

Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Dan Klasifikasi Penyakit Tanaman Hias Berdasarkan Citra Daun

Maqila Sulaiman Abu Zakaria,

Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

maqila9@gmail.com

Ahmad Faisol,

Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

mzfais@lecturer.itn.ac.id

F.X. Ariwibisono,

Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

ari@lecturer.itn.ac.id

Abstract

The manual detection of diseases in ornamental plants is often slow, inaccurate, and prone to errors. This situation negatively impacts the quality and market value of ornamental plants in Indonesia, which possess high aesthetic and economic value. This study aims to develop a Convolutional Neural Network (CNN) model based on leaf images to detect and classify ornamental plant diseases quickly and accurately. The methodology involves collecting a dataset of leaf images categorized into five classes: bacterial, fungal, viral, pest-induced, and healthy. The CNN model was trained using the TensorFlow framework and integrated into a web-based application utilizing Laravel and FastAPI to enhance user accessibility. The results indicate that the developed CNN model achieved an accuracy of 89.67%. The implemented application is capable of early detection of ornamental plant diseases with high speed and accuracy, equipped with detection history and treatment recommendation features. This solution demonstrates a significant contribution to the application of artificial intelligence technology in agriculture, particularly in supporting the sustainable health of ornamental plants in Indonesia.

Keywords: *Convolutional Neural Network, CNN, early detection, ornamental plant diseases, artificial intelligent, leaf images, agricultural technology.*

Abstrak

Sulitnya mendeteksi penyakit pada tanaman hias secara manual sering kali lambat, tidak akurat, dan rentan terhadap kesalahan. Kondisi ini berdampak negatif pada kualitas dan nilai jual tanaman hias di Indonesia, yang memiliki nilai estetika dan ekonomi tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model Convolutional Neural Network (CNN) berbasis citra daun yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit tanaman hias secara cepat dan akurat. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan dataset citra daun dari lima kategori: bakteri, jamur, virus, hama, dan sehat. Model CNN dilatih menggunakan framework TensorFlow, kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis website menggunakan Laravel dan FastAPI untuk meningkatkan aksesibilitas pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan berhasil mencapai akurasi sebesar 89,67%. Aplikasi yang diimplementasikan mampu mendeteksi dini penyakit tanaman hias secara cepat dan akurat, dilengkapi fitur riwayat deteksi serta rekomendasi perawatan. Solusi ini memberikan kontribusi nyata pada

pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan dalam bidang pertanian, khususnya untuk mendukung kesehatan tanaman hias secara berkelanjutan di Indonesia.

Kata Kunci : *Convolutional Neural Network (CNN), Deteksi dini, penyakit tanaman hias, kecerdasan buatan, citra daun, teknologi pertanian.*

Pendahuluan

Memelihara tanaman hias telah menjadi hobi yang semakin populer di kalangan masyarakat dari berbagai lapisan.¹ Aktivitas ini tidak hanya bermanfaat untuk menghabiskan waktu luang dan mengurangi stres, tetapi juga berkembang menjadi peluang bisnis yang menjanjikan.² Berdasarkan data dari *Outlook Agribisnis Tanaman Hias* tahun 2021 yang diterbitkan oleh Pusat Data dan Informasi Pertanian (Pusdatin), produksi tanaman hias di Indonesia mencapai 6,4 juta unit pada tahun 2020.³ Angka ini menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, didorong oleh tingginya minat masyarakat terhadap tanaman hias untuk tujuan estetika dan dekoratif.⁴ Tanaman hias dengan kesehatan yang baik dan tampilan yang menarik memiliki nilai jual yang tinggi, sehingga menjaga kesehatan tanaman menjadi prioritas utama bagi pemilik tanaman dan pelaku bisnis tanaman hias.

Namun, merawat tanaman hias bukanlah hal yang mudah. Tanaman hias rentan terhadap berbagai penyakit yang dapat mempengaruhi kesehatan dan estetika tanaman.⁵ Penyakit-penyakit ini dapat disebabkan oleh bakteri seperti *Xanthomonas* yang menyebabkan bercak daun, jamur seperti *Fusarium* yang menyerang akar dan batang, serta virus seperti *Tobacco mosaic virus* (TMV) yang dapat mengubah warna daun.⁶ Selain itu, hama seperti kutu daun (*Aphididae*) sering menyebabkan kerusakan fisik pada daun dan mengganggu pertumbuhan tanaman.⁷ Penyakit-penyakit ini dapat menurunkan kualitas tanaman secara drastis, mengurangi nilai jual, dan pada kasus yang parah, menyebabkan tanaman mati.⁸ Laporan dari *Outlook Agribisnis Tanaman Hias* tahun 2021 mencatat bahwa lebih dari 45%

¹ Cynthia Claudia and Joseph Edwin, "Motivasi Membagikan Konten Tanaman Hias Di Social Networking Sites," *WACANA: Jurnal Ilmiah Ilmu Komunikasi* 21, no. 2 (December 29, 2022): 178–95, <https://doi.org/10.32509/wacana.v21i2.2000>.

² Putri Rosyidah and Siswahyudianto, "Strategi Marketing Mix Pada Bisnis Tanaman Hias Untuk Mencapai Keunggulan Bersaing Ditinjau Dari Etika Bisnis Islam," *Idarotuna : Journal of Administrative Science* 4, no. 1 (May 10, 2023): 1–11, <https://doi.org/10.54471/idarotuna.v4i1.39>.

³ P. Hanny Muliany, ed., *Statistik pertanian, 2016 = Agricultural statistics, 2016* (Ragunan, Jakarta Selatan: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian, 2016).

⁴ I. Gusti Ayu Cynthia Mahacakri, "Manajemen Usaha Dan Penerapan Digital Marketing Tanaman Hias Di Kota Mataram," *AGROTEKSOS* 30, no. 1 (April 28, 2020): 1–10, <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v30i1.549>.

⁵ Dyah Pitaloka, "Hortikultura: Potensi, Pengembangan Dan Tantangan," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan* 1, no. 1 (2017): 1–4, <https://doi.org/10.33379/gtech.v1i1.260>.

⁶ Ika Rochdjatun Sastrahidayat, *Penyakit pada Tanaman Hias* (Universitas Brawijaya Press, 2015).

