

**DETEKSI PENYAKIT TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN
MACHINE LEARNING DENGAN INTEGRASI DATA
CITRA DAN KONDISI LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Pada Program Studi Teknik Informatika



Oleh :

Firma Nahwa Firdaus

NPM : 2213020013

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

Skripsi oleh:

Firma Nahwa Firdaus
NPM : 2213020013

Judul :

**DETEKSI PENYAKIT TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN
MACHINE LEARNING DENGAN INTEGRASI DATA
CITRA DAN KONDISI LINGKUNGAN**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 17 Juli 2026

Pembimbing I



Risa Helilinar, M.Kom.
NIDN. 0721058902

Pembimbing II



Rony Heri Irawan, M.Kom.
NIDN. 0711018102

Skripsi oleh:

Firma Nahwa Firdaus
NPM : 2213020013

Judul :

**DETEKSI PENYAKIT TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN
MACHINE LEARNING DENGAN INTEGRASI DATA
CITRA DAN KONDISI LINGKUNGAN**

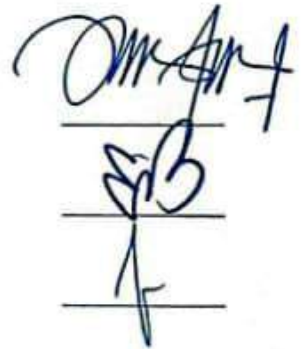
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada tanggal : 17 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

1. Ketua : Risa Helilintar, S.Kom., M.Kom.
2. Penguji I : Made Ayu Dusea Widyadara, M.Kom.
3. Penguji II : Rony Heri Irawan, S.Kom., M.Kom.



Dr. Sulistiono, M.Si.
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Firma Nahwa Firdaus
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat/Tgl Lahir : Kediri/07 Maret 2004
NPM : 2213020013
Fakultas/Prodi : Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 15 Juni 2026
Yang Menyatakan



Firma Nahwa Firdaus
NPM : 2213020013

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

HALAMAN MOTTO

"Keutamaan ilmu lebih baik daripada keutamaan ibadah, karena ilmu adalah cahaya, sedangkan ibadah adalah jalan menuju cahaya." — **Imam Syafi'i**

"Kita yang merencanakan, Allah yang menentukan."

— **Ustadz Hanan Attaki**

"Sesungguhnya bersama kesulitan, ada kemudahan"

— *QS.Al-Insyirah:6*

"Meraih gemerlap bintang di cakrawala tanpa melepaskan pijakan pada tanah tempat berpulang." — **Firma Nahwa Firdaus**

RINGKASAN

Firma Nahwa Firdaus Deteksi Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan *Machine Learning* Dengan Integrasi Data Citra Dan Kondisi Lingkungan, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026

Kata Kunci : Sistem Pakar, *Convolutional Neural Network* (CNN), MobileNetV2, *Rule-Based System*, Penyakit Tanaman Cabai.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi penyakit pada tanaman cabai dengan mengombinasikan pendekatan *Deep Learning* dan Sistem Pakar berbasis aturan (*Rule-Based system*). Proses identifikasi penyakit dilakukan menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2 yang mampu mengklasifikasikan citra daun ke dalam empat kategori, yaitu *Bacterial Spot*, *Cercospora*, *Curl Virus*, dan Sehat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN MobileNetV2 yang dibangun berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 90% dalam mengklasifikasikan citra penyakit daun cabai. Untuk menghasilkan informasi yang lebih komprehensif, hasil klasifikasi tersebut dikombinasikan dengan data kondisi lingkungan berupa suhu, kelembaban, dan curah hujan melalui mekanisme inferensi berbasis aturan. Sistem yang dikembangkan tidak hanya menampilkan hasil identifikasi penyakit, tetapi juga melakukan penilaian tingkat risiko perkembangan penyakit berdasarkan kondisi lingkungan serta memberikan rekomendasi penanganan yang sesuai. Implementasi sistem dilakukan dalam bentuk aplikasi *web* menggunakan *framework Flask* dengan dukungan basis data MySQL. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang diusulkan mampu mengintegrasikan informasi visual dari citra daun dan data lingkungan secara efektif sehingga dapat menghasilkan tingkat risiko penyakit, yaitu rendah, sedang, atau tinggi beserta rekomendasi pengendalian yang relevan.

