanaman cabai adalah penyakit bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Cercospora capsici*. Penyakit ini ditandai dengan munculnya bercak-bercak kecil berwarna cokelat hingga kehitaman pada permukaan daun yang kemudian berkembang menjadi bercak lebih luas sehingga menyebabkan jaringan daun mengalami kerusakan. Infeksi yang tidak segera ditangani akan mengurangi luas daun yang berfungsi sebagai tempat

berlangsungnya proses fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terganggu. Dampak lebih lanjut dari serangan penyakit tersebut adalah menurunnya produktivitas tanaman, kualitas buah yang dihasilkan, hingga meningkatnya kerugian ekonomi yang harus ditanggung oleh petani. Oleh karena itu, deteksi dini terhadap penyakit bercak daun menjadi langkah penting dalam mendukung keberhasilan budidaya cabai yang berkelanjutan[8].

Pada praktiknya, identifikasi penyakit tanaman masih banyak dilakukan secara konvensional melalui pengamatan visual oleh petani maupun tenaga ahli[9]. Metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan, antara lain membutuhkan pengalaman dan pengetahuan yang memadai untuk membedakan gejala antarpenyakit yang memiliki karakteristik hampir serupa. Selain itu, proses pemeriksaan secara manual memerlukan waktu yang relatif lama, terutama ketika jumlah tanaman yang diamati sangat banyak. Perbedaan tingkat pengalaman antarpetani juga dapat menyebabkan inkonsistensi dalam proses diagnosis sehingga berpotensi mengakibatkan keterlambatan penanganan penyakit. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa metode identifikasi konvensional belum mampu memberikan solusi yang cepat, objektif, dan efisien dalam mendukung pengambilan keputusan di bidang pertanian modern[10].

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence (AI), khususnya pada bidang Computer Vision, telah membuka peluang baru dalam pengembangan sistem otomatis untuk mendeteksi berbagai kondisi tanaman melalui analisis citra digital[11], [12]. Computer Vision memungkinkan komputer memahami karakteristik visual suatu objek berdasarkan informasi yang terdapat pada gambar digital. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi ini telah banyak diterapkan pada berbagai sektor, termasuk pertanian presisi (precision agriculture), karena mampu meningkatkan efisiensi proses pemantauan tanaman sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pengamatan manual. Pemanfaatan teknologi berbasis citra digital juga memungkinkan proses identifikasi dilakukan secara lebih cepat, konsisten, dan memiliki tingkat objektivitas yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis citra digital adalah Deep Learning, terutama metode Convolutional Neural Network (CNN)[13], [14]. CNN merupakan arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang untuk mengenali pola visual secara otomatis melalui proses pembelajaran dari sejumlah besar data citra. Berbeda dengan metode klasifikasi tradisional yang memerlukan proses ekstraksi fitur secara manual, CNN mampu mempelajari karakteristik penting seperti tekstur, bentuk, warna, dan pola objek secara langsung melalui lapisan konvolusi yang dimilikinya. Kemampuan tersebut menjadikan CNN sebagai salah satu metode yang memiliki performa tinggi dalam berbagai tugas klasifikasi citra, termasuk deteksi penyakit tanaman[15].

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan CNN mampu menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengidentifikasi penyakit tanaman berdasarkan citra daun. Model CNN terbukti mampu membedakan daun sehat dan daun yang terinfeksi dengan memanfaatkan karakteristik visual yang dipelajari selama proses pelatihan. Selain itu, perkembangan berbagai pustaka Deep Learning seperti TensorFlow dan Keras semakin mempermudah implementasi CNN pada berbagai platform, termasuk aplikasi berbasis web yang dapat digunakan secara praktis oleh pengguna. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada klasifikasi berbagai jenis penyakit tanaman secara umum, sedangkan penelitian yang secara khusus mengembangkan sistem deteksi penyakit bercak daun (*Cercospora*) pada tanaman cabai dengan implementasi langsung ke dalam aplikasi berbasis web masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan masih adanya peluang penelitian untuk mengembangkan sistem yang lebih spesifik, mudah digunakan, dan mampu memberikan hasil identifikasi secara cepat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi penyakit bercak daun (*Cercospora*) pada tanaman cabai menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan memanfaatkan citra digital daun cabai sebagai data masukan. Tahapan penelitian meliputi proses pengumpulan dataset, preprocessing citra, pelatihan model CNN, evaluasi performa menggunakan metrik klasifikasi, serta implementasi model ke dalam aplikasi berbasis web berbasis Flask. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu membantu petani maupun penyuluh pertanian dalam melakukan identifikasi penyakit secara otomatis, cepat, dan akurat sehingga tindakan pengendalian penyakit dapat dilakukan lebih dini untuk meminimalkan penurunan produktivitas tanaman. Selain memberikan kontribusi pada penerapan kecerdasan buatan di bidang pertanian, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam mendukung pengembangan sistem pertanian cerdas (smart agriculture) yang lebih efektif dan efisien.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

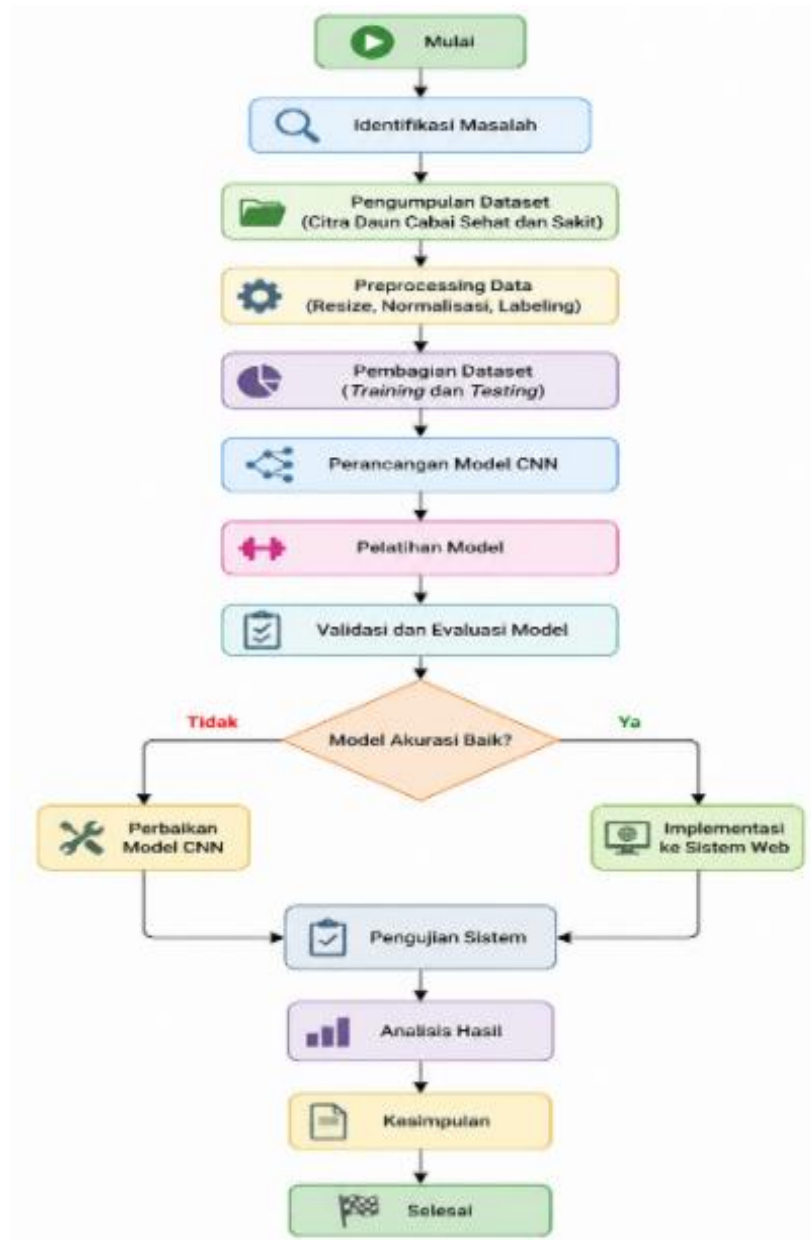
### **2.1 Jenis Penelitian**

Studi yang dijalankan ini menerapkan pendekatan eksperimental dengan pendekatan Deep Learning untuk mengembangkan sistem deteksi penyakit bercak daun (*Cercospora*) pada tanaman cabai melalui analisis citra digital. Fokus utama penelitian adalah merancang, melatih, serta melakukan pengujian performa arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) agar mampu membedakan citra daun sehat dan daun yang terinfeksi secara otomatis.

Pemilihan metode CNN didasarkan pada kemampuannya dalam mempelajari karakteristik visual suatu objek secara langsung dari citra tanpa memerlukan proses ekstraksi fitur secara manual. Dengan kemampuan tersebut, model diharapkan mampu menghasilkan klasifikasi yang akurat terhadap kondisi daun cabai.

## 2.2 Prosedur Penelitian

Studi ini ditempuh melalui beberapa tingkatan yang saling berkesinambungan, yang berproses mulai dari langkah penemuan masalah hingga tahapan evaluasi pada sistem.



**Gambar 1.** Prosedur Penelitian

Merujuk pada Alur Gambar 1. Penjelasan setiap tahapan dijabarkan sebagai berikut.

Tahapan penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi petani dalam mendeteksi penyakit bercak daun pada tanaman cabai. Setelah kebutuhan sistem ditentukan, dilakukan pengumpulan dataset berupa citra daun cabai yang berasal dari dokumentasi lapangan dan sumber data publik.

Dataset yang telah diperoleh kemudian menjalani proses preprocessing agar memiliki format yang seragam sebelum digunakan dalam pelatihan model. Tahap berikutnya adalah pembagian data menjadi data pelatihan dan data validasi.

Model CNN kemudian dirancang dan dilatih menggunakan data pelatihan. Selama proses pelatihan dilakukan pemantauan terhadap performa model berdasarkan nilai loss dan accuracy. Pasca-pelatihan rampung, evaluasi dilakukan menggunakan data uji yang belum pernah dipelajari sebelumnya untuk mengetahui kemampuan generalisasi model.

Tahap terakhir adalah implementasi model ke dalam aplikasi berbasis web, dilanjutkan dengan pengujian sistem serta analisis terhadap hasil klasifikasi yang diperoleh.

### 2.3 Identifikasi Masalah

Langkah analisis masalah ini bertujuan memetakan berbagai hambatan yang kerap muncul saat mendeteksi penyakit di komoditas cabai. Selama ini identifikasi penyakit umumnya dilakukan melalui pengamatan visual sehingga hasil diagnosis sangat dipengaruhi oleh pengalaman pengamat. Selain membutuhkan waktu yang relatif lama, metode tersebut juga berpotensi menghasilkan perbedaan interpretasi antar pengguna.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem berbasis kecerdasan buatan yang mampu mengenali penyakit bercak daun secara otomatis sehingga proses identifikasi dapat dilakukan lebih cepat dan konsisten.

### 2.4 Pengumpulan Data

Data yang dihimpun dalam studi ini mengombinasikan gambar daun cabai bergejala bercak (*Cercospora*) dengan sampel daun yang kondisinya sehat. Data diperoleh melalui dua sumber, yaitu dataset publik serta dokumentasi lapangan menggunakan kamera digital maupun kamera pada telepon pintar.

Seluruh citra dikumpulkan dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar untuk memperoleh variasi data yang lebih beragam. Setelah proses pengumpulan selesai, setiap citra diberikan label sesuai kondisi daun sehingga siap digunakan pada proses pelatihan model.

### 2.5 Preprocessing Data

Tahap preprocessing dilakukan sebelum citra dimasukkan ke dalam model CNN. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan data yang memiliki kualitas dan format yang sesuai dengan kebutuhan jaringan saraf tiruan.

#### 2.5.1 Resize Image

Seluruh citra diubah ukurannya menjadi  $224 \times 224$  piksel. Penyeragaman ukuran dilakukan agar setiap gambar memiliki dimensi yang sama sehingga proses komputasi selama pelatihan dapat berjalan secara konsisten.

#### 2.5.2 Normalisasi Data

Normalisasi dilakukan dengan mengubah rentang nilai piksel dari 0–255 menjadi 0–1. Tahapan ini bertujuan untuk mempercepat proses pembelajaran model sekaligus meningkatkan stabilitas selama pelatihan.

#### 2.5.3 Data Argumentation

Untuk meningkatkan kemampuan model dalam mengenali variasi citra, dilakukan proses data augmentation. Teknik yang digunakan meliputi rotasi, pembalikan horizontal, zoom, serta pergeseran posisi gambar. Proses ini menghasilkan variasi citra baru sehingga risiko overfitting dapat dikurangi.

### 2.6 Pembagian Dataset

Pasca-tahap pra-pemrosesan, seluruh sampel data dialokasikan ke dalam dua kategori terpisah, yakni subset latih (training set) serta subset validasi (validation set). Peran dari data latih ialah sebagai fondasi dalam membangun bobot arsitektur CNN. Sementara itu, subset validasi berfungsi sebagai instrumen kontrol untuk memantau pergerakan performa model di setiap iterasi pembelajaran.

**Tabel 1.** Pembagian Dataset

Dataset	Persentase
Training	80%
Validation	20%

Sesuai dengan proporsi yang tertera pada Tabel 1, porsi data latih mendominasi untuk mengoptimalkan parameter jaringan CNN. Di sisi lain, sisa data yang belum terekspos saat training didelegasikan sebagai data uji validasi guna mengukur objektivitas tingkat akurasi model.

### 2.7 Perancangan Arsitektur CNN

Model CNN yang digunakan tersusun atas beberapa lapisan yang bekerja secara berurutan untuk melakukan ekstraksi fitur dan klasifikasi citra.

- Convolution Layer** bertugas mengekstraksi karakteristik visual seperti bentuk bercak, tekstur permukaan daun, serta pola warna.
- Activation Layer** menggunakan fungsi aktivasi ReLU untuk meningkatkan kemampuan model dalam mempelajari hubungan nonlinier

$$f(x)=\max(0,x) \quad (1)$$

- Pooling Layer** menggunakan fungsi aktivasi ReLU untuk meningkatkan kemampuan model dalam mempelajari hubungan nonlinier.
- Flatten Layer** mengubah hasil ekstraksi fitur menjadi vektor satu dimensi sebelum diteruskan menuju lapisan klasifikasi.
- Fully Connected Layer** menggabungkan seluruh informasi hasil ekstraksi fitur untuk menghasilkan keputusan klasifikasi.

Pada lapisan keluaran digunakan fungsi aktivasi Sigmoid karena penelitian ini hanya melibatkan dua kategori kelas, yaitu daun sehat dan daun yang terinfeksi penyakit bercak daun.

## 2.8 Pelatihan Model

Proses training jaringan ini dibangun di atas ekosistem bahasa Python, dengan memanfaatkan pustaka TensorFlow serta API Keras sebagai komponen utamanya. Selama proses ini model melakukan pembaruan bobot secara berulang agar mampu mengenali pola penyakit pada citra daun.

Parameter pelatihan yang digunakan adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Parameter Pelatihan

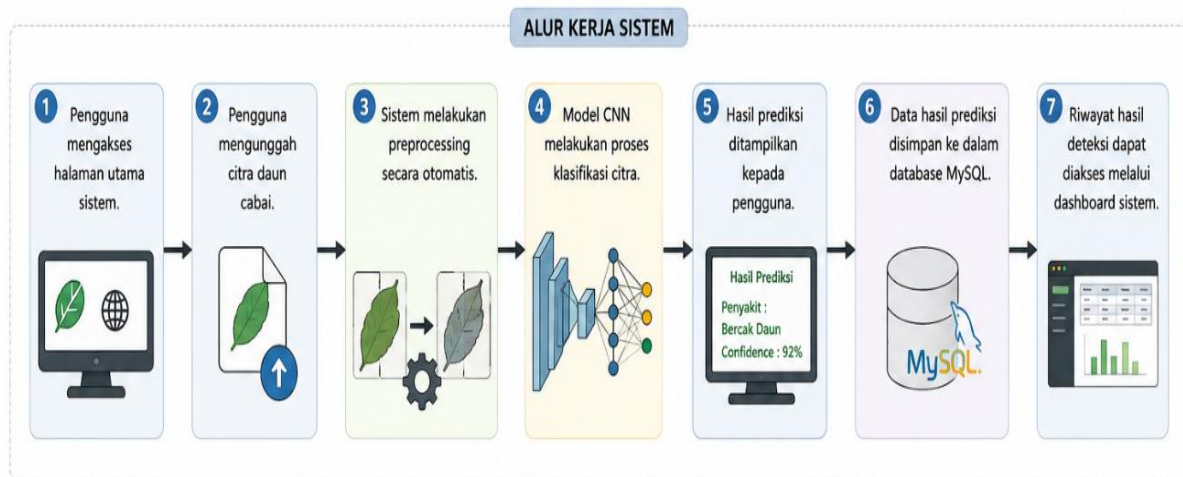
Dataset	Nilai
Epoch	20
Batch Size	10
Optimizer	Adam
Learning Rate	0.001
Loss Function	Binary Crossentropy

## 2.9 Impelentasi Sistem

Model yang siap pakai ditanamkan ke dalam platform web berbasis Flask. Proses deteksi penyakit diawali ketika pengguna memasukkan dokumen citra daun cabai ke dalam antarmuka sistem yang telah disediakan.

Alur penggunaan sistem dimulai dari proses unggah gambar, dilanjutkan dengan preprocessing otomatis, proses prediksi oleh model CNN, kemudian hasil klasifikasi ditampilkan kepada pengguna. Informasi hasil deteksi juga disimpan ke dalam basis data agar dapat digunakan sebagai riwayat identifikasi.

Alur kerja sistem adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.** Alur Kerja Sistem

- a. Pengguna mengakses halaman utama sistem.
- b. Pengguna mengunggah citra daun cabai.
- c. Sistem melakukan preprocessing secara otomatis.
- d. Model CNN melakukan proses klasifikasi citra.
- e. Hasil prediksi ditampilkan kepada pengguna.
- f. Data hasil prediksi disimpan ke dalam database MySQL.
- g. Riwayat hasil deteksi dapat diakses melalui dashboard sistem.

## 2.10 Perancangan Basis Data

Basis data MySQL digunakan untuk menyimpan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem. Data yang disimpan meliputi:

- a. ID
- b. Nama file citra
- c. Hasil prediksi
- d. Nilai probabilitas/akurasi prediksi
- e. Tanggal deteksi

Data tersebut digunakan untuk menampilkan riwayat hasil deteksi serta mendukung proses dokumentasi sistem.

## 2.11 Pengujian Sistem

Evaluasi terhadap sistem dilakukan lewat pengujian menggunakan data independen yang di luar proses latih. Hal tersebut ditujukan untuk mengukur kapabilitas klasifikasi model pada objek citra baru. Dari sana, efektivitas sistem dalam mendeteksi penyakit bercak daun cabai dianalisis melalui komparasi antara prediksi yang keluar dari model dengan label yang valid.

## 2.12 Evaluasi Model

Kinerja dari model CNN dinilai lewat teknik confusion matrix, sebuah instrumen evaluasi yang menjembatani kecocokan hasil prediksi terhadap kondisi riil data pengujian. Terdapat empat indikator klasifikasi dasar di dalamnya, yakni TP, TN, FP, dan FN. Data kuantitatif dari tiap komponen tersebut menjadi landasan utama untuk mengalkulasi nilai accuracy, precision, recall, hingga F1-score sebagai representasi dari keandalan model.

Hasil perhitungan metrik evaluasi dimanfaatkan untuk menganalisis tingkat efektivitas model CNN dalam melakukan klasifikasi citra daun cabai. Melalui nilai accuracy, precision, recall, dan F1-score, dapat diketahui sejauh mana model mampu mengenali penyakit bercak daun (*Cercospora*) serta membedakannya dari daun yang berada dalam kondisi sehat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

Luaran dari studi ini mewujud pada sebuah platform berbasis situs yang mampu melakukan deteksi gejala infeksi bercak daun akibat jamur *Cercospora* pada komoditas cabai lewat memanfaatkan metode Convolutional Neural Network (CNN). Arsitektur perangkat lunak ini dibangun di atas bahasa Python yang diintegrasikan dengan kerangka kerja Flask sehingga user diakomodasi untuk mengeksekusi diagnosis penyakit cukup dengan mengunggah gambar daun cabai secara langsung pada aplikasi. Data yang digunakan selama penelitian terdiri atas dua kategori, yaitu citra daun cabai sehat dan citra daun yang terinfeksi penyakit bercak daun. Sebelum memasuki tahap pelatihan, seluruh citra diproses melalui beberapa tahapan preprocessing, meliputi penyeragaman ukuran gambar menjadi  $224 \times 224$  piksel serta penyesuaian skala intensitas piksel demi menyelaraskan data terhadap spesifikasi arsitektur CNN. Setelah itu, sampel data dibagi ke dalam porsi training set serta validation set guna memfasilitasi fase klasifikasi sekaligus peninjauan performa model. Berdasarkan proses pelatihan yang telah dilakukan, model CNN berhasil mengekstrak fitur fisik yang menjadi pembeda antara daun kondisi normal dan daun yang mengalami infeksi penyakit. Pengujian menggunakan data validasi membuktikan tingkat keandalan model dalam mengelompokkan data yang sangat optimal, di mana tingkat akurasi mencapai 95,5%. Nilai metrik evaluasi lainnya juga menunjukkan performa yang konsisten, sebagaimana disajikan dalam Tabel 3..

**Tabel 3.** Hasil Evaluasi Model CNN

Parameter	Nilai
Accuracy	95,5%
Precision	95,9%
Recall	95,0%
F1-Score	95,4%

Nilai evaluasi tersebut menunjukkan bahwa model tidak hanya memiliki tingkat ketepatan klasifikasi yang tinggi, tetapi juga mampu mempertahankan keseimbangan antara precision dan recall. Setelah diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web, sistem dapat memberikan hasil prediksi dalam waktu singkat sehingga proses identifikasi penyakit bercak daun dapat dilakukan secara lebih efisien dan praktis oleh pengguna.

#### 3.2 Pembahasan

Merujuk pada luaran eksperimen yang telah dieksekusi, algoritma Convolutional Neural Network (CNN) menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi perbedaan karakteristik antara daun cabai sehat dan daun yang terinfeksi penyakit bercak daun (*Cercospora*). Kemampuan tersebut diperoleh melalui proses pembelajaran otomatis terhadap pola, tekstur, serta bentuk bercak pada citra sehingga model dapat melakukan klasifikasi tanpa memerlukan tahapan ekstraksi fitur secara manual.

Perolehan nilai evaluasi yang tinggi mengindikasikan bahwa model mampu membangun representasi fitur yang relevan dari data pelatihan dan mempertahankan performanya saat diuji menggunakan data validasi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan CNN efektif untuk diterapkan pada proses klasifikasi citra daun cabai dengan tingkat ketepatan yang tinggi.

Setelah model diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web, proses identifikasi penyakit dapat dilakukan secara lebih sederhana karena pengguna hanya perlu mengunggah citra daun ke dalam sistem. Hasil klasifikasi kemudian disajikan secara instan dalam durasi yang minim. Oleh sebab itu, platform ini berpotensi diaplikasikan sebagai instrumen bantu guna menyokong penemuan gejala awal infeksi pada komoditas cabai.

Secara komprehensif, temuan riset mengindikasikan bahwa implementasi arsitektur CNN menyuguhkan performa yang optimal dalam mengidentifikasi gejala bercak daun (*Cercospora*). Teknologi yang dirancang ini berpeluang besar menjadi instrumen komplementer bagi para pembudidaya maupun penyuluh pertanian saat mengeksekusi identifikasi dini terhadap kondisi tanaman sehingga penanganan dapat dilakukan secara lebih cepat dan berdasarkan hasil klasifikasi yang objektif.

### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem klasifikasi citra daun cabai yang mengimplementasikan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dengan kapabilitas untuk mengidentifikasi keberadaan gejala infeksi bercak daun (*Cercospora*) secara otomatis. Proses pengembangan sistem meliputi pengumpulan dan persiapan dataset, preprocessing citra, pelatihan model, hingga integrasi model ke dalam aplikasi berbasis web. Merujuk pada capaian evaluasi, model ini membuktikan keandalan yang optimal dalam mengklasifikasikan pembeda antara daun sehat dan daun yang terinfeksi, yang tercermin dari nilai akurasi serta metrik evaluasi lainnya. Penerapan CNN memungkinkan proses pengenalan pola penyakit dilakukan langsung dari citra tanpa memerlukan perancangan fitur secara manual. Dengan demikian, sistem ini

sangat berpeluang untuk dimanfaatkan menjadi instrumen media pendukung pada fase deteksi awal patogen bercak daun pada budidaya hortikultura cabai, sehingga pengguna dapat memperoleh hasil deteksi secara lebih cepat dan menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan langkah penanganan tanaman.

## REFERENCES

- [1] N. E. Mustamu, B. A. Dalimunthe, S. Hartati, and Y. Saragih, "Aplikasi pemberian abu sekam padi dan pupuk organik cair (POC) terhadap produksi tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*)," *J. Mhs. Agroteknologi*, vol. 4, no. 2, pp. 56–63, 2023.
- [2] R. S. Pirngadi, A. R. Cemda, and Salsabila, "RESPON PEDAGANG DAN KONSUMEN TERHADAP KENAIKAN HARGA CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*) DI PASAR PENDIDIKAN KOTA MEDAN," *J. SOMASI (Sosial Hum. Komunikasi)*, vol. 4, no. 2, pp. 8–12, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.ceredindonesia.or.id/index.php/somasi/article/view/1019>
- [3] D. Padmaningrum, S. Suminah, B. W. Utami, H. Ihsaniyati, and E. Widiyanti, "Pemberdayaan Kelompok Tani Melalui Budidaya Cabai sebagai Upaya Peningkatan Pendapatan Petani Lahan Kering di Kabupaten Sukoharjo," *E-Dimas J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 13, no. 1, pp. 158–167, 2022, doi: 10.26877/e-dimas.v13i1.7001.
- [4] S. Kadir, M. Panigoro, S. Sudirman, R. Hafid, and F. Damiti, "Pengaruh Pendapatan Dan Konsumsi Rumah Tangga Terhadap Kesejahteraan Keluarga Petani Cabai," *J. Econ. Bus. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–32, 2025, doi: 10.37479/jebe.v3i1.27419.
- [5] C. Defira, C. P. Prayitno, O. A. N. Ichsan, and J. Antonio, "Diseminasi Pembuatan Cabai Bubuk dan Pengemasannya untuk Peningkatan Nilai Tambah Usaha Ibu PKK Desa Tanjung Baru: Dissemination of Chili Powder Production and Packaging to Increase the Added Value of PKK Women's Businesses in Tanjung Baru Village," *PengabdianMu J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 11, no. 3, pp. 983–991, 2026.
- [6] Eha Eha, Sharifah Sharifah, Ardelia Nahdah Nurnudiya, Ragil Utami, and Aliudin Aliudin, "Strategi Perluasan Produksi Usahatani Cabai Rawit Di Kota Serang," *Bot. Publ. Ilmu Tanam. dan Agribisnis*, vol. 2, no. 2, pp. 251–259, 2025, doi: 10.62951/botani.v2i2.393.
- [7] J. Waruwu, "Tantangan dan peluang dalam budidaya tanaman cabai," *PENARIK J. Ilmu Pertan. dan Perikan.*, vol. 02, no. 02, pp. 170–176, 2025.
- [8] M. Yamin, I. Puspitasari, and S. N. Qadri, "Education on the Impact of Disease Attacks on Horticultural Plants in Helumo Village, Suwawa District, Gorontalo Province.," *MALLOMO J. Community Serv.*, vol. 6, no. 1, pp. 858–865, 2025.
- [9] D. E. Arissandi and A. Rofiqi, "Sistem Monitoring Gambar Daun Mangga Untuk Deteksi Awal Penyakit," *Karapan Netw. J. J. Comput. Technol. Mob. Ad Hoc Netw.*, vol. 1, no. 01, 2025.
- [10] K. D. Pramesti, N. I. Meisya, and R. Amrillah, "Relevansi lulusan perguruan tinggi dengan dunia kerja," *An Najah (Jurnal Pendidik. Islam dan Sos. Keagamaan)*, vol. 3, no. 4, pp. 236–243, 2024.
- [11] A. R. Agma, "Penerapan Computer Vision untuk Deteksi Objek dan Pengenalan Wajah," *J. Komput. dan Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 31–37, 2025.
- [12] F. N. Raziin, R. A. Fadlillah, and A. Prayoga, "Penerapan Kecerdasan Artifisial untuk Prediksi Waktu Panen dan Kematangan Buah Jambu Kristal," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi, Mekatronika, dan Ilmu Komputer*, 2026, pp. 263–276.
- [13] I. G. Perwati, N. Suarna, and T. Suprapti, "Analisis klasifikasi gambar bunga lily menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dalam pengolahan citra," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 3, pp. 2908–2915, 2024.
- [14] R. Ardianto and S. Kartika Wibisono, "Analisis Deep Learning Metode Convolutional Neural Network Dalam Klasifikasi Varietas Gandum," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 12, pp. 2081–2092, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>
- [15] M. A. Vesthi, D. Rolliawati, N. Wahyudi, and Y. Ardilla, "KLASIFIKASI CITRA BUNGA MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 6, pp. 10436–10444, 2025.