⁷ Mia Martha Amalia, Ernawati Ernawati, and Andang Wijanarko, "Implementasi Metode Naïve Bayes Dalam Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Pada Tanaman Hias *Aglaonema* SP.," *Rekursif: Jurnal Informatika* 10, no. 1 (April 24, 2022): 23–39, <https://doi.org/10.33369/rekursif.v10i1.18953>.

⁸ Adysta Marsha Indrawan, Mochammad Firman Arif, and Rudi Hariyanto, "Deteksi Jenis Penyakit Tanaman Hias *Aglaonema* Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Pada 'As Florist,'" *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika)* 9, no. 2 (August 30, 2024): 1013–20, <https://doi.org/10.30645/jurasik.v9i2.832>.

tanaman hias yang ditanam di rumah kaca di Indonesia mengalami serangan penyakit, terutama yang disebabkan oleh jamur dan bakteri.⁹

Salah satu tantangan terbesar yang dihadapi oleh petani bunga dan pecinta tanaman hias adalah kesulitan dalam mengidentifikasi penyakit berdasarkan gejala-gejala yang terlihat pada tanaman.¹⁰ Saat ini, metode identifikasi penyakit yang umum dilakukan adalah dengan mencari informasi di internet berdasarkan gejala yang diamati. Namun, hanya 35% dari pengguna yang mencari informasi penyakit tanaman di internet mendapatkan hasil yang benar-benar sesuai dengan kondisi penyakit tanaman mereka.¹¹ Proses pencarian ini memakan waktu dan sering kali menghasilkan informasi yang tidak akurat atau tidak relevan, sehingga menyulitkan petani dan penghobi tanaman dalam menentukan tindakan penanganan yang tepat.¹² Identifikasi yang salah atau terlambat dapat memperburuk kondisi tanaman, dan pada akhirnya menimbulkan kerugian ekonomi bagi pelaku bisnis tanaman hias.

Untuk mengatasi tantangan ini, berbagai metode deteksi penyakit tanaman telah dikembangkan, seperti *K-Nearest Neighbors* (KNN), *Support Vector Machines* (SVM), dan *Random Forest*.¹³ Masing-masing metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Misalnya, KNN mudah diimplementasikan tetapi kurang efisien pada dataset besar, sedangkan SVM efektif untuk data dengan dimensi tinggi namun memerlukan pemilihan *kernel* yang tepat.¹⁴ Di antara metode yang ada, *Convolutional Neural Network* (CNN) muncul sebagai metode yang paling menjanjikan, karena kemampuannya untuk secara otomatis mengekstraksi fitur dari citra dan memberikan akurasi tinggi dalam klasifikasi penyakit. *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat mendeteksi lebih dari 26 jenis penyakit pada tanaman dengan akurasi lebih dari 90%.¹⁵

Dengan mempertimbangkan potensi besar yang dimiliki oleh *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam pengenalan pola dan klasifikasi citra, penelitian ini memilih untuk mengembangkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam aplikasi *website* untuk deteksi dini penyakit pada tanaman hias.¹⁶ Diharapkan aplikasi ini dapat memberikan solusi

⁹ S. P. Tintin Febrianti et al., *Goresan Pena 24 Dosen Pertanian* (Deepublish, 2023).

¹⁰ Heri Soedarmanto et al., *Bunga rampai hasil penelitian terapan : potensi pengembangan komoditas bunga melati, kenanga dan mawar untuk minyak atsiri dan diversifikasi produkenya di Kalimantan Selatan* (Poliban Press, 2022).

¹¹ Qudsiyah Nur Azizah, "Klasifikasi Penyakit Daun Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network AlexNet," *sudo Jurnal Teknik Informatika* 2, no. 1 (February 17, 2023): 28–33, <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i1.227>.

¹² Hanip Afandi and Danang Arbian Sulisty, "Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Pada Bunga Krisan Menggunakan Forward Chaining | Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia," July 11, 2021, <https://jurnal.stmikasia.ac.id/index.php/jitika/article/view/409>.

¹³ Fiviana Sulistiyana and Sri Anardani, "Aplikasi Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Dengan Metode CNN dan SVM," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENATIK)* 6, no. 1 (August 8, 2024): 423–32.

¹⁴ Atharizky Ade Santosa, R. Yunendah Nur Fu'adah, and Syamsul Rizal, "Deteksi Penyakit Pada Tanaman Padi Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dengan Metode Convolutional Neural Network," *JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING* 6, no. 2 (February 27, 2023): 98–108, <https://doi.org/10.31289/jesce.v6i2.7930>.

¹⁵ Abdul Jalil Rozaqi, Andi Sunyoto, and M Rudyanto Arief, "Deteksi Penyakit Pada Daun Kentang Menggunakan Pengolahan Citra dengan Metode Convolutional Neural Network," *Creative Information Technology Journal* 8, no. 1 (March 31, 2021): 22, <https://doi.org/10.24076/citec.2021v8i1.263>.

¹⁶ Armin Lawi et al., "KLASIFIKASI PENYAKIT CITRA DAUN TANAMAN TOMAT DENGAN ENSEMBLE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)* 8, no. 1 (2022): 239–43.

yang lebih cepat dan akurat bagi petani dan pecinta tanaman hias, serta membantu mereka mengambil tindakan perawatan yang tepat waktu. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat mendorong inovasi dalam teknologi pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan, sehingga meningkatkan kesehatan tanaman hias di Indonesia.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan sebelumnya, penulis percaya bahwa penggunaan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi penyakit tanaman hias berdasarkan citra daun akan menjadi solusi praktis bagi petani dan pecinta tanaman hias dalam menjaga kesehatan tanaman mereka.¹⁷ Dengan adanya teknologi ini, proses identifikasi penyakit dan penanganan yang tepat dapat dilakukan dengan lebih cepat, dan efisien. Selain itu, aplikasi berbasis website yang dilengkapi dengan model *Convolutional Neural Network* (CNN) ini akan mempermudah pengguna dalam mengunggah gambar daun tanaman hias mereka dan mendapatkan hasil diagnosis serta rekomendasi perawatan yang sesuai. Dengan demikian, teknologi ini diharapkan dapat berkontribusi dalam menjaga keindahan dan kesehatan tanaman hias, serta mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh penyakit yang tidak terdeteksi atau salah diagnosis.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk mengembangkan sistem deteksi dan klasifikasi penyakit tanaman hias berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan dataset citra daun tanaman hias dari survei lapangan dan sumber dataset publik.¹⁸ Dataset ini mencakup lima kategori penyakit: bakteri, jamur, virus, hama, dan sehat, dengan total 10.000 citra yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian model.¹⁹ Pengembangan model dilakukan menggunakan *TensorFlow*, dengan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang terdiri dari lapisan konvolusi, *pooling*, dan *fully connected* untuk mengekstraksi fitur citra secara otomatis dan mengklasifikasikan penyakit.²⁰ Model dilatih menggunakan data latih dan divalidasi secara silang untuk mencapai akurasi yang optimal. Selanjutnya, sistem diimplementasikan dalam aplikasi berbasis *website* menggunakan *framework* *Laravel* untuk antarmuka pengguna dan *FastAPI* untuk integrasi model *Convolutional Neural Network* (CNN).²¹ Aplikasi ini memungkinkan pengguna

¹⁷ Syenira Sheila et al., "Deteksi Penyakit Pada Daun Padi Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *MULTINETICS* 9, no. 1 (April 13, 2023): 27–34, <https://doi.org/10.32722/multinetics.v9i1.5255>.

¹⁸ Abwabul Jinan and B. Herawan Hayadi, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Melalui Citra Daun (Multilayer Perceptron)," *Journal of Computer and Engineering Science*, August 3, 2022, 37–44.

¹⁹ Syaikhul Anam Al Idrus, Aziz Musthafa, and Oddy Virgantara Putra, "Deteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya* 2, no. 2 (2021): 103–9.

²⁰ Kelvianto Husodo, Charisini Lubis, and Ziyad Rusdi, "KLASIFIKASI TANAMAN ANGGREK MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR VGG-19," *Simtek: jurnal sistem informasi dan teknik komputer* 8, no. 2 (October 2, 2023): 253–58, <https://doi.org/10.51876/simtek.v8i2.214>.

²¹ Nicholas Bagus Pamungkas and Agus Suhendar, "Penerapan Metode Convolutional Neural Network Pada Sistem Klasifikasi Penyakit Tanaman Apel Berdasarkan Citra Daun," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika* 8, no. 2 (December 19, 2024): 675–84, <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i2.27958>.

mengunggah gambar daun tanaman hias, memprosesnya, dan menerima hasil diagnosis serta rekomendasi perawatan secara langsung.

Pengujian dilakukan dalam tiga tahap utama:²² Pertama, pengujian model *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan metrik akurasi, presisi, dan *confusion matrix* untuk mengevaluasi performa klasifikasi. Kedua, pengujian fungsional aplikasi dilakukan dengan metode *black-box testing* untuk memastikan semua fitur bekerja sesuai spesifikasi. Ketiga, survei terhadap petani dan penghobi tanaman hias dilakukan untuk menilai pengalaman pengguna, kemudahan penggunaan, dan relevansi rekomendasi yang diberikan oleh sistem. Metodologi ini memastikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan solusi yang akurat, praktis, dan mudah diakses untuk mendeteksi penyakit tanaman hias secara dini.

Hasil dan Pembahasan

Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap krusial dalam siklus pengembangan perangkat lunak, di mana desain sistem yang telah dirancang diubah menjadi aplikasi yang fungsional dan siap digunakan oleh pengguna akhir.²³ Tahap ini tidak hanya melibatkan penerapan kode program, tetapi juga mencakup proses integrasi, pengujian, dan penyempurnaan fitur untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya.²⁴ Dalam konteks penelitian ini, implementasi sistem memanfaatkan dua teknologi utama yang saling melengkapi, yaitu Laravel 11 dan FastAPI, untuk mendukung pengembangan aplikasi berbasis web yang efisien dan modular.

Laravel 11, sebagai kerangka kerja PHP yang bersifat open-source, dipilih karena menawarkan ekosistem yang komprehensif dengan fitur seperti sistem routing yang fleksibel, manajemen database yang terstruktur melalui Eloquent ORM, serta dukungan untuk pengelolaan keamanan, autentikasi, dan otorisasi yang canggih. Keunggulan ini memungkinkan pengembang untuk membangun antarmuka pengguna yang responsif dan intuitif sekaligus memfasilitasi manajemen konten secara dinamis.²⁵ Sementara itu, FastAPI digunakan sebagai backend untuk membangun Application Programming Interface (API) yang berfokus pada pengolahan citra. Pemilihan FastAPI didasarkan pada keunggulannya dalam hal kecepatan dan skalabilitas, terutama karena framework ini dibangun di atas Starlette dan Pydantic yang mendukung pemrosesan asynchronous. FastAPI juga menawarkan fitur

²² Sri Adiningsi Erni Albakia and Rizal Adi Saputra, "Identifikasi Jenis Daun Tanaman Obat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Dengan Model VGG16," *Jurnal Informatika Polinema* 9, no. 4 (August 22, 2023): 451–60, <https://doi.org/10.33795/jip.v9i4.1420>.

²³ Dina Roslita, "Analisa Dan Implementasi Sistem Informasi Manajemen Kelurahan Berbasis Web Model Government to Citizen," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sistem Informasi Dan Komputer Akuntansi* 1, no. 1 (May 3, 2023): 7–12, <https://doi.org/10.33365/jimasika.v1i1.2498>.

²⁴ Ventje Jeremias Lewi Engel and Sinung Suakanto, "Model Inferensi Konteks Internet of Things pada Sistem Pertanian Cerdas," *Jurnal Telematika* 11, no. 2 (2016): 6–6, <https://doi.org/10.61769/telematika.v11i2.140>.

²⁵ Yudho Yudhanto dan Helmi Adi Prasetyo, *Mudah Menguasai Framework Laravel* (Elex Media Komputindo, 2019).

dokumentasi otomatis berbasis OpenAPI, yang mempermudah pengujian endpoint dan integrasi dengan berbagai klien.²⁶

Dalam implementasi ini, Laravel dan FastAPI dihubungkan melalui mekanisme RESTful API, di mana Laravel berfungsi sebagai pengelola antarmuka pengguna dan logika aplikasi, sedangkan FastAPI menangani pemrosesan data dan analisis citra di sisi backend.²⁷ Sinergi antara kedua teknologi ini menciptakan sistem yang modular, di mana setiap komponen dapat dikembangkan dan diperbarui secara terpisah tanpa mengganggu kinerja keseluruhan aplikasi. Lebih lanjut, pendekatan ini juga mencerminkan paradigma pengembangan berbasis layanan (service-oriented architecture) yang memfasilitasi integrasi dengan teknologi masa depan dan memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan kebutuhan yang terus berkembang.²⁸ Dengan demikian, implementasi sistem ini tidak hanya berfokus pada hasil jangka pendek berupa aplikasi yang fungsional, tetapi juga memperhatikan aspek keberlanjutan dan skalabilitas jangka panjang.

Melalui kombinasi Laravel 11 dan FastAPI, penelitian ini tidak hanya menunjukkan efisiensi teknis, tetapi juga memperlihatkan bagaimana pendekatan teknologi modern dapat diterapkan untuk memenuhi kebutuhan pengolahan data yang kompleks.²⁹ Pembahasan ini menggarisbawahi pentingnya pemilihan teknologi yang tepat sebagai landasan bagi pengembangan sistem yang robust dan adaptif di era digital. Pendekatan implementasi sistem yang memadukan Laravel 11 dan FastAPI juga mencerminkan strategi integrasi lintas-platform yang relevan dengan kebutuhan teknologi saat ini. Dalam konteks pengembangan aplikasi modern, perpaduan antara framework berbasis PHP untuk pengelolaan frontend dan framework berbasis Python untuk pengolahan data di backend menawarkan fleksibilitas yang tinggi dalam pengelolaan arsitektur perangkat lunak.³⁰

Salah satu aspek kritis dalam proses implementasi ini adalah mekanisme komunikasi antara Laravel dan FastAPI. Komunikasi ini diatur melalui protokol HTTP menggunakan RESTful API yang memungkinkan pertukaran data secara cepat dan efisien. RESTful API dirancang untuk mendukung interoperabilitas, yang berarti sistem dapat dengan mudah dihubungkan dengan layanan pihak ketiga atau diperluas dengan fitur baru tanpa memerlukan perubahan besar pada kode yang sudah ada. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan skalabilitas sistem tetapi juga memperkuat keamanan melalui penerapan token berbasis autentikasi, seperti JSON Web Token (JWT).³¹

²⁶ Priya Bansal and Abdelkader Ouda, "Study on Integration of FastAPI and Machine Learning for Continuous Authentication of Behavioral Biometrics," in *2022 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*, 2022, 1–6, <https://doi.org/10.1109/ISNCC55209.2022.9851790>.

²⁷ Adeel Ehsan et al., "RESTful API Testing Methodologies: Rationale, Challenges, and Solution Directions," *Applied Sciences* 12, no. 9 (January 2022): 4369, <https://doi.org/10.3390/app12094369>.

²⁸ Matthias Biehl, *RESTful API Design* (API-University Press, 2016).

²⁹ Aji Naufal Aqil et al., "Robot Chat System (Chatbot) to Help Users 'Homelab' Based in Deep Learning," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)* 12, no. 8 (31 2021), <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120870>.

³⁰ Asyraf Wahi Anuar et al., "Re-CRUD Code Automation Framework Evaluation Using DESMET Feature Analysis," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)* 13, no. 5 (40/31 2022), <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130552>.

³¹ A. Rahmatulloh, R. Gunawan, and F. M. S. Nursuwarni, "Performance Comparison of Signed Algorithms on JSON Web Token," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 550, no. 1 (July 2019): 012023, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/550/1/012023>.

Di sisi lain, penggunaan FastAPI sebagai mesin pengolahan citra menegaskan fokus pada kinerja dan akurasi pemrosesan data. Framework ini memungkinkan implementasi algoritma machine learning dan pemrosesan citra secara real-time melalui integrasi dengan pustaka populer seperti OpenCV dan TensorFlow.³² Dengan dukungan terhadap operasi asynchronous, FastAPI mampu menangani permintaan dalam jumlah besar secara bersamaan tanpa mengorbankan kecepatan atau stabilitas sistem. Penting untuk dicatat bahwa implementasi ini juga melibatkan serangkaian pengujian untuk memastikan integritas dan kinerja sistem. Pengujian dilakukan pada dua level, yaitu pengujian unit dan pengujian integrasi. Pengujian unit difokuskan pada setiap komponen secara terpisah, seperti validasi input di FastAPI dan manajemen rute di Laravel. Sementara itu, pengujian integrasi difokuskan pada alur data dari frontend ke backend dan sebaliknya, untuk memastikan bahwa proses pengolahan data berjalan lancar dan memberikan output yang diharapkan.³³

Lebih jauh, aspek keamanan juga menjadi perhatian utama dalam implementasi ini. Laravel menawarkan fitur bawaan seperti hashing password dan middleware keamanan yang dapat dikonfigurasi untuk mencegah serangan umum seperti SQL Injection dan Cross-Site Scripting (XSS). Di sisi lain, FastAPI mendukung enkripsi data dan autentikasi berbasis OAuth2, yang memastikan bahwa data sensitif tetap terlindungi selama proses transmisi. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan implementasi yang menggabungkan Laravel dan FastAPI mencerminkan paradigma microservices yang semakin populer.³⁴ Model ini membagi sistem menjadi modul-modul kecil yang saling terhubung, sehingga memungkinkan fleksibilitas dan ketahanan yang lebih tinggi. Setiap modul dapat dikelola secara independen, memungkinkan tim pengembang untuk memperbarui atau mengganti komponen tertentu tanpa mengganggu sistem secara keseluruhan.

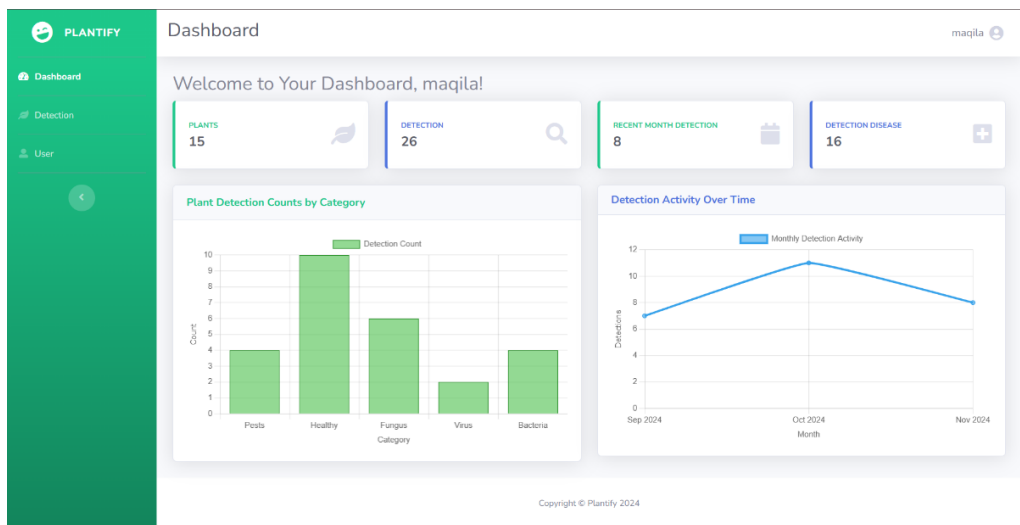
Selain itu, pendekatan ini juga membuka peluang untuk mengadopsi teknologi berbasis cloud, yang mendukung kebutuhan komputasi dan penyimpanan data dalam skala besar. Dengan memanfaatkan layanan seperti AWS atau Google Cloud, aplikasi yang dikembangkan dapat di-host secara fleksibel, mendukung kebutuhan skalabilitas yang lebih besar di masa depan. Keseluruhan implementasi ini bukan sekadar integrasi teknologi, tetapi juga menegaskan pentingnya pendekatan berbasis prinsip modularitas dan efisiensi. Melalui penggabungan Laravel 11 dan FastAPI, penelitian ini berupaya memperkenalkan solusi yang adaptif dan responsif terhadap tantangan teknis, sekaligus memberikan kontribusi dalam pengembangan aplikasi yang lebih efektif dan berorientasi pada masa depan.

³² Glenn Jocher et al., "Ultralytics/Yolov5: V6.0 - YOLOv5n 'Nano' Models, Roboflow Integration, TensorFlow Export, OpenCV DNN Support," *Zenodo*, accessed December 22, 2024, <https://doi.org/10.5281/zenodo.5563715>.

³³ Ajay Talele, Aseem Patil, and Bhushan Barse, "Detection of Real Time Objects Using TensorFlow and OpenCV," *Asian Journal For Convergence In Technology (AJCT) ISSN -2350-1146*, April 12, 2019, <http://www.asianssr.org/index.php/ajct/article/view/783>.

³⁴ Jose Haro Peralta, *Microservice APIs: Using Python, Flask, FastAPI, OpenAPI and More* (Simon and Schuster, 2023).

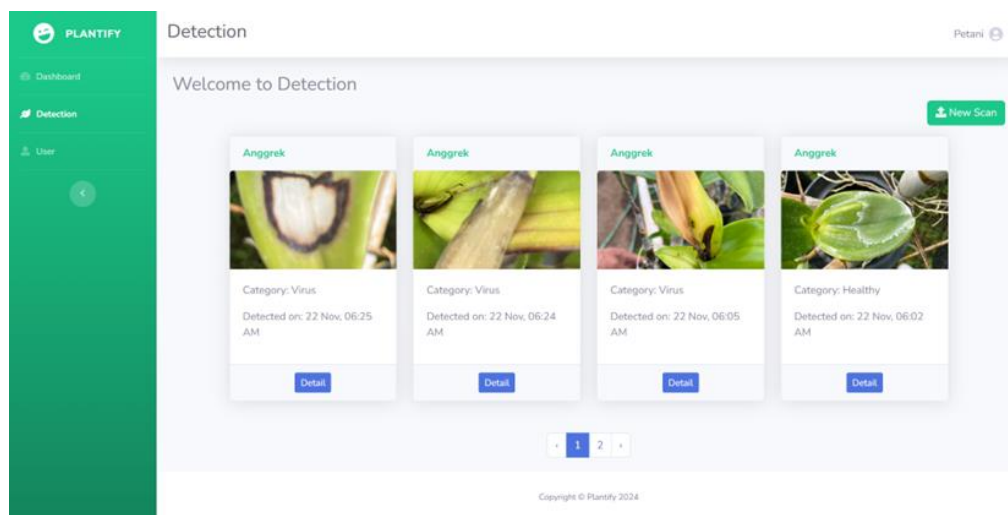
Halaman Dashboard



Gambar 5. Halaman Dashboard

Gambar 5 menunjukkan tampilan halaman *Dashboard* aplikasi Plantify, yang berfungsi sebagai pusat informasi utama bagi pengguna. *Dashboard* menyajikan statistik deteksi tanaman, termasuk total tanaman terdaftar, jumlah deteksi, deteksi bulan terakhir, dan total penyakit terdeteksi. Grafik batang menampilkan distribusi kategori penyakit, sementara grafik garis menunjukkan tren aktivitas deteksi per bulan, memberikan gambaran visual yang informatif dan interaktif.

Halaman Detection



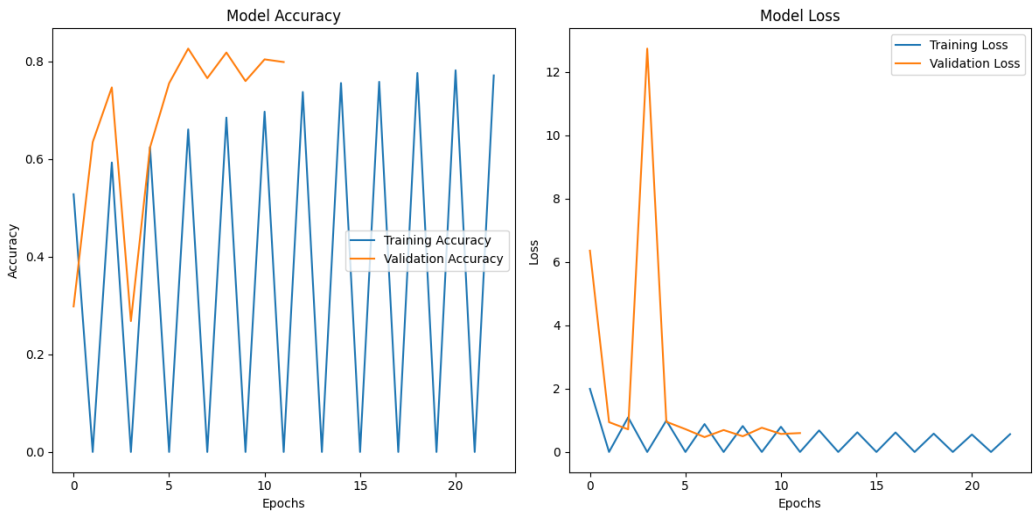
Gambar 6. Halaman Detection

Gambar 6 menunjukkan tampilan halaman *Detection* pada aplikasi Plantify, yang menampilkan hasil deteksi penyakit tanaman hias dalam bentuk kartu berisi gambar daun, nama tanaman, kategori penyakit, dan waktu deteksi. Tersedia tombol "Detail" untuk informasi lebih lanjut dan "New Scan" untuk pemindaian baru. *Sidebar* navigasi memudahkan

akses ke menu utama seperti *Dashboard*, *Detection*, dan *User*, menjadikan antarmuka pengguna intuitif dan fungsional.

Pengujian Training Model

Pengujian dilakukan menggunakan 2000 citra daun pada setiap kategori penyakit. Uji coba *training* model adalah proses untuk mendapatkan model yang digunakan untuk mengenali kategori penyakit tanaman hias. Dari pengujian *Training* model didapatkan hasil pada Gambar 7.

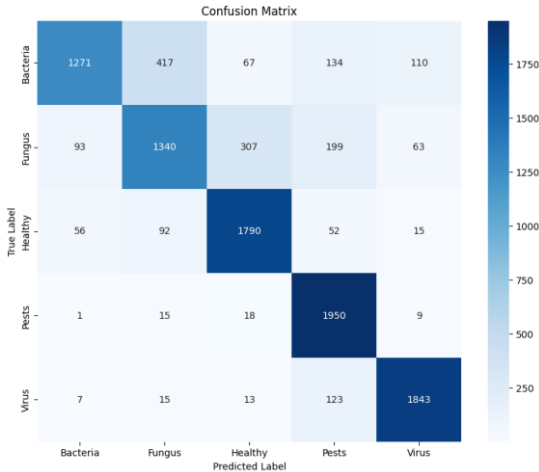


Gambar 7. Hasil Training Data

Pada Gambar 7 terlihat bahwa nilai *loss* dan *val_loss* terus mengalami penurunan, sementara *accuracy* dan *val_accuracy* meningkat di setiap *epoch* yang dijalankan. Hal ini menunjukkan bahwa model pelatihan data sudah menunjukkan performa yang baik, karena *accuracy* dan *val_accuracy* mendekati nilai 1, sedangkan *loss* dan *val_loss* mendekati nilai 0.

Pengujian Kinerja Metode

Pengujian akurasi metode yang digunakan terhadap petani tanaman hias dan pengguna sistem dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 8.



Gambar 8. Confusion Matrix

Gambar 8 menunjukkan Hasil analisis *Confusion Matrix* bahwa model memiliki performa yang baik dalam mendeteksi kategori *Healthy* dan *Pests*, dengan nilai *True Positive* yang tinggi, yaitu 1790 untuk *Healthy* dan 1950 untuk *Pests*. Namun, kesalahan klasifikasi masih ditemukan, terutama pada kategori *Bacteria* dan *Fungus*. Sebanyak 417 sampel kategori *Bacteria* salah diklasifikasikan sebagai *Fungus*, dan 307 sampel kategori *Fungus* salah diklasifikasikan sebagai *Healthy*, menunjukkan adanya kesamaan pola antar kategori tersebut yang memengaruhi prediksi model. Kategori *Virus* menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan nilai *True Positive* sebesar 1843, meskipun beberapa sampel masih salah diklasifikasikan sebagai *Bacteria* atau *Pests*.

Secara keseluruhan, *Confusion Matrix* ini mengindikasikan bahwa model mampu mengklasifikasikan penyakit tanaman hias dengan akurasi tinggi pada beberapa kategori, meskipun masih terdapat ruang untuk perbaikan. Optimasi lebih lanjut pada parameter model dan perluasan *dataset* pelatihan dapat membantu mengurangi kesalahan klasifikasi antar kategori dengan pola gejala yang mirip, sehingga meningkatkan kinerja keseluruhan model.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kinerja Metode

Kategori Penyakit	TP	TN	FP	FN
Bakteri (Bacteria)	1271	8136	728	661
Jamur (Fungus)	1340	8023	1045	662
Hama (Pests)	1950	8158	360	43
Virus	1843	8315	375	163
Sehat (Healthy)	1790	8335	489	250
Σ	8194	40967	2997	1779

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} * 100 = \frac{8194+40967}{8194+40967+2997+1779} * 100 = 89.67\% \dots\dots\dots^{35}$$

Berdasarkan pengujian yang ditampilkan pada Tabel 1, metode yang digunakan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 89,67%.

Pengujian Pengguna

Tahap pengujian pengguna bertujuan untuk mengevaluasi kinerja aplikasi, memastikan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik, dan menyediakan fitur yang sesuai kebutuhan. Pengujian dilakukan dengan meminta pengguna yang telah mencoba aplikasi untuk mengisi kuesioner. Hasil dari pengujian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kuisisioner Pengujian Pengguna

No.	Pertanyaan	Jawaban				
		1	2	3	4	5

³⁵ Hilda Apriyani and Kurniati Kurniati, "Perbandingan Metode Naïve Bayes Dan Support Vector Machine Dalam Klasifikasi Penyakit Diabetes Melitus," *Journal of Information Technology Ampera* 1, no. 3 (December 20, 2020): 133–43, <https://doi.org/10.51519/journalita.volume1.iss3.issue3.year2020.page133-143>.

1.	Seberapa mudah Anda menemukan fitur yang Anda butuhkan dalam aplikasi ini?	0	0	4 (11,1%)	16 (44,4%)	16 (44,4%)
2.	Seberapa jelas tampilan antarmuka (UI) aplikasi ini?	0	0	1 (2,8%)	19 (52,8%)	16 (44,4%)
3.	Apakah aplikasi ini membantu Anda dalam mendeteksi penyakit pada tanaman hias?	0	0	3 (8,3%)	20 (55,6%)	13 (36,1%)
4.	Apakah rekomendasi penanganan yang diberikan aplikasi relevan dengan masalah pada tanaman Anda?	0	0	4 (11,1%)	19 (52,8%)	13 (36,1%)
5.	Seberapa puas Anda dengan hasil deteksi aplikasi ini?	0	0	5 (13,9%)	11 (30,6%)	20 (55,6%)
Rata – Rata (%)		0	0	9,44	47,24	43,32

Berdasarkan Tabel 2 hasil dari kuisioner yang dilakukan oleh 36 orang adalah jawaban nilai 3 9,44 %, nilai 4 47,24% dan nilai 5 43,32%. Hasil pengujian pengguna menunjukkan bahwa nilai 4 diperoleh sebesar 47,24%.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit tanaman hias berdasarkan citra daun. Model yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan penyakit ke dalam lima kategori utama: bakteri, jamur, virus, hama, dan sehat, dengan tingkat akurasi mencapai 89,67%. Dari Hasil Pengujian model menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat presisi dan sensitivitas yang baik dalam mendeteksi pola visual penyakit tanaman. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengunggah citra daun, memprosesnya secara otomatis, dan mendapatkan hasil deteksi serta rekomendasi perawatan secara cepat dan efisien. Dari Survei pengujian pengguna juga menghasilkan respons positif, di mana pengguna merasa terbantu dengan informasi diagnosis yang akurat dan rekomendasi perawatan yang relevan. Sistem ini memberikan solusi praktis bagi petani dan penghobi tanaman hias dalam mendeteksi dini penyakit, sehingga mengurangi risiko kerusakan tanaman dan meningkatkan kualitasnya. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat memberikan solusi yang efisien, akurat, dan berkelanjutan dalam mendukung kesehatan tanaman hias.

Daftar Pustaka

Afandi, Hanip, and Danang Arbian Sulisty. "Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Pada Bunga Krisan Menggunakan Forward Chaining | Jurnal Ilmiah

- Teknologi Informasi Asia,” July 11, 2021. <https://jurnal.stmikasia.ac.id/index.php/jitika/article/view/409>.
- Albakia, Sri Adiningsi Erni, and Rizal Adi Saputra. “Identifikasi Jenis Daun Tanaman Obat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Dengan Model VGG16.” *Jurnal Informatika Polinema* 9, no. 4 (August 22, 2023): 451–60. <https://doi.org/10.33795/jip.v9i4.1420>.
- Amalia, Mia Martha, Ernawati Ernawati, and Andang Wijanarko. “Implementasi Metode Naïve Bayes Dalam Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Pada Tanaman Hias Aglaonema SP.” *Rekursif: Jurnal Informatika* 10, no. 1 (April 24, 2022): 23–39. <https://doi.org/10.33369/rekursif.v10i1.18953>.
- Anuar, Asyraf Wahi, Nazri Kama, Azri Azmi, Hazlifah Mohd Rusli, and Yazriwati Yahya. “Re-CRUD Code Automation Framework Evaluation Using DESMET Feature Analysis.” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)* 13, no. 5 (40/31 2022). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130552>.
- Apriyani, Hilda, and Kurniati Kurniati. “Perbandingan Metode Naïve Bayes Dan Support Vector Machine Dalam Klasifikasi Penyakit Diabetes Melitus.” *Journal of Information Technology Ampera* 1, no. 3 (December 20, 2020): 133–43. <https://doi.org/10.51519/journalita.volume1.issue3.year2020.page133-143>.
- Aqil, Aji Naufal, Burhanuddin Dirgantara, Istikmal, Umar Ali Ahmad, Reza Rendian Septiawan, and Alex Lukmanto Suherman. “Robot Chat System (Chatbot) to Help Users ‘Homelab’ Based in Deep Learning.” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)* 12, no. 8 (31 2021). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120870>.
- Azizah, Qudsiah Nur. “Klasifikasi Penyakit Daun Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network AlexNet.” *sudo Jurnal Teknik Informatika* 2, no. 1 (February 17, 2023): 28–33. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i1.227>.
- Bansal, Priya, and Abdelkader Ouda. “Study on Integration of FastAPI and Machine Learning for Continuous Authentication of Behavioral Biometrics.” In *2022 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*, 1–6, 2022. <https://doi.org/10.1109/ISNCC55209.2022.9851790>.
- Biehl, Matthias. *RESTful API Design*. API-University Press, 2016.
- Claudia, Cyntia, and Joseph Edwin. “Motivasi Membagikan Konten Tanaman Hias Di Social Networking Sites.” *WACANA: Jurnal Ilmiah Ilmu Komunikasi* 21, no. 2 (December 29, 2022): 178–95. <https://doi.org/10.32509/wacana.v21i2.2000>.
- Ehsan, Adeel, Mohammed Ahmad M. E. Abuhaliqa, Cagatay Catal, and Deepti Mishra. “RESTful API Testing Methodologies: Rationale, Challenges, and Solution Directions.” *Applied Sciences* 12, no. 9 (January 2022): 4369. <https://doi.org/10.3390/app12094369>.
- Engel, Ventje Jeremias Lewi, and Sinung Suakanto. “Model Inferensi Konteks Internet of Things pada Sistem Pertanian Cerdas.” *Jurnal Telematika* 11, no. 2 (2016): 6–6. <https://doi.org/10.61769/telematika.v11i2.140>.
- Husodo, Kelvianto, Charisini Lubis, and Zyad Rusdi. “KLASIFIKASI TANAMAN ANGGREK MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR VGG-19.” *Simtek: jurnal sistem informasi dan teknik komputer* 8, no. 2 (October 2, 2023): 253–58. <https://doi.org/10.51876/simtek.v8i2.214>.
- Idrus, Syaikhul Anam Al, Aziz Musthafa, and Oddy Virgantara Putra. “Deteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network.”

- Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya* 2, no. 2 (2021): 103–9.
- Indrawan, Adysta Marsha, Mochammad Firman Arif, and Rudi Hariyanto. “Deteksi Jenis Penyakit Tanaman Hias Aglaonema Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Pada ‘As Florist.’” *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika)* 9, no. 2 (August 30, 2024): 1013–20. <https://doi.org/10.30645/jurasik.v9i2.832>.
- Jinan, Abwabul, and B. Herawan Hayadi. “Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Melalui Citra Daun (Multilayer Perceptron).” *Journal of Computer and Engineering Science*, August 3, 2022, 37–44.
- Jocher, Glenn, Alex Stoken, Ayush Chaurasia, Jirka Borovec, NanoCode012, TaoXie, Yonghye Kwon, et al. “Ultralytics/Yolov5: V6.0 - YOLOv5n ‘Nano’ Models, Roboflow Integration, TensorFlow Export, OpenCV DNN Support.” *Zenodo*. Accessed December 22, 2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5563715>.
- Lawi, Armin, Naili Suri Intizhami, Rio Mukhtarom, and Supri Amir. “KLASIFIKASI PENYAKIT CITRA DAUN TANAMAN TOMAT DENGAN ENSEMBLE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK.” *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)* 8, no. 1 (2022): 239–43.
- Mahacakri, I. Gusti Ayu Cynthia. “Manajemen Usaha Dan Penerapan Digital Marketing Tanaman Hias Di Kota Mataram.” *AGROTEKSOS* 30, no. 1 (April 28, 2020): 1–10. <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v30i1.549>.
- Muliany, P. Hanny, ed. *Statistik pertanian, 2016 = Agricultural statistics, 2016*. Ragunan, Jakarta Selatan: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian, 2016.
- Pamungkas, Nicholas Bagus, and Agus Suhendar. “Penerapan Metode Convolutional Neural Network Pada Sistem Klasifikasi Penyakit Tanaman Apel Berdasarkan Citra Daun.” *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika* 8, no. 2 (December 19, 2024): 675–84. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i2.27958>.
- Peralta, Jose Haro. *Microservice APIs: Using Python, Flask, FastAPI, OpenAPI and More*. Simon and Schuster, 2023.
- Pitaloka, Dyah. “Hortikultura: Potensi, Pengembangan Dan Tantangan.” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan* 1, no. 1 (2017): 1–4. <https://doi.org/10.33379/gtech.v1i1.260>.
- Prasetyo, Yudho Yudhanto dan Helmi Adi. *Mudah Menguasai Framework Laravel*. Elex Media Komputindo, 2019.
- Rahmatulloh, A., R. Gunawan, and F. M. S. Nursuwars. “Performance Comparison of Signed Algorithms on JSON Web Token.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 550, no. 1 (July 2019): 012023. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/550/1/012023>.
- Roslita, Dina. “Analisa Dan Implementasi Sistem Informasi Manajemen Kelurahan Berbasis Web Model Goverment to Citizen.” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sistem Informasi Dan Komputer Akuntansi* 1, no. 1 (May 3, 2023): 7–12. <https://doi.org/10.33365/jimasika.v1i1.2498>.
- Rosyidah, Putri, and Siswahyudianto. “Strategi Marketing Mix Pada Bisnis Tanaman Hias Untuk Mencapai Keunggulan Bersaing Ditinjau Dari Etika Bisnis Islam.” *Idarotuna : Journal of Administrative Science* 4, no. 1 (May 10, 2023): 1–11. <https://doi.org/10.54471/idarotuna.v4i1.39>.
- Rozaqi, Abdul Jalil, Andi Sunyoto, and M Rudyanto Arief. “Deteksi Penyakit Pada Daun Kentang Menggunakan Pengolahan Citra dengan Metode Convolutional Neural Network.” *Creative Information Technology Journal* 8, no. 1 (March 31, 2021): 22. <https://doi.org/10.24076/citec.2021v8i1.263>.

- Santosa, Atharizky Ade, R. Yunendah Nur Fu'adah, and Syamsul Rizal. "Deteksi Penyakit Pada Tanaman Padi Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dengan Metode Convolutional Neural Network." *JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING* 6, no. 2 (February 27, 2023): 98–108. <https://doi.org/10.31289/jesce.v6i2.7930>.
- Sastrahidayat, Ika Rochdjatun. *Penyakit pada Tanaman Hias*. Universitas Brawijaya Press, 2015.
- Sheila, Syenira, Irma Permata Sari, Adrie Bagas Saputra, Muhammad Kharil Anwar, and Farid Restu Pujiyanto. "Deteksi Penyakit Pada Daun Padi Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)." *MULTINETICS* 9, no. 1 (April 13, 2023): 27–34. <https://doi.org/10.32722/multinetics.v9i1.5255>.
- Soedarmanto, Heri, Rabiatal Adawiyah, Nur Diana, Evy Setiawati, Yuniati, and Fauzia Ayu Nurhany. *Bunga rampai hasil penelitian terapan : potensi pengembangan komoditas bunga melati, kenanga dan mawar untuk minyak atsiri dan diversifikasi produknya di Kalimantan Selatan*. Poliban Press, 2022.
- Sulistiyana, Fiviana, and Sri Anardani. "Aplikasi Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Dengan Metode CNN dan SVM." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENATIK)* 6, no. 1 (August 8, 2024): 423–32.
- Talele, Ajay, Aseem Patil, and Bhushan Barse. "Detection of Real Time Objects Using TensorFlow and OpenCV." *Asian Journal For Convergence In Technology (AJCT)* ISSN - 2350-1146, April 12, 2019. <http://www.asianssr.org/index.php/ajct/article/view/783>.
- Tintin Febrianti, S. P., Ai Yanti Rismayanti, MP SP, S. P. Ardli Swardana, S. P. Asti Asfianti, Ati Atul Quddus, S. Pt, S. T. P. Atia Fizriani, M. P. Ir Dadi Nurdiana, and Ervi Herawati. *Goresan Pena 24 Dosen Pertanian*. Deepublish, 2023.