



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 26644- 26651

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Implementasi Machine Learning Untuk Deteksi Dini Penyakit Pada Tanaman Kentang Berbasis Citra Digital

Ios Widria Saragih¹, Rahmawati²

¹² Teknik Informatika, Fakultas Ilmu komputer, Universitas Pamulang

^{1*}iossaragih71@gmail.com ^{2*}dosen02394@unpam.ac.id

Abstrak

Kentang merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi penting, namun rentan terhadap serangan penyakit daun. Proses identifikasi penyakit secara manual sering membutuhkan waktu dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam menentukan jenis penyakit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem yang mampu mendeteksi penyakit secara otomatis dan cepat. Penelitian ini bertujuan membangun sistem identifikasi dini penyakit tanaman kentang berbasis web menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Dataset yang digunakan terdiri dari 575 citra daun kentang yang diperoleh melalui dokumentasi langsung di lapangan serta sumber daring Potato Disease Detection Dataset. Data dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu daun sehat, bercak daun (early blight), dan busuk daun (late blight). Tahapan penelitian mencakup pra-pemrosesan citra, pelatihan model CNN, implementasi sistem menggunakan framework Flask, serta pengujian performa model. Hasil pelatihan menunjukkan model mencapai validation accuracy sebesar 91,86% dengan validation loss sebesar 0,5222. Pengujian menggunakan 86 data uji menghasilkan accuracy, precision, recall, dan F1-score masing-masing sebesar 92%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan kondisi daun kentang dengan baik. Penelitian ini menghasilkan aplikasi berbasis web yang membantu pengguna melakukan identifikasi dini penyakit tanaman kentang melalui pengunggahan citra daun secara cepat dan praktis. Sistem ini diharapkan dapat mendukung pengguna dalam memperoleh informasi awal mengenai kondisi daun sebelum dilakukan tindakan penanganan lebih lanjut secara tepat dan cepat.

Kata Kunci: Convolutional Neural Network, Machine Learning, Deteksi Penyakit Tanaman, Kentang, Citra Digital.

1. Latar Belakang

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Namun, produktivitas tanaman kentang sering mengalami penurunan akibat serangan berbagai penyakit pada daun, seperti bercak daun dan busuk daun. Identifikasi penyakit yang masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual memiliki beberapa keterbatasan karena memerlukan pengalaman dan pengetahuan khusus, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan dalam proses diagnosis. Kondisi tersebut menyebabkan penanganan penyakit menjadi kurang optimal dan dapat memengaruhi hasil panen. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan teknologi yang mampu membantu proses identifikasi penyakit secara lebih cepat dan akurat (Putra, 2024; Abdul Jalil Rozaqi et al., 2022).

Perkembangan Machine Learning, khususnya metode Convolutional Neural Network (CNN), telah banyak dimanfaatkan dalam bidang pengolahan citra digital karena mampu mengekstraksi fitur citra secara otomatis dan menghasilkan tingkat akurasi yang baik pada proses klasifikasi. Metode CNN dinilai efektif dalam mengenali pola visual pada daun tanaman sehingga banyak diterapkan untuk mendeteksi berbagai jenis penyakit tanaman berdasarkan citra digital (Allan Bil Faqih et al., 2024; Aldianto Dicky Septian et al., 2024; Mochammad Kevin Santosa et al., 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode CNN mampu memberikan hasil klasifikasi yang baik pada penyakit daun kentang. Penelitian yang dilakukan oleh Anwar Fuadi et al. (2022) membandingkan arsitektur MobileNet dan NASNetMobile dalam klasifikasi penyakit daun kentang, sedangkan Muhammad Anshari et al. (2025) menerapkan arsitektur CNN MobileNet untuk mendeteksi penyakit daun kentang dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, penelitian Abdul Jalil Rozaqi et al. (2022) juga menunjukkan bahwa CNN memiliki kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi penyakit pada daun kentang melalui citra digital.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan dan evaluasi model klasifikasi sehingga implementasinya dalam bentuk aplikasi yang dapat digunakan secara langsung oleh pengguna masih terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi dini penyakit tanaman kentang berbasis web dengan memanfaatkan metode Convolutional Neural Network (CNN). Sistem dibangun menggunakan framework Flask sehingga model yang telah dilatih dapat diimplementasikan secara langsung dalam sebuah aplikasi berbasis web. Pengguna cukup mengunggah citra daun kentang, kemudian sistem akan melakukan proses klasifikasi dan menampilkan hasil deteksi beserta informasi penyakit secara otomatis. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pembangunan model CNN, tetapi juga mengimplementasikan model tersebut menjadi sistem yang dapat digunakan secara praktis untuk membantu proses identifikasi penyakit tanaman kentang (Taufiq et al., 2023; Ma'arif & Kurniasih, 2024).

2. Metode Penelitian

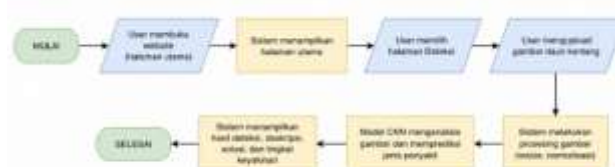
Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Prototype untuk menghasilkan sistem deteksi dini penyakit tanaman kentang berbasis web. Model Prototype dipilih karena memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap melalui analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembangunan prototype, pengujian, evaluasi, hingga implementasi sistem sesuai kebutuhan pengguna (Taufiq et al., 2023).

Dataset yang digunakan terdiri dari 575 citra daun kentang yang diperoleh dari dua sumber, yaitu hasil pengambilan citra secara langsung di wilayah pertanian Kota Bandung menggunakan kamera smartphone dan dataset publik *Potato Disease Detection Dataset*. Dataset tersebut terdiri atas 175 citra daun sehat, 200 citra bercak daun, dan 200 citra busuk daun. Seluruh citra diberi label sesuai kategorinya sebelum digunakan dalam proses pelatihan model.

Sebelum proses pelatihan dilakukan, seluruh citra melewati tahap preprocessing yang meliputi proses *resize*, normalisasi nilai piksel, dan pelabelan data. Tahap ini bertujuan agar seluruh citra memiliki ukuran dan format yang seragam sehingga dapat diproses secara optimal oleh model CNN.

Model CNN dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan library TensorFlow dan Keras, sedangkan implementasi aplikasi web menggunakan framework Flask. Tahap perancangan sistem dilakukan menggunakan pemodelan UML untuk menggambarkan alur kerja sistem sebelum proses implementasi (Aisyah Rahma Setiaputra et al., 2025). Selanjutnya, dataset dibagi menjadi data *training* dan *testing* untuk melatih sekaligus mengevaluasi kemampuan model dalam mengklasifikasikan citra daun ke dalam tiga kelas, yaitu daun sehat, bercak daun, dan busuk daun.

Evaluasi performa model dilakukan menggunakan Confusion Matrix dengan parameter accuracy, precision, recall, dan F1-score. Model yang telah memenuhi kriteria evaluasi kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web sehingga dapat digunakan untuk melakukan deteksi penyakit daun kentang secara otomatis. Proses pelatihan dan implementasi model memanfaatkan library TensorFlow yang mendukung pengembangan model berbasis *deep learning* (Putra et al., 2023). Flowcart Sistem menunjukkan cara kerja sistem yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Flowcart Sistem

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Implementasi Model CNN

Implementasi model Convolutional Neural Network (CNN) diawali dengan penggunaan dataset sebanyak 575 citra daun kentang yang diperoleh dari dua sumber, yaitu hasil pengambilan citra secara langsung di wilayah pertanian Kota Bandung menggunakan kamera smartphone serta dataset publik *Potato Disease Detection Dataset*. Dataset tersebut terdiri atas 175 citra daun sehat, 200 citra bercak daun, dan 200 citra busuk daun. Seluruh citra telah diberi label sesuai kelasnya sebelum digunakan dalam proses pelatihan model. Distribusi dataset yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Dataset Penelitian

Kategori Daun	Jumlah Citra
Daun Sehat	175
Bercak Daun	200
Busuk Daun	200
Total	575

Dataset kemudian dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 403 citra (70%) sebagai data training, 86 citra (15%) sebagai data validation, dan 86 citra (15%) sebagai data testing. Pembagian ini bertujuan agar model dapat mempelajari pola data selama proses pelatihan, melakukan validasi terhadap performa model, serta menguji kemampuan klasifikasi menggunakan data yang belum pernah dipelajari sebelumnya. Berikut dapat dilihat pembagian datanya pada tabel 2.

Tabel 2 Pembagian dataset

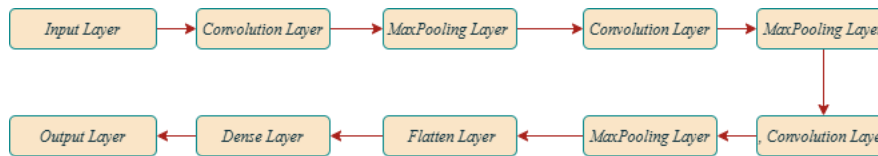
Jenis Data	Jumlah Data	Persentase
Data Training	403	70%
Data Validation	86	15%
Data Testing	86	15%
Total	575	100%

Model CNN dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan library TensorFlow dan Keras. Sebelum proses pelatihan dilakukan, seluruh citra diubah menjadi ukuran 150×150 piksel dan dinormalisasi agar memiliki format yang seragam. Selama proses training digunakan beberapa parameter yang telah ditentukan, seperti optimizer Adam, batch size 32, epoch sebanyak 20, fungsi aktivasi ReLU pada hidden layer, fungsi aktivasi Softmax pada output layer, serta Categorical Crossentropy sebagai *loss function*. Konfigurasi tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan citra ke dalam tiga kelas, yaitu daun sehat, bercak daun, dan busuk daun. Untuk rincian data parameter taining dapat di lihat pada tabel 3.

Tabel 3 Parameter Training

Parameter	Nilai
Epoch	20
Batch Size	32
Optimizer	Adam
Loss Function	Categorical Crossentropy
Ukuran Citra	150×150 piksel
Fungsi Aktivasi Hidden Layer	ReLU
Fungsi Aktivasi Output Layer	Softmax
Jumlah Kelas	3

Arsitektur model CNN terdiri atas Input Layer, beberapa Convolutional Layer yang berfungsi mengekstraksi fitur citra, MaxPooling Layer untuk mengurangi dimensi fitur, Flatten Layer untuk mengubah hasil ekstraksi menjadi data satu dimensi, serta Dense Layer yang digunakan pada proses klasifikasi akhir. Hasil keluaran model berupa probabilitas dari tiga kategori penyakit daun kentang yang kemudian digunakan sebagai dasar penentuan kelas citra, perhatikan gambar 2.



Gambar 2 Arsitektur Model CNN

3.2 Hasil Pelatihan dan Pengujian Model

Proses pelatihan model Convolutional Neural Network (CNN) dilakukan menggunakan 403 data training dan 86 data validation selama 20 epoch. Selama proses pelatihan, model mempelajari pola dari citra daun kentang untuk membedakan tiga kategori, yaitu daun sehat, bercak daun, dan busuk daun. Setelah proses pelatihan selesai, dilakukan evaluasi terhadap performa model menggunakan data validasi untuk mengetahui tingkat akurasi dan nilai loss yang dihasilkan. Hasil validasi model selama proses pelatihan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Validasi Model

Parameter	Nilai
Epoch	20
Training Accuracy	100%
Training Loss	0,00084224
Validation Accuracy	91,86%
Validation Loss	0,5222

Berdasarkan Tabel 4, model CNN dilatih selama 20 epoch dan memperoleh training accuracy sebesar 100% dengan training loss sebesar 0,00084224. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengenali dan mempelajari pola dari data training dengan sangat baik. Pada data validasi, model memperoleh validation accuracy sebesar 91,86% dan validation loss sebesar 0,5222. Perbedaan antara nilai training dan validation menunjukkan bahwa performa model pada data yang belum digunakan dalam pelatihan masih sedikit lebih rendah dibandingkan data training. Namun, nilai validation accuracy sebesar 91,86% menunjukkan bahwa model tetap memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali pola pada data baru.

Selanjutnya, setelah proses pelatihan selesai, model diuji menggunakan 86 data testing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam melakukan klasifikasi terhadap citra yang belum digunakan selama proses pelatihan maupun validasi. Data testing terdiri dari tiga kategori, yaitu daun sehat, bercak daun (Early Blight), dan busuk daun (Late Blight). Hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan beberapa metrik evaluasi dan confusion matrix untuk mengetahui tingkat keberhasilan serta kesalahan klasifikasi model. Hasil klasifikasi divisualisasikan menggunakan Confusion Matrix sebagaimana ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5 Confusion Matrix

Kelas Aktual	Prediksi Benar	Salah ke bercak_daun	Salah ke busuk_daun	Salah ke daun_sehat
bercak_daun	28	-	2	0
busuk_daun	26	2	-	2
daun_sehat	25	0	1	-

Berdasarkan Gambar 3, Berdasarkan hasil confusion matrix, model mampu mengklasifikasikan kelas bercak_daun dengan benar sebanyak 28 data, sedangkan 2 data salah diklasifikasikan sebagai busuk_daun. Pada kelas busuk_daun, model berhasil mengklasifikasikan 26 data dengan benar, namun 2 data salah diklasifikasikan sebagai bercak_daun dan 2 data lainnya salah diklasifikasikan sebagai daun_sehat. Sementara itu, pada kelas daun_sehat, model berhasil mengklasifikasikan 25 data dengan benar dan hanya 1 data yang salah diklasifikasikan sebagai busuk_daun.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki tingkat klasifikasi yang baik dengan jumlah kesalahan yang relatif sedikit. Kesalahan klasifikasi masih ditemukan terutama pada kelas busuk_daun, namun performa model secara umum sudah mampu membedakan ketiga kelas penyakit daun kentang dengan baik. Hasil evaluasi tersebut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Classification Report

Kelas	Precision	Recall	F1-Score
Bercak Daun	0,93	0,93	0,93
Busuk Daun	0,90	0,87	0,88
Daun Sehat	0,93	0,96	0,94

Berdasarkan Tabel 5, hasil evaluasi menunjukkan bahwa model CNN memiliki performa yang cukup baik pada ketiga kelas. Pada kelas bercak daun, model memperoleh precision sebesar 0,93, recall sebesar 0,93, dan F1-score sebesar 0,93. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengenali citra bercak daun dengan cukup konsisten, baik dalam ketepatan prediksi maupun dalam menemukan data yang memang termasuk kelas tersebut.

Pada kelas busuk daun, diperoleh precision sebesar 0,90, recall sebesar 0,87, dan F1-score sebesar 0,88. Nilai recall yang lebih rendah dibandingkan kelas lainnya menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa citra busuk daun yang belum berhasil dikenali dengan tepat oleh model. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kemiripan karakteristik visual antara gejala busuk daun dengan kelas penyakit lainnya.

Sementara itu, kelas daun sehat memperoleh precision sebesar 0,93, recall sebesar 0,96, dan F1-score sebesar 0,94. Nilai recall yang paling tinggi menunjukkan bahwa model mampu mengenali sebