

PEMANFAATAN KECERDASAN BUATAN UNTUK IDENTIFIKASI JENIS TANAMAN MENGGUNAKAN CITRA DAUN

Heru Gunawan[✉], Luthfi Adam Alghifari², Aden Asywak Saputra³, Gempar Galang Al Fallah Panggabean⁴, Fachri Amsury⁵, Riza Fahlapi⁶

¹²³⁴⁵⁶ Teknologi Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika, Indonesia

Corresponding Author: herugunawan1920@gmail.com

INFORMASI

Artikel History:

Rec. November, 12, 2025

Acc. 21 December 2025

Pub. December 2025

Page. 41-450

Kata kunci:

- Computer Vision
- Gemini
- Kecerdasan Buatan
- Klasifikasi Citra
- Tanaman

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan PlantSense AI, sebuah sistem identifikasi tanaman yang memanfaatkan integrasi teknologi *Computer Vision* (CV) untuk akuisisi citra dan *Multimodal Large Language Model* (LLM) Google Gemini untuk analisis botani. Tujuannya adalah menyediakan layanan identifikasi yang tidak hanya akurat secara visual tetapi juga kaya informasi, guna mengatasi keterbatasan metode konvensional yang kaku. Sistem dikembangkan menggunakan metode *Prototyping* dengan bahasa pemrograman Python, antarmuka CustomTkinter, dan pustaka OpenCV yang terintegrasi dengan API Gemini. Berbeda dengan pendekatan klasifikasi standar, sistem ini menyuntikkan data citra ke dalam model generatif untuk menghasilkan analisis ilmiah yang komprehensif secara *real-time*. Hasil pengujian *Black Box* memverifikasi tingkat keberhasilan fungsionalitas teknis sebesar 100%. Evaluasi Pengguna (N=8) menunjukkan tingkat kepuasan rata-rata 4,68 (Sangat Setuju), memvalidasi bahwa pendekatan hibrida ini efektif dalam meningkatkan pemahaman pengguna terhadap objek tanaman. Penelitian ini berimplikasi pada pengembangan alat edukasi botani digital yang interaktif, meskipun penerapannya saat ini masih memiliki batasan pada ketergantungan koneksi internet dan sensitivitas terhadap kondisi pencahayaan rendah.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan flora yang melimpah, dengan keberadaan ratusan hingga ribuan spesies tumbuhan, terutama yang menghasilkan daun. Daun merupakan komponen tumbuhan yang sangat bernilai karena mengandung senyawa fitokimia (seperti Tanin, Saponin, dan Flavonoid, termasuk Kuersetin). Senyawa-senyawa ini penting sebagai bahan baku dalam produksi obat-obatan, vitamin, suplemen, kosmetik, dan juga pewarna. Zat warna alami yang dapat diekstrak dari daun berfungsi sebagai alternatif pengganti pewarna sintesis. Pewarna alami ini dapat diaplikasikan dalam proses pembuatan batik, dengan

berbagai keunggulan seperti lebih aman, biaya produksi yang rendah, dan mudah didapatkan (Hajar & Yudhana, 2025).

Identifikasi jenis tanaman secara cepat dan akurat merupakan langkah fundamental dalam bidang botani, pertanian, dan edukasi lingkungan. Bagi masyarakat awam, mengenali spesies tanaman seringkali menjadi tantangan tersendiri karena metode konvensional yang mengandalkan kunci determinasi fisik atau konsultasi dengan ahli taksonomi dinilai tidak efisien dari segi waktu dan aksesibilitas. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi teknologi yang mampu menjembatani kesenjangan pengetahuan ini secara instan dan akurat.

Kebutuhan akan solusi yang instan dan akurat mendorong pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) yang merupakan salah satu cabang ilmu komputer, berfokus pada pengembangan sistem dan mesin. Tujuan dari pengembangan ini adalah agar mereka dapat mengeksekusi tugas-tugas yang secara tradisional memerlukan kecerdasan tingkat manusia (Arafat et al., 2025). Pemanfaatan AI untuk identifikasi visual dilakukan melalui metode deteksi yang memanfaatkan teknologi pengolahan gambar dan pengenalan pola. Kemajuan pesat dalam AI, khususnya dalam ranah Machine Learning, telah menyediakan berbagai algoritma yang efektif untuk klasifikasi objek berdasarkan fitur visual (Silvani et al., 2024).

