

# Klasifikasi Penyakit pada Daun Tomat Menggunakan Convolutional Neural Network

Arfyanda Dela Shefira<sup>1</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: [\\*1arfyandadela@gmail.com](mailto:*1arfyandadela@gmail.com)

**Abstrak** – Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang rentan terhadap berbagai penyakit daun yang dapat menurunkan kualitas dan hasil panen. Identifikasi penyakit daun tomat secara manual masih sering menimbulkan kesalahan karena kemiripan gejala antarpenyakit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit pada daun tomat menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) berbasis citra digital. Dataset yang digunakan terdiri dari 150 citra daun tomat dengan tiga kelas, yaitu Healthy, Leaf Mold, dan Septoria Leaf Spot. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, preprocessing citra berupa resize menjadi  $224 \times 224$  piksel dan normalisasi, perancangan arsitektur CNN, pelatihan model, serta evaluasi kinerja model. Model dilatih selama 50 epoch menggunakan optimizer Adam dan fungsi loss Categorical Crossentropy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN mampu mencapai akurasi training sebesar 95% dan akurasi validasi sebesar 75%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode CNN memiliki potensi yang baik untuk diterapkan sebagai sistem pendukung dalam mendeteksi penyakit daun tomat secara tepat.

**Kata Kunci** — Convolutional Neural Network, Deep Learning, Daun Tomat, Klasifikasi Citra

## 1. PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia karena memiliki kandungan gizi yang tinggi serta pemanfaatan yang luas sebagai bahan pangan segar maupun olahan [1]. Selain dikonsumsi langsung, tomat juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri makanan, sehingga memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Permintaan tomat yang terus meningkat menuntut adanya peningkatan produktivitas dan kualitas hasil panen agar mampu memenuhi kebutuhan pasar [2]. Meskipun budidaya tomat relatif mudah dan tidak memerlukan biaya yang besar, terdapat berbagai faktor yang dapat memengaruhi kualitas dan kuantitas produksi, salah satunya adalah serangan penyakit pada tanaman tomat [3].

Tanaman tomat sangat rentan terhadap berbagai penyakit daun, seperti bercak daun, busuk daun, dan penyakit virus yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman serta menurunkan hasil panen secara signifikan. Identifikasi penyakit daun tomat oleh petani umumnya masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual. Cara ini sering menimbulkan kesalahan karena gejala antarpenyakit memiliki kemiripan dan bergantung pada pengalaman petani [4]. Kesalahan dalam identifikasi penyakit dapat menyebabkan penggunaan pestisida yang tidak tepat, sehingga berdampak pada kerusakan tanaman dan kerugian ekonomi bagi petani [5].

Perkembangan teknologi di bidang pengolahan citra dan kecerdasan buatan memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam klasifikasi citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN merupakan bagian dari deep learning yang mampu mengekstraksi fitur visual dari citra secara otomatis dan efektif, sehingga banyak diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pertanian [6]. Penerapan CNN memungkinkan proses identifikasi penyakit tanaman dilakukan secara cepat dan akurat tanpa memerlukan keahlian khusus dalam mengenali gejala penyakit secara manual.

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa CNN mampu memberikan hasil yang baik dalam klasifikasi penyakit daun tomat. Penelitian oleh Saputra dkk. membuktikan bahwa CNN dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit daun tomat berbasis citra digital dengan tingkat akurasi yang tinggi [7]. Penelitian lain oleh Lawi dkk. menunjukkan bahwa penggunaan variasi arsitektur CNN mampu meningkatkan performa klasifikasi penyakit daun tomat, meskipun masih terdapat tantangan terkait kebutuhan data yang besar dan kemampuan generalisasi model terhadap kondisi lapangan yang beragam [8].

Selain itu, Aryaputra dkk. mengemukakan bahwa pemilihan arsitektur CNN yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem klasifikasi penyakit daun tomat, sehingga berpotensi diterapkan secara langsung di lingkungan pertanian [9]. Namun demikian, tantangan utama dalam penerapan CNN adalah kebutuhan dataset yang cukup besar, sumber daya komputasi, serta kemampuan model dalam mengenali penyakit pada kondisi pencahayaan dan lingkungan yang berbeda [10].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan sistem klasifikasi penyakit daun tomat berbasis *Convolutional Neural Network* yang mampu mengenali gejala penyakit secara otomatis melalui citra daun. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani dalam mendeteksi penyakit secara lebih cepat, akurat, dan objektif, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam pengendalian penyakit tanaman dan mengurangi risiko kerugian akibat gagal panen.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan terstruktur untuk mengklasifikasikan penyakit pada daun tomat berbasis citra digital. Tahapan penelitian meliputi penyusunan dan pembagian dataset, dilanjutkan dengan preprocessing data untuk menyesuaikan citra dengan kebutuhan model. Selanjutnya dilakukan perancangan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai model klasifikasi, kemudian pelatihan model menggunakan data pelatihan yang telah disiapkan [11]. Pada tahap akhir dilakukan evaluasi model untuk mengukur kinerja sistem dalam mengklasifikasikan penyakit daun tomat. Alur keseluruhan proses penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Proses Penelitian

### 2.1 Input Gambar



Gambar 1. Dataset

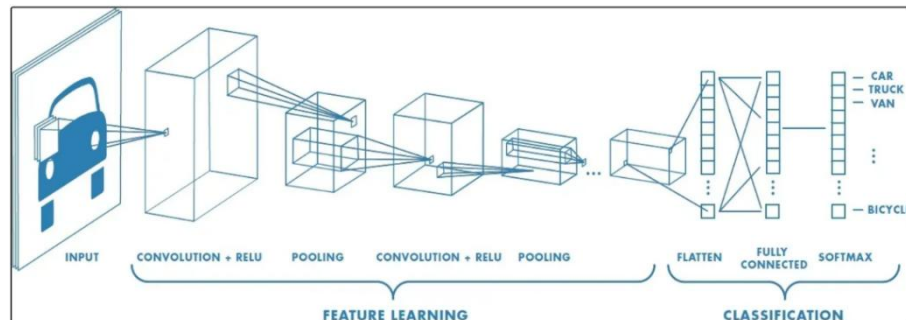
Tahap pengumpulan data merupakan bagian awal dalam penelitian ini yang bertujuan untuk menyediakan data yang akan digunakan pada proses analisis dan pemodelan. Data yang dikumpulkan tidak hanya berupa citra mentah, tetapi juga telah diseleksi dan disusun agar sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pada tahap ini diperoleh sebanyak 150 citra daun tomat yang terbagi ke dalam empat kelas, yaitu daun sehat (*Healthy*) sebanyak 50 citra, *Leaf Mold* sebanyak 50 citra, *Septoria Leaf Spot* sebanyak 50 citra [12].

### 2.2 Preprocessing Data

Tahap preprocessing dilakukan untuk mempersiapkan data citra sebelum digunakan sebagai input pada model *Convolutional Neural Network*. Proses ini meliputi perubahan ukuran citra agar seragam sesuai dengan dimensi input model, yaitu  $224 \times 224$  piksel, normalisasi nilai piksel ke dalam rentang 0 hingga 1, serta pengaturan format data agar kompatibel dengan arsitektur CNN. Tahapan preprocessing ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas data serta mempercepat dan menstabilkan proses pelatihan model [13].

### 2.3 Arsitektur Model

Dalam penelitian ini digunakan metode pembelajaran mesin pada bidang pengolahan citra, yaitu *Deep Learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) [14]. CNN merupakan salah satu arsitektur jaringan saraf yang dirancang khusus untuk mengolah data berbentuk citra dengan memanfaatkan operasi konvolusi dalam mengekstraksi fitur visual seperti tepi, tekstur, dan pola warna. Metode CNN telah banyak digunakan dalam tugas klasifikasi citra karena kemampuannya dalam mempelajari fitur secara otomatis tanpa memerlukan ekstraksi fitur secara manual.



Gambar 2. Arsitektur CNN

Arsitektur CNN yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa lapisan utama, yaitu *Convolutional Layer*, *Pooling Layer*, dan *Fully Connected Layer*. *Convolutional Layer* berfungsi untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra input melalui proses konvolusi menggunakan kernel tertentu. Selanjutnya, *Pooling Layer* digunakan untuk mengurangi dimensi fitur hasil konvolusi sehingga dapat menurunkan kompleksitas komputasi dan mencegah terjadinya *overfitting*. Proses ini dilakukan secara berulang untuk memperoleh representasi fitur yang lebih abstrak [15].

Setelah melalui beberapa lapisan konvolusi dan pooling, fitur yang telah diekstraksi kemudian diratakan (*flatten*) dan diteruskan ke *Fully Connected Layer*. Lapisan ini berfungsi untuk menggabungkan seluruh fitur yang diperoleh menjadi sebuah vektor satu dimensi sebagai dasar pengambilan keputusan. Pada tahap akhir, digunakan *Softmax Layer* untuk menghasilkan nilai probabilitas pada setiap kelas penyakit daun tomat, sehingga model dapat menentukan kelas dengan probabilitas tertinggi sebagai hasil prediksi.

## 2.4 Training Model

Proses pelatihan model dilakukan menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan memanfaatkan dataset citra daun tomat yang telah melalui tahap preprocessing. Dataset dibagi menjadi data pelatihan dan data validasi untuk mengevaluasi kinerja model selama proses pembelajaran. Pelatihan dilakukan selama 50 *epoch* dengan menggunakan optimizer Adam dan fungsi kehilangan *Categorical Crossentropy*. Selama proses pelatihan, model mempelajari pola dan karakteristik dari setiap kelas penyakit daun tomat berdasarkan citra masukan. Kinerja model dipantau melalui nilai akurasi dan loss pada data pelatihan dan validasi untuk memastikan proses pembelajaran berjalan optimal serta meminimalkan risiko *overfitting*.

## 2.5 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan menggunakan data pengujian untuk mengukur performa model CNN dalam mengklasifikasikan penyakit daun tomat. Metrik evaluasi yang digunakan meliputi akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), recall, dan *F1-score*.

### a. Accuracy (Akurasi)

Mengukur seberapa banyak prediksi yang benar dibandingkan dengan keseluruhan data uji.

Rumus:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \dots\dots\dots 1)$$

### b. Precision

Mengukur ketepatan sistem dalam memprediksi gambar yang benar-benar termasuk ke dalam suatu kelas tertentu.

Rumus:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \dots\dots\dots 2)$$

### c. Recall (Sensitivity)

Mengukur kemampuan sistem dalam menemukan semua data yang relevan di setiap kelas.

Rumus:

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \dots\dots\dots 3)$$

d. *F1-Score*

Kombinasi antara Precision dan Recall untuk menilai keseimbangan performa model.

Rumus:

$$\text{F1-Score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \dots\dots\dots 4)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Input Gambar



*Healthy*



*Leaf Mold*



*Septoria Leaf Spot*

Gambar. 3 Input Gambar

#### 3.2 Preprocessing Data

Setelah data dikumpulkan, seluruh citra daun tomat diubah ukurannya menjadi  $224 \times 224$  piksel agar sesuai dengan kebutuhan input model *Convolutional Neural Network*. Proses *resize* ini dilakukan untuk memastikan seluruh citra memiliki dimensi yang seragam, karena perbedaan ukuran citra dapat memengaruhi kestabilan proses ekstraksi fitur dan mengganggu proses pembelajaran model. Dengan ukuran input yang konsisten, model CNN dapat memproses data secara lebih optimal dan stabil selama tahap pelatihan..



Normal



Resized 224x224

Gambar 4. Normal dan Resized 224x224

### 3.3 Training Model

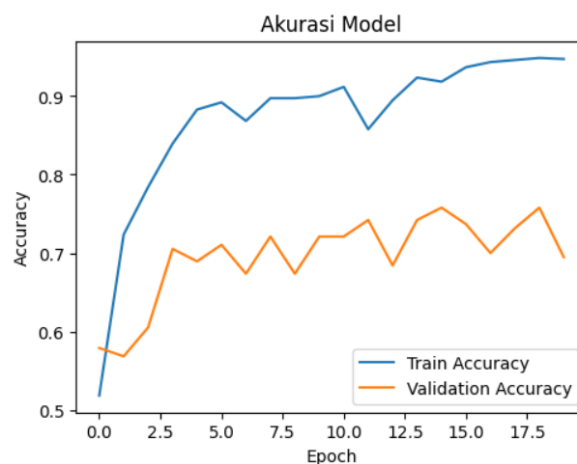
```
Epoch 1/50
24/24 0s 11s/step - accuracy: 0.4041 - loss: 1.6597 WARNING:absl:You are saving your model as an i
24/24 338s 14s/step - accuracy: 0.4087 - loss: 1.6441 - val_accuracy: 0.5789 - val_loss: 1.4141
Epoch 2/50
24/24 108s 4s/step - accuracy: 0.7190 - loss: 0.7698 - val_accuracy: 0.5684 - val_loss: 1.8963
Epoch 3/50
24/24 0s 4s/step - accuracy: 0.7506 - loss: 0.6456 WARNING:absl:You are saving your model as an i
24/24 106s 4s/step - accuracy: 0.7519 - loss: 0.6434 - val_accuracy: 0.6053 - val_loss: 1.3017
Epoch 4/50
24/24 0s 4s/step - accuracy: 0.8310 - loss: 0.4859 WARNING:absl:You are saving your model as an i
24/24 109s 4s/step - accuracy: 0.8313 - loss: 0.4852 - val_accuracy: 0.7053 - val_loss: 1.4895
Epoch 5/50
24/24 108s 4s/step - accuracy: 0.9009 - loss: 0.3560 - val_accuracy: 0.6895 - val_loss: 1.6756
Epoch 6/50
24/24 0s 4s/step - accuracy: 0.8915 - loss: 0.3078 WARNING:absl:You are saving your model as an i
24/24 117s 5s/step - accuracy: 0.8915 - loss: 0.3075 - val_accuracy: 0.7105 - val_loss: 1.5979
Epoch 7/50
24/24 131s 4s/step - accuracy: 0.8750 - loss: 0.3555 - val_accuracy: 0.6737 - val_loss: 1.0591
Epoch 8/50
24/24 0s 4s/step - accuracy: 0.8877 - loss: 0.3481 WARNING:absl:You are saving your model as an i
24/24 106s 4s/step - accuracy: 0.8881 - loss: 0.3464 - val_accuracy: 0.7211 - val_loss: 1.8632
Epoch 9/50
24/24 106s 4s/step - accuracy: 0.8988 - loss: 0.2982 - val_accuracy: 0.6737 - val_loss: 1.3762
Epoch 10/50
24/24 145s 4s/step - accuracy: 0.8811 - loss: 0.3008 - val_accuracy: 0.7211 - val_loss: 1.4238
Epoch 11/50
24/24 148s 5s/step - accuracy: 0.9055 - loss: 0.2613 - val_accuracy: 0.7211 - val_loss: 2.4489
Epoch 12/50
24/24 0s 4s/step - accuracy: 0.8998 - loss: 0.3277 WARNING:absl:You are saving your model as an i
24/24 106s 4s/step - accuracy: 0.8981 - loss: 0.3313 - val_accuracy: 0.7421 - val_loss: 1.3369
Epoch 13/50
24/24 150s 5s/step - accuracy: 0.8974 - loss: 0.3533 - val_accuracy: 0.6842 - val_loss: 2.3357
```

Gambar 5. Hasil Pengujian 50 epoch

Setelah dilakukan pelatihan dengan 10 epoch, maka dilakukan pengujian dengan data testing yang telah disiapkan untuk melihat seberapa bagus akurasi yang akan didapatkan.

### 3.4 Evaluasi Model

Pada tahap ini menunjukkan bahwa grafik antara hasil akurasi data training dan akurasi data validasi. Dapat dilihat gambar grafik bahwa akurasi training dan akurasi validasi terus mengalami kenaikan di setiap epochnya. Dengan *Training Accuracy* 95% dan *Validation Accuracy* 75%



Gambar 6. Akurasi Model

### 3.5 Menyimpan Model

Pada tahap terakhir ini menyimpan model disimpan berupa file *tomato\_leaf\_cnn.h5* untuk di gunakan pada pembuatan *website*.

✅ Model berhasil disimpan sebagai *tomato\_leaf\_cnn.h5*

Gambar 7. Simpan model

### 3.6 Implementasi Model

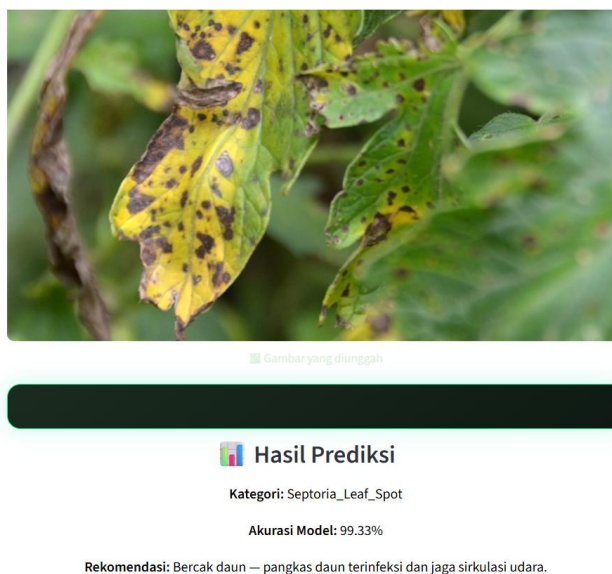
#### a. Tampilan Halaman Utama



Gambar 8. Halaman Utama

Pada tampilan gambar di atas akan muncul ketika program sudah dijalankan. Pada Tampilan utama *user* akan mengunggah gambar yang akan di prediksi.

#### b. Halaman Prediksi



Gambar 9. Halaman Prediksi

Pada tampilan di atas akan muncul gambar yang diunggah dan hasil prediksi penyakit daun tomat.

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Convolutional Neural Network (CNN) mampu digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit pada daun tomat berdasarkan citra digital dengan cukup baik. Proses *preprocessing* berupa penyesuaian ukuran citra menjadi  $224 \times 224$  piksel dan normalisasi nilai piksel membantu meningkatkan kestabilan serta kinerja model selama proses pelatihan. Model CNN yang dilatih selama 50 *epoch* dengan optimizer Adam dan fungsi loss *Categorical Crossentropy* menghasilkan akurasi data training sebesar 95% dan akurasi validasi sebesar 75%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengenali pola penyakit daun tomat pada kelas *Healthy*, *Leaf Mold*, dan *Septoria Leaf Spot*. Selain itu, model yang dihasilkan dapat diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis *website* sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mendeteksi penyakit daun tomat secara cepat dan tepat.

## 5. SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset dengan jumlah yang lebih besar dan variasi citra yang lebih beragam, baik dari segi jenis penyakit, pencahayaan, maupun latar belakang gambar, agar model memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik. Selain itu, pengujian dengan menggunakan arsitektur CNN lain seperti *VGG*, *ResNet*, atau *MobileNet* dapat dilakukan untuk membandingkan performa dan efisiensi model. Sistem klasifikasi yang telah dikembangkan juga dapat dikembangkan lebih lanjut ke dalam platform mobile agar lebih mudah digunakan oleh petani secara langsung di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. H. Saputry, A. Daryanto, M. R. A. Istiqlal, and S. Widiyanto, “Potensi Hasil dan Penampilan Hortikultura Tomat Generasi F6 di Dataran Rendah,” *J. Hortik. Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 14–22, 2022, doi: 10.29244/jhi.13.1.14-22.
- [2] A. N. Kamilah, U. Mahdiyah, and R. Wulanningrum, “Identifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan NASNet Mobile,” *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, vol. 9, pp. 49–58, 2025.
- [3] R. H. Saputra, R. C. S. Hariyono, and Fathulloh, “Deteksi Penyakit Tomat Melalui Citra Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *AVITEC*, vol. 5, no. 1, pp. 43–51, 2023, doi: 10.28989/avitec.v5i1.1404.
- [4] A. P. Aryaputra, D. W. Widodo, and A. Sanjaya, “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan Algoritma CNN MobileNetV2,” *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, vol. 9, pp. 102–108, 2025.
- [5] R. Soekarta, N. Nurdjan, and A. Syah, “Klasifikasi Penyakit Tanaman Tomat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *INSECT Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 143–152, 2023.
- [6] A. W. Putri, “Implementasi Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation untuk Klasifikasi Jenis Penyakit pada Daun Tanaman Tomat,” *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 9, no. 2, pp. 344–352, 2021.
- [7] A. Lawi, N. S. Intizhami, R. Mukhtarom, dan S. Amir, “Klasifikasi Penyakit Citra Daun Tanaman Tomat Dengan Ensemble Convolutional Neural Network,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, pp. 113–118, 2022.
- [8] R. H. Putra, H. M. Ridwan, I. Abiansyah, dan T. Agustin, “Klasifikasi Daun Tomat Sehat dan Terserang Penyakit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *STMIK Amikom Surakarta*, 2023.
- [9] A. P. Aryaputra, D. W. Widodo, dan A. Sanjaya, “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan Algoritma CNN Mobilenet V2,” *INOTEK*, vol. 9, 2025.
- [10] E. A. N. Munfaati dan A. Witanti, “Klasifikasi Buah dan Sayuran Segar atau Busuk Menggunakan Convolutional Neural Network,” *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, vol. 9, no. 1, pp. 27–38, 2024.
- [11] R. Saputra, H. Erlanda, dan A. Ramadhanu, “Klasifikasi Citra Dalam Identifikasi Jeruk Nipis dan Jeruk Mandarin Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN),” *Jitsi (Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi)*, vol. 5, no. 4, 2024.
- [12] R. H. Saputra, R. C. S. Hariyono, dan Fathulloh, “Deteksi Penyakit Tomat Melalui Citra Daun menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *AVITEC (Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls)*, vol. 5, no. 1, pp. 43–51, 2023.
- [13] H. N. Orun, “Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan VGG Berbasis Website,” *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, vol. 2, no. 3, pp. 1306–1312, 2024.
- [14] Felix, S. Faisal, T. F. M. Butarbutar, dan P. Sirait, “Implementasi CNN dan SVM untuk Identifikasi Penyakit Tomat via Daun,” *Jurnal SIFO Mikroskil*, vol. 20, no. 2, pp. 117–126, 2019.
- [15] F. Alviansyah, I. Ruslianto, dan M. Diponegoro, “Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Tomat Berdasarkan Warna dan Bentuk Daun Dengan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Web,” *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, vol. 5, no. 1, pp. 23–32, 2017.