PRAKATA

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas ridha dan karunia-Nya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Penulisan ini juga tak lepas dari dukungan pihak yang selalu membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karenanya peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Risa Helilintar, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Risa Helilintar, M.Kom. dan Rony Heri Irawan, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah dan mengarahkan kami selama mengerjakan skripsi.
5. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
6. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan penulisan penelitian ini.

Disadari penelitian ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Kediri, 15 Juli 2026



Firma Nahwa Firdaus
NPM. 2213020013

Daftar Isi

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xii
BAB I Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	6
Bab II Landasan Teori	8
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	8
B. Kerangka Berpikir.....	20
Bab III Metode Penelitian	20
A. Desain Penelitian.....	20

B. Instrumen Penelitian.....	23
C. Jadwal Penelitian.....	26
D. Objek Penelitian/Subjek Penelitian.....	27
E. Prosedur Penelitian.....	32
F. Teknik Analisis Data	35
BAB IV Hasil dan Pembahasan	49
A. Hasil Penelitian	49
B. Pembahasan.....	64
Bab V Penutup	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran.....	68
Daftar Pustaka	70
Lampiran	73

Daftar Tabel

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	26
Tabel 4. 1 Pengujian Fungsional	59
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian <i>Usability</i> Sistem.....	61
Tabel 4. 3 <i>Classification Report</i>	63

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 <i>Leaf Curl Virus</i>	8
Gambar 2. 2 <i>Cercospora</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Bacterial spot</i>	9
Gambar 2. 4 Kerangka Berpikir	20
Gambar 3. 1 <i>Use Case Diagram</i>	35
Gambar 3. 2 <i>Activity Diagram</i>	36
Gambar 3. 3 <i>Sequence Diagram</i>	38
Gambar 3. 4 <i>Class Diagram</i>	39
Gambar 3. 5 Halaman Masuk	40
Gambar 3. 6 Halaman Daftar.....	40
Gambar 3. 7 Halaman Utama	41
Gambar 3. 8 Halaman Deteksi.....	42
Gambar 3. 9 Halaman Riwayat.....	43
Gambar 3. 10 Halaman Informasi Penyakit	43
Gambar 4. 1 Sampel Citra Dataset	49
Gambar 4. 2 Contoh Penerapan Augmentasi Citra pada Sampel Daun Cabai	50
Gambar 4. 3 Halaman <i>Login</i>	51
Gambar 4. 4 Halaman Register.....	52
Gambar 4. 5 Halaman Utama	53
Gambar 4. 6 Halaman Deteksi.....	54
Gambar 4. 7 Halaman Deteksi.....	55
Gambar 4. 8 Halaman Riwayat.....	56
Gambar 4. 9 Halaman Informasi	57
Gambar 4. 10 <i>Confusion Matrix</i>	64

BAB I

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Tanaman hortikultura yang sering ditemui di Indonesia salah satunya adalah cabai. Cabai masuk ke dalam jenis tanaman perdu semusim yang tumbuh dengan sangat baik pada suhu yang ideal berkisar dari 24° *Celsius* sampai 28° *Celsius*, disertai kelembaban tanah antara 70% hingga 80% (Budiani et al., 2024). Setiap tahun, kebutuhan akan cabai cukup meningkat, sejalan dengan tingkat konsumsi masyarakat atau sebagai bahan baku pada industri (Alindi et al., 2023). Namun, tingginya permintaan tersebut belum sepenuhnya diimbangi dengan kestabilan produksi cabai, karena hasil panen cabai sering kali menurun akibat serangan berbagai penyakit tanaman yang dipicu oleh faktor lingkungan.

Pada tanaman cabai, serangan penyakit seperti *Bacterial spot*, *Cercospora*, dan *leaf curl virus* masih menjadi masalah serius yang berdampak pada produktivitas petani (Alindi et al., 2023). Permasalahan pertama yang muncul yaitu proses deteksi penyakit di tingkat petani masih bersifat manual, yakni mengandalkan pengamatan visual setelah gejalanya terlihat cukup jelas. Cara ini membuat petani baru dapat bertindak ketika penyakit sudah berkembang, sehingga proses pengendalian menjadi terlambat dan tingkat penyebaran di lahan semakin luas. Setelah itu, terdapat permasalahan kedua, yaitu kesulitan petani dalam membedakan penyakit yang menunjukkan gejala mirip seperti bercak, perubahan warna, maupun kerusakan jaringan daun. Banyak gejala penyakit memiliki tampilan visual yang hampir sama sehingga tanpa pengetahuan khusus, petani sering salah mengenali jenis penyakit, yang kemudian berdampak pada ketidaktepatan penanganan.

Penyakit tanaman cabai dapat dideteksi dengan memanfaatkan teknologi *computer vision* yang menganalisis citra daun untuk mengenali gejala penyakit secara otomatis berdasarkan pola warna, tekstur, dan bentuk pada permukaan daun (Pakiding et al., 2025). Beberapa penelitian sebelumnya telah

memanfaatkan teknologi *computer vision* dan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi penyakit berdasarkan citra daun. Akan tetapi, penelitian tersebut masih terbatas pada deteksi penyakit yang sudah muncul secara visual. Hal ini berkaitan dengan permasalahan ketiga, yaitu belum dimanfaatkannya variabel lingkungan seperti suhu, kelembapan, maupun curah hujan, padahal faktor-faktor tersebut sangat memengaruhi tingkat infeksi dan potensi perkembangan penyakit.

Model CNN banyak digunakan dalam klasifikasi penyakit berbasis citra daun, seperti penelitian (Mursyid et al., 2025) yang berhasil mengidentifikasi penyakit Antraknosa dan Virus Gemini dengan akurasi 92%, serta (Sucipto et al., 2024) yang menggunakan ResNet-50 dan *TensorFlow* dengan akurasi 85% pada *dataset* penyakit daun cabai rawit. Selain deteksi, beberapa studi juga mengembangkan sistem pendukung keputusan (DSS) yang memberikan rekomendasi penanganan yang mengintegrasikan hasil deteksi dengan basis data gejala dan tindakan pengendalian. Penelitian terdahulu umumnya membangun model berbasis satu jenis data, yaitu citra daun dan belum menggabungkan data *non-visual* sebagai faktor pendukung. Oleh karena itu, tantangan yang muncul adalah ketiadaan sistem yang mengintegrasikan data citra dan data lingkungan, padahal keduanya memiliki fungsi yang berbeda namun saling melengkapi. Risiko kemunculan penyakit cabai tidak hanya ditentukan oleh gejala visual pada daun, tetapi juga oleh kondisi lingkungan pada saat tanaman diamati. Dengan demikian, analisis data lingkungan sebagai indikator risiko sangat diperlukan untuk memprediksi penyakit yang berpotensi muncul berikutnya.

Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini mengusulkan model *hybrid* berbasis *MobileNetV2* dan *rule-based system*. *MobileNetV2* berfungsi menganalisis citra daun untuk mengidentifikasi jenis penyakit, sedangkan data lingkungan digunakan untuk memprediksi risiko dan potensi kemunculan penyakit baru. Hasil prediksi kemudian dikombinasikan dengan sistem berbasis aturan guna memberikan rekomendasi pencegahan yang sesuai dengan kondisi tanaman dan lingkungan. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya mampu

mendeteksi penyakit, tetapi juga memperkirakan risikonya serta memberikan saran penanganan yang lebih efektif bagi petani.

B. Identifikasi Masalah

Mengacu pada uraian latar belakang di atas, berikut merupakan hasil identifikasi masalah yang dijadikan bahan penelitian ini:

- 1) Petani mengalami kesulitan untuk mendeteksi penyakit pada daun tanaman cabai dengan akurat, karena masih dilakukan secara manual.
- 2) Gejala fisik pada daun tanaman cabai yang terlihat hampir mirip, menyulitkan petani dalam menentukan jenis penyakitnya dengan tepat.
- 3) Belum ada sistem yang memberikan rekomendasi penanganan dan pencegahan berdasarkan hasil deteksi penyakit saat ini serta potensi penyakit yang mungkin timbul berdasarkan kondisi lapangan.

C. Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang serta identifikasi masalah yang telah diuraikan, berikut masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem yang dapat mengintegrasikan model deteksi penyakit berbasis citra dan model prediksi risiko penyakit berbasis data lingkungan, sehingga menghasilkan informasi diagnosis dan prediksi yang akurat?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode *MobileNetV2* untuk deteksi penyakit dan *rule-based system* untuk prediksi risiko penyakit serta rekomendasi penanganan?

D. Batasan Masalah

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan, berikut adalah batasan masalah yang menjadi ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada penyelesaian masalah deteksi penyakit pada daun tanaman cabai rawit menggunakan citra daun, serta prediksi risiko kemunculan penyakit baru berdasarkan data lingkungan. Metode yang digunakan mencakup *MobileNetV2* untuk klasifikasi citra daun dan *rule-based system* untuk prediksi risiko penyakit serta rekomendasi penanganan.
2. Penelitian dilakukan di lahan pertanian Ds.Kambingan, Kec.Pagu, Kabupaten Kediri.
3. Lingkup pembahasan penelitian meliputi:
 - a. Deteksi penyakit *Bacterial spot*, *Cercospora*, dan *leaf curl virus*, dan daun sehat.
 - b. Analisis pengaruh data lingkungan yang terdiri dari suhu, kelembaban udara, dan curah hujan terhadap potensi tingkat risiko penyakit .
 - c. Integrasi hasil deteksi penyakit dan prediksi risiko ke dalam sistem rekomendasi penanganan berbasis aturan.
 - d. Perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam penelitian meliputi *Visual Studio Code* sebagai lingkungan pengembangan utama, *Google Chrome* sebagai *browser* untuk menjalankan dan menguji antarmuka sistem, dan laptop dengan spesifikasi standar yang mendukung proses pengembangan, pelatihan model, dan pengujian sistem.
 - e. Data yang digunakan dalam penelitian mencakup:
 - 1) *Dataset* citra daun cabai yang berisi tiga kelas, yaitu *Bacterial spot*, *Cercospora*, *leaf curl virus* dan daun sehat.
 - 2) Jumlah citra, ukuran file, resolusi gambar, dan spesifikasi lainnya disesuaikan dengan *dataset* hasil pengambilan data di lapangan.
 - 3) Data lingkungan yang terdiri dari suhu, kelembaban udara, dan curah hujan, dikumpulkan sebagai bahan *input* bersama dengan data citra.
 - f. Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian ini berupa model *MobileNetV2* yang mampu mendeteksi jenis penyakit cabai berdasarkan citra daun, disertai sistem prediksi risiko penyakit yang memanfaatkan kondisi lingkungan sebagai dasar analisis. Selain itu, penelitian ini juga

menghasilkan sistem rekomendasi penanganan dan pencegahan berbasis *rule-based* serta sebuah prototipe sistem yang dapat menampilkan hasil deteksi, prediksi risiko, dan rekomendasi secara terintegrasi.

- g. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu akurasi model yang sangat bergantung pada kualitas dan jumlah *dataset* citra daun yang digunakan. Prediksi risiko penyakit juga hanya didasarkan pada data lingkungan yang bersifat *snapshot* atau diambil satu kali pada saat pengambilan data, sehingga tidak merepresentasikan perubahan kondisi secara *time-series*.
- h. Sistem dikembangkan menggunakan *Python* untuk pengolahan data serta logika pemrosesan, HTML/CSS sebagai antarmuka pengguna, dan MySQL sebagai basis data untuk mengelola penyimpanan aturan, hasil analisis, serta informasi pendukung lainnya.
- i. Evaluasi hasil penelitian dilakukan melalui pengujian akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* pada model *MobileNetV2* untuk memastikan performa klasifikasi yang baik, validasi *rule-based system* berdasarkan referensi ilmiah mengenai penyakit tanaman cabai, serta uji coba sistem secara keseluruhan untuk memastikan bahwa proses deteksi, prediksi, dan rekomendasi dapat berjalan secara terpadu dan konsisten.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membuat sistem yang dapat mengintegrasikan model deteksi berbasis citra dan model prediksi risiko berbasis data lingkungan sehingga mampu memberikan informasi diagnosis dan prediksi penyakit secara akurat dan komprehensif.

2. Mengimplementasikan metode *MobileNetV2* untuk mendeteksi jenis penyakit tanaman cabai dan *rule-based system* untuk memprediksi risiko penyakit serta memberikan rekomendasi penanganan yang sesuai.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian tujuan penelitian yang diharapkan dapat tercapai, maka manfaat yang diharapkan dari penelitian ini dapat memberi kontribusi secara teoritis dan praktis, sebagai berikut::

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan pada bidang *computer vision*, *deep learning*, dan sistem pendukung keputusan, khususnya dalam penerapan *MobileNetV2* untuk klasifikasi penyakit tanaman berbasis citra daun dan *rule-based system* untuk prediksi risiko penyakit berdasarkan kondisi lingkungan. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah terkait integrasi data visual dan *non-visual* dalam analisis penyakit tanaman.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Petani

Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu pengguna mengenali jenis penyakit tanaman cabai secara lebih cepat dan akurat dibandingkan metode deteksi manual, memperoleh informasi mengenai prediksi risiko penyakit berdasarkan kondisi lingkungan aktual, serta mendapatkan rekomendasi penanganan dan pencegahan yang terarah sesuai dengan jenis penyakit dan kondisi lapangan.

b. Bagi Instansi Terkait

Sistem ini dapat dijadikan alat bantu edukasi untuk menjelaskan kepada petani mengenai hubungan antara gejala visual penyakit dan faktor lingkungan yang memengaruhinya. Meskipun tidak menggantikan analisis agronomis secara menyeluruh, sistem ini dapat mendukung proses penyuluhan dan pengambilan keputusan di lapangan.

c. Bagi Peneliti Selanjutnya

Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan atau pembanding bagi penelitian yang ingin mengembangkan model deteksi penyakit tanaman berbasis citra, menjadi dasar bagi pengembangan sistem prediksi penyakit berbasis data lingkungan yang lebih kompleks.

Daftar Pustaka

- Alindi, D. Y., Idmayanti, R., & Lestari, T. (2023). Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Cabai Menggunakan Metode *Forward Chaining* Berbasis Android. *ITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*.
- Aminah, S., Fauzan, A., & Sartika, D. (2023). Analisis Performa TensorFlow dalam Pembangunan Model *Machine Learning* untuk Sistem Rekomendasi. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*.
- Arafa, N., Basri, S., Ratnasari, R., & Saputra, R. (2024). Klasifikasi Penyakit Pada Daun Tanaman Cabai Dengan Pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*.
- Arifin, A. Z., Sari, D. N., & Santoso, B. (2022). Implementasi OpenCV dalam Pengembangan Aplikasi Deteksi Wajah untuk Sistem Keamanan. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (JTIK)*.
- Azizah, Q. N. (2023). Klasifikasi Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Arsitektur AlexNet Berbasis Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Ilmiah Informatika*.
- Budiani, R. E., Irawan, J. D., & Rudhistiar, D. (2024). Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis *Internet of Things* (IOT). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*.
- DeWitt, D. (2020). *Chile Peppers: A Global History*. University of New Mexico Press.
- Faqih, A. B., & Avianto, D. (2024). Klasifikasi Multi-Tanaman untuk Identifikasi Penyakit Daun Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*.
- Fitriyah, H., & Wihandika, R. C. (2020). *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. UB Press (Universitas Brawijaya Press).
- Géron, A. (2022). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Gonzalez, R. C., & Woods Richard E. (2018). *Digital Image Processing*. Pearson.
- Grosan, C., & Abraham, A. (2021). *Intelligent Systems: A Modern Approach*. Springer Nature.

- Karyawati, A. S. (2023). Pengaruh Pengaturan Jarak Tanam dan Tata Letak Bedengan terhadap Mikroklimat dan Produksi Cabai (*Capsicum annuum L.*). *Jurnal Produksi Tanaman (JPT)*.
- Lestari, D., & Aini, L. Q. (2021). Pengujian Konsorsium Bakteri Antagonis Untuk Mengendalikan Penyakit Bercak Daun *Cercospora* Dan Virus Kuning Pada Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L*) Di Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tanaman)*.
- M., S., & Sobir. (2021). Perakitan Varietas Unggul Cabai Tahan Penyakit Antraknosa. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*.
- Mawarni, R., Wulaningrum, R., & Helilintar, R. (2023). Implementasi Metode CNN Pada Klasifikasi Penyakit Jagung. *INOTEK*.
- Mursyid, F., Saputra, A. R., & Lestari, D. P. (2025). Implementasi *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk Deteksi Penyakit Antraknosa dan Gemini Virus pada Daun Cabai Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi (JUTISI)*.
- N., R. E., W., H., & K., W. (2025). Analisis Performa Arsitektur MobileNetV2 untuk Deteksi Real-Time Penyakit Daun Tomat pada Perangkat Mobile. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*.
- Pakiding, D., Selao, A., & Wahyuddin. (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*.
- Rahman, F. F., & Pratiwi, nunik. (2025). Pemanfaatan Arsitektur VGG-16 untuk Klasifikasi Penyakit Daun pada Tanaman Tomat dan Anggur. *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*.
- Ramalho, L. (2022). *Fluent Python: Clear, Concise, and Effective Programming*. O'Reilly Media.
- Robbins, J. N. (2021). *Learning Web Design: A Beginner's Guide to HTML, CSS, JavaScript, and Web Graphics* (6th ed.). O'Reilly Media.
- Rosebrock, A. (2021). *Deep Learning for Computer Vision with Python* (2nd ed.). PyImageSearch.com.

- Sari, D. N., Arifin, A. Z., & Santoso, B. (2022). Implementasi Mikroframework Flask dalam Pengembangan Aplikasi *Web* untuk Manajemen Data Pendidikan. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (JTik)*.
- Sipriyadi, Rahman, A. N. A., Darwis, W., Wibowo, R. H., Sutrawati, M., Hutasoit, C. M., Kristiani, Y., & Setiawan, R. (2022). Pencirian Genetik Pepper Yellow Leaf Curl Virus pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum*) di Bengkulu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPi)*.
- Sucipto, A., Nuraji, D., Ramadany, M. E. L., Vitasari, J., & Widarso, R. A. (2024). Implementasi Sistem Deteksi Otomatis pada Tanaman Cabai Rawit Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) Berbasis TensorFlow untuk Optimasi Pertanian Modern. *Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember*.
- Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications* (2nd ed.). Springer (Springer Nature).
- Widianto, B., Setyanto, A., & T., L. E. (2023). Klasifikasi Penyakit pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN). *Jurnal Teknoinfo*.
- Zen, M., Irwan, Hafni, & Ananda, M. D. P. (2023). Implementasi dan Pengujian Menggunakan Metode *BlackBox Testing* Pada Sistem Informasi Tracer Study. *Bulletin of Computer Science Research*.