Analisis gambar daun adalah bidang interdisipliner antara ilmu komputer dan botani yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menafsirkan morfologi daun. Daun memiliki pola unik yang bervariasi antar spesies. Dengan menganalisis struktur dan pola visual daun, identifikasi spesies tumbuhan dapat dilakukan dengan akurasi tinggi. Metode ini banyak digunakan dalam penentuan jenis tanaman, konservasi keanekaragaman hayati, dan pemantauan lingkungan (Ananda et al., 2025).

Meskipun metode klasifikasi gambar mampu memberikan label nama spesies dengan akurasi yang tinggi, terdapat kesenjangan informasi (information gap) yang signifikan bagi pengguna akhir. Model klasifikasi visual standar hanya memberikan output berupa nama kelas, tanpa menyediakan konteks penjelasan ilmiah mendalam (seperti manfaat medis, panduan perawatan, atau habitat). Kesenjangan ini dijembatani oleh Model Bahasa Besar Multimodal (MM-LLM). Meskipun MM-LLM telah berkembang dan diterapkan dengan cepat di berbagai disiplin ilmu, pemahaman mendalam mengenai penerapannya untuk sintesis pengetahuan kontekstual di sektor pertanian masih terbatas (tereksplorasi sebagian) (Sapkota et al., 2025).

Pengembangan prototipe sistem hibrida ini menuntut implementasi yang dapat beroperasi secara real-time untuk memberikan akses instan kepada pengguna. Oleh karena itu, solusi berbasis Visi Komputer sangat diandalkan. OpenCV (Open Source Computer Vision) merupakan pustaka sumber terbuka yang dirancang khusus untuk menyederhanakan pemrograman dan manipulasi citra digital. Pustaka ini berfungsi sebagai alat utama dalam memfasilitasi tugas-tugas yang berkaitan dengan Visi Komputer, termasuk pemrosesan stream dari kamera bawaan perangkat (Susim & Darujati, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan pada sistem klasifikasi visual konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan

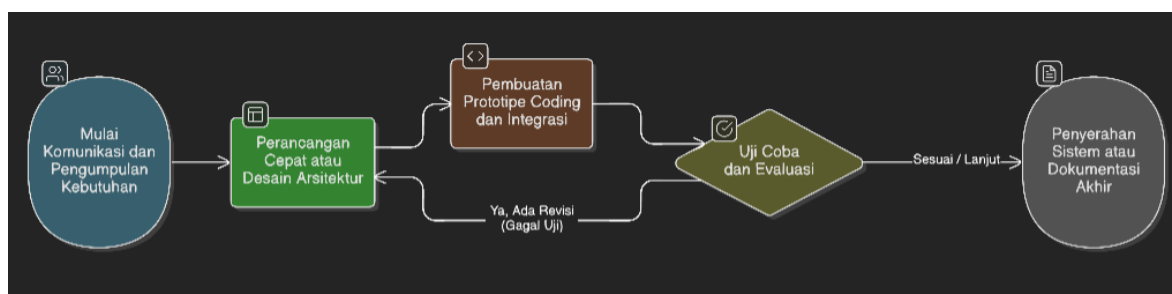
kebaruan (novelty) berupa pengembangan sistem identifikasi tanaman yang beralih dari pendekatan klasifikasi konvensional menuju pemanfaatan Multimodal Large Language Model (LLM). Secara spesifik, penelitian ini mengimplementasikan integrasi API Google Gemini untuk memproses input visual dan teks secara simultan. Pendekatan ini memungkinkan sistem tidak hanya mengenali spesies tanaman dari citra daun, tetapi juga menyusun narasi ilmiah yang komprehensif secara otomatis, sehingga menjembatani kesenjangan informasi bagi pengguna akhir.

METODE

Tahapan Metode Pengembangan Prototyping

Penelitian ini menggunakan pendekatan Software Development Life Cycle (SDLC) dengan menerapkan Model Prototyping. Model ini dipilih karena pendekatan iteratifnya yang berpusat pada pengguna, memungkinkan perbaikan sistem yang cepat berdasarkan umpan balik langsung (Kustanto et al., 2024). Penggunaan metode prototipe sangat ideal untuk pengembangan aplikasi berbasis interaksi yang melibatkan evaluasi user experience dan real-time (Naufal Kurozy et al., 2025).

Tahapan yang dilakukan dalam pengembangan sistem PlantSense AI, seperti diilustrasikan pada diagram alir di bawah, meliputi Komunikasi, Perancangan Cepat, Pembuatan Prototipe, Uji Coba & Evaluasi, hingga Penyerahan Sistem.



Gambar 1. Tahapan Metode Pengembangan Prototipe Plant Sense AI

Komunikasi dan Pengumpulan Kebutuhan: Merupakan tahap awal untuk mengumpulkan kebutuhan (*requirement gathering*) dari stakeholder melalui wawancara. Tujuannya adalah mendefinisikan masalah utama (aksesibilitas identifikasi botani) dan ruang lingkup fungsionalitas dasar sistem, yaitu kemampuan untuk mengolah citra dari kamera bawaan dan memberikan analisis ilmiah (Heindari Ekasari et al., n.d.).

Perancangan Cepat (Quick Design) / Desain Arsitektur: Fokus pada perancangan arsitektur sistem dan antarmuka pengguna (UI/UX) dasar. Tahap ini menghasilkan blueprint untuk membangun prototipe awal, terutama berfokus pada desain arsitektur hibrida CV-LLM yang membagi tugas antara klasifikasi visual dan sintesis pengetahuan (Hajar et al., 2025)

Pembuatan Prototipe (Coding & Integrasi): Tahap development di mana prototipe fungsional dibangun menggunakan Python, CustomTkinter (untuk GUI responsif), dan OpenCV (untuk integrasi kamera). Pada tahap ini, implementasi logic inti, yaitu pengiriman citra ke Gemini dan parsing JSON terstruktur (Nazarius et al., 2024), dilakukan.

Uji Coba & Evaluasi: Merupakan inti dari metode prototyping. Prototipe diuji oleh pengembang (Pengujian Fungsional / Black Box) dan pengguna akhir (Pengujian Pengguna). Umpan balik dari evaluasi ini dicatat untuk siklus iterasi perbaikan berikutnya (Tautan et al., n.d.). Jika ditemukan kekurangan, sistem akan kembali ke tahap Perancangan Cepat untuk perbaikan desain (Kustanto et al., 2024).

Penyerahan Sistem dan Dokumentasi Akhir: Setelah prototipe melalui beberapa siklus iterasi dan disetujui (dianggap valid secara fungsional dan memenuhi kebutuhan), prototipe final siap didokumentasikan dan diserahkan.

Perancangan Arsitektur Program PlantSense AI

Arsitektur sistem PlantSense AI dirancang secara hibrida, menggabungkan kekuatan CV dan LLM.

- a. Modul CV (OpenCV & Capture): Modul ini menggunakan pustaka OpenCV untuk inisialisasi kamera bawaan dan frame capture (Rizky et al., 2023). Efektivitas CV terbukti dalam klasifikasi daun dan pemrosesan real-time (Mustofa et al., 2024a).
- b. Klasifikasi Citra Gemini (Logika Terstruktur): Citra dikirim ke Gemini yang dipaksa mengembalikan JSON Terstruktur, memecah tugas kompleks menjadi dua fase terpisah (Nazarius et al., 2024).
- c. Knowledge Synthesis LLM: Data JSON digunakan sebagai konteks faktual. Gemini menyusun respons dalam paragraf ilmiah padat dan daftar rekomendasi (Karyadi, 2024).

Teknik Analisis Data

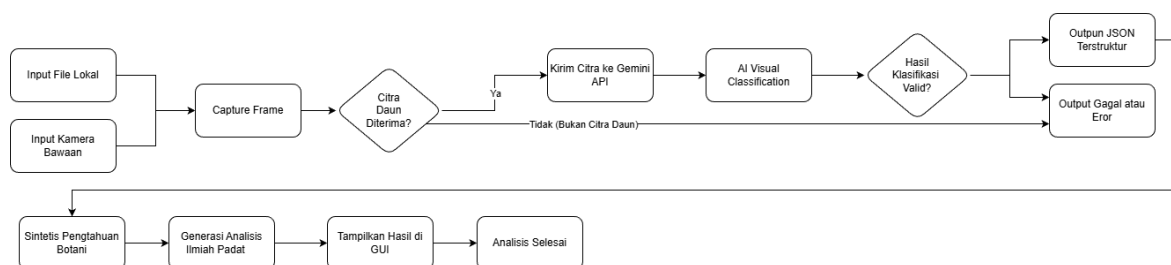
Teknik analisis data dalam penelitian ini disesuaikan dengan tahapan pengujian sistem. Analisis Fungsional digunakan untuk menganalisis hasil Black Box Testing yang memverifikasi setiap fungsi program berjalan sesuai rancangan (Nova Rahmawati et al., 2025). Analisis Deskriptif Kuantitatif diterapkan pada pengolahan data kuesioner skala Likert 5-poin untuk mendapatkan nilai rata-rata (Mean Score), sementara Analisis Deskriptif Kualitatif digunakan untuk mengevaluasi umpan balik kritis dan saran pengembangan dari pengguna Alfahri et al., 2025.

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan menerapkan Model Prototyping. Model ini dipilih karena pendekatan iteratifnya yang berpusat pada pengguna, memungkinkan perbaikan sistem yang cepat berdasarkan umpan balik langsung (Naufal Kurozy et al., 2025). Penggunaan metode prototipe sangat ideal untuk pengembangan aplikasi berbasis interaksi yang melibatkan evaluasi *user experience* dan *real-time*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem dan Alur Kerja

Prototipe PlantSense AI berhasil dikembangkan dengan arsitektur yang mengintegrasikan akuisisi citra lokal dan pemrosesan berbasis *cloud*. Alur kerja sistem, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2, menunjukkan bagaimana modul OpenCV menangani input visual secara *real-time*, yang kemudian diteruskan ke API Google Gemini untuk analisis semantik.

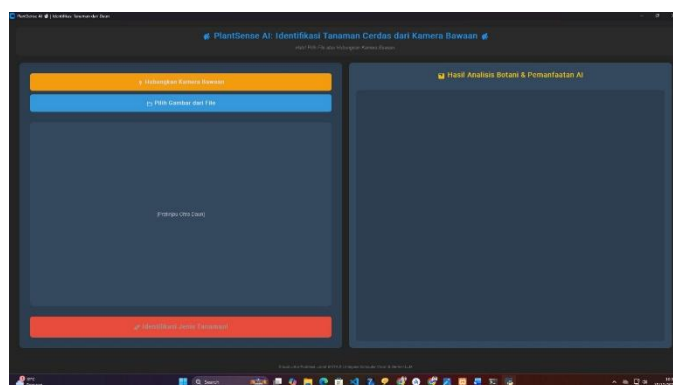


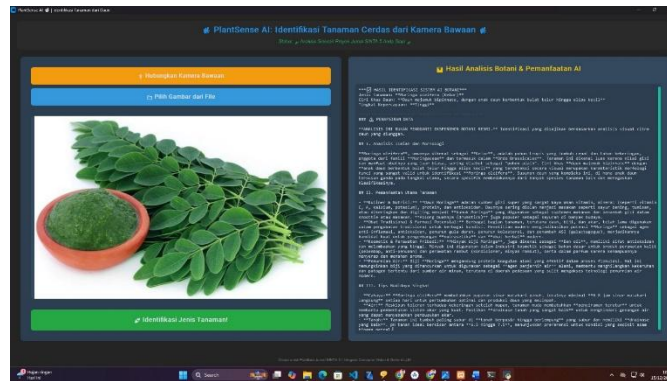
Gambar 2. Diagram Alur Kerja Program *PlantSense AI*

Berbeda dengan sistem klasifikasi konvensional yang hanya menghasilkan label nama spesies, implementasi ini memanfaatkan kemampuan generatif Gemini untuk menyusun narasi ilmiah yang terstruktur. Hal ini memungkinkan pengguna mendapatkan informasi yang tidak hanya akurat secara taksonomi, tetapi juga kaya konteks, seperti manfaat medis dan panduan perawatan, dalam satu antarmuka yang terpadu.

a. Antarmuka Aplikasi PlantSense AI

Berikut adalah tampilan antarmuka utama aplikasi yang telah dikembangkan:





Gambar 3. Tampilan Menu Utama

Antarmuka di atas dirancang dengan pendekatan minimalis untuk memudahkan pengguna. Terdapat fitur utama seperti tombol *capture* kamera, area *preview* citra, dan panel hasil analisis yang menampilkan informasi botani dari Google Gemini secara *real-time*.

Hasil Pengujian Fungsional (*Black Box*)

Pengujian fungsional dilakukan untuk memverifikasi keandalan integrasi antara modul lokal dan layanan API. Hasil pengujian terhadap enam skenario utama dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsional *Black Box* PlantSense AI

Skenario Pengujian	Hasil Yang di Harapkan	Hasil Aktual	Kesimpulan
Koneksi Kamera Bawaan	Sistem berhasil menginisialisasi kamera source=0 dan memulai <i>live stream</i> .	Berhasil	Berhasil
Capture Frame & Deteksi	Tombol <i>Capture</i> berhasil menangkap <i>frame</i> dan mengirimkannya ke AI.	Berhasil	Berhasil
Klasifikasi Citra Valid	AI mengklasifikasikan citra daun dan mengembalikan JSON dengan <i>jenis_tanaman</i> terisi.	Berhasil	Berhasil
Klasifikasi Citra Invalid (Bukan Daun)	AI mengklasifikasikan <i>jenis_tanaman</i> sebagai "Bukan Tanaman" dan sistem menghentikan proses deteksi.	Berhasil	Berhasil
Output Ilmiah Terstruktur	Gemini mengembalikan Analisis Ilmiah Padat dan daftar rekomendasi terstruktur.	Berhasil	Berhasil
Toggle Input Mode	Sistem beralih mulus antara <i>Live Camera</i> dan <i>File Upload</i> .	Berhasil	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh skenario uji. Keberhasilan pada skenario 4 (Klasifikasi Citra Invalid) menegaskan ketahanan sistem (*robustness*) dalam menangani input yang tidak relevan, mencegah kegagalan sistem (*crash*) yang sering terjadi pada aplikasi berbasis visi komputer saat menghadapi objek asing.

Evaluasi Pengalaman Pengguna (*User Acceptance Testing*)

Penelitian ini melibatkan 8 responden untuk mengukur tingkat kepuasan dan tingkat keberterimaan pengguna terhadap solusi yang ditawarkan. Profil demografi responden disajikan pada Tabel 2, sedangkan hasil analisis kuantitatif kuesioner dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 2. Profil Demografi Responden Pengguna PlantSense AI

Nama Responden	Usia	Pekerjaan
Tommy Aditya	27	Karyawan Swasta
Gunawan	35	Karyawan Swasta
Adam	24	Karyawan Swasta
Aden	21	Karyawan Swasta
Karel Abraham	23	Staff
Tannia Falisha Putri	21	Karyawan Swasta
Aimar	22	IT
Elen	28	Karyawan Swasta

Tabel 3. Hasil Analisis Deskriptif Kuantitatif Kuisiner

Domain Penguji	Rata-rata Skor (Mean)	Kategori
UX & Tampilan	4.78	Sangat Setuju
Efisiensi Fungsional	4.67	Sangat Setuju
Kualitas Output Botani	4.63	Sangat Setuju
Rata-rata Keseluruhan	4.68	Sangat Setuju

Analisis dan Diskusi

Hasil evaluasi menunjukkan skor kepuasan rata-rata sebesar 4,68 (Sangat Setuju). Temuan ini memberikan indikasi kuat bahwa pendekatan integrasi *Multimodal AI* memberikan nilai tambah yang signifikan bagi pengguna akhir. Skor tinggi yang diperoleh pada aspek *Kualitas Output Botani* sebesar 4,63 memvalidasi hipotesis penelitian bahwa integrasi *Large Language Model* (LLM) mampu secara efektif menjembatani kesenjangan informasi (*information gap*) yang selama ini menjadi kelemahan utama pada sistem klasifikasi citra konvensional. Temuan ini mengindikasikan bahwa kebutuhan pengguna tidak terbatas pada sekadar identifikasi nama tanaman, melainkan juga mencakup pemahaman kontekstual yang lebih mendalam, informatif, dan dapat ditindaklanjuti, seperti karakteristik botani, manfaat, serta implikasi praktis dari objek yang diidentifikasi. Dengan demikian, keberadaan LLM berperan penting dalam meningkatkan kualitas

interpretasi hasil klasifikasi menjadi pengetahuan yang bermakna bagi pengguna. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Lesmana et al. (2022) dan Filla Akbar Maulana et al. (2025) yang menitikberatkan pada evaluasi kinerja model *Convolutional Neural Network* (CNN) berdasarkan metrik akurasi numerik semata, penelitian ini menawarkan kontribusi yang lebih luas pada aspek semantik dan edukatif. Sistem PlantSense AI tidak hanya berfokus pada ketepatan klasifikasi visual, tetapi juga berhasil mentransformasi data citra menjadi pengetahuan botani yang komprehensif dan mudah dipahami oleh pengguna. Keunggulan ini dicapai tanpa memerlukan basis data teks manual dalam skala besar, yang sering kali menjadi keterbatasan utama pada sistem berbasis CNN murni, sebagaimana dilaporkan oleh Mustofa et al. (2024). Dengan demikian, pendekatan yang diusulkan dalam penelitian ini menunjukkan potensi signifikan dalam meningkatkan nilai guna sistem pengenalan tanaman berbasis kecerdasan buatan.

Limitasi Penelitian dan Arah Pengembangan

Meskipun sistem yang dikembangkan telah menunjukkan kinerja yang baik, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan sebagai bahan evaluasi dan pengembangan pada penelitian selanjutnya. Pertama, sistem memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap ketersediaan dan stabilitas koneksi internet karena seluruh proses analisis lanjutan bergantung pada akses ke API Gemini. Kondisi ini menyebabkan sistem kurang optimal ketika digunakan di wilayah terpencil atau pada situasi tanpa koneksi jaringan (luring). Kedua, terdapat latensi respons yang bervariasi, berkisar antara 2 hingga 5 detik, untuk memperoleh hasil analisis lengkap dari server berbasis *cloud*. Jeda waktu ini berpotensi memengaruhi kenyamanan dan pengalaman pengguna, khususnya dalam skenario penggunaan yang menuntut interaksi secara *real-time*. Ketiga, akurasi deteksi visual sistem masih sensitif terhadap kondisi lingkungan, terutama pada pencahayaan rendah di bawah 50 lux serta pada latar belakang yang memiliki tingkat kompleksitas atau *noise* yang tinggi. Faktor-faktor tersebut dapat menurunkan kualitas hasil identifikasi dan menunjukkan perlunya peningkatan pada tahap praproses citra maupun strategi augmentasi data pada pengembangan berikutnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan PlantSense AI, sebuah sistem identifikasi tanaman berbasis arsitektur hibrida *Computer Vision* (CV) dan *Large Language Model* (LLM). Berdasarkan hasil pengujian, sistem terbukti andal dalam memvalidasi fungsionalitas inti dengan tingkat keberhasilan 100% pada pengujian *Black Box*, serta mampu beroperasi secara *real-time* menggunakan kamera bawaan. Evaluasi pengguna menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi dengan skor rata-rata 4,68, yang mengonfirmasi bahwa integrasi Google Gemini efektif dalam menyajikan analisis ilmiah yang akurat dan mudah dipahami. Dengan demikian, arsitektur hibrida ini

terbukti menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi keterbatasan aksesibilitas pada metode identifikasi tanaman konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfahri, B. A., Azhar, A., Samosir, L., & Gibran, K. (2025). Penerapan metode prototyping pada pengembangan aplikasi “We Listen We Don’t Judge” untuk analisis tautan dan pemberian saran otomatis berbasis web. *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 3(3), 55–62. <https://doi.org/10.61132/neptunus.v3i3.899>
- Ekasari, M. H., Lusita, M. D., & Diana, D. (2024). Penerapan metode prototype dalam merancang sistem informasi portal warga berbasis web. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SeNTIK STI&K)*, 215–224.
- Hajar, S., Murinto, M., & Yudhana, A. (2025). Identifikasi jenis daun untuk ecoprint menggunakan metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Sains dan Informatika*, 11(1), 60–69. <https://doi.org/10.34128/jsi.v11i1.1774>
- Karyadi, B. (2023). Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam mendukung pembelajaran mandiri. *Educate: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(2), 253–258. <https://doi.org/10.32832/educate.v8i02.14843>
- Kurozy, D. N., Pratama, R. G., & Muhammad, A. E. (2025). Penerapan metode prototype pada perancangan sistem pendaftaran mahasiswa baru. *JPNM (Jurnal Pustaka Nusantara Multidisplin)*, 3(1), 1–9.
- Kustanto, P., Ramadhan, B. K., & Noe’man, A. (2024). Penerapan metode prototype dalam perancangan media pembelajaran interaktif. *Journal of Students Research in Computer Science*, 5(1), 83–94. <https://doi.org/10.31599/6x0dfz47>
- Lesmana, A. M., Fadhilah, R. P., & Rozikin, C. (2022). Identifikasi penyakit pada citra daun kentang menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Sains dan Informatika*, 8(1), 21–30. <https://doi.org/10.34128/jsi.v8i1.377>
- Maulana, M. F. A., Anggadimas, N. M., & Sani, D. A. (2025). Klasifikasi citra penyakit daun padi dengan metode CNN menggunakan arsitektur ResNet50V2. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 10(2), 517–529.
- Mustofa, C., Kurniawan, A. B., Afrinaldi, W., & Rosyani, P. (2024). Implementasi computer vision untuk klasifikasi gambar kucing dan anjing menggunakan OpenCV-Python. *Jurnal AI dan SPK: Jurnal Artificial Inteligent dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1(4), 311–317.
- Nazarius, A., Saputra, F., Sari, N. N. K., & Pranatawijaya, V. H. (2024). Penerapan Gemini AI dalam pembuatan deskripsi produk e-commerce. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 3721–3725.
- Nurdiansyah, F. N. (2025). *Implementasi computer vision menggunakan drone untuk deteksi dan pemetaan sampah secara real-time* [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia]. Repository UPI.
-

- Pujiati, R., & Rochmawati, N. (2022). Identifikasi citra daun tanaman herbal menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). *JINACS (Journal of Informatics and Computer Science)*, 3(3), 351–357.
- Rahmawati, E. N., Pinandita, T., Fitriani, M. A., & Pambudi, E. A. (2025). Deteksi penyakit daun tomat real-time pada platform Android berbasis Convolutional Neural Network. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 5(8), 2402–2415. <https://doi.org/10.52436/1.jpvti.964>
- Rizky, N., Fajriani, N. S., Ashar, M. F., Susanto, E., & Rosa, M. R. (2023). Integrasi hardware dan pengembangan GUI berbasis Python untuk sistem coupled tank. *JETT (Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan)*, 10(2), 83–90. <https://doi.org/10.25124/jett.10i2.6414>
- Sastra, R., Musyafa, N., & Wijonarko, B. (2025). Optimalisasi sistem presensi berbasis face recognition dengan Python dan OpenCV. *INSANtek - Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, 6(1), 36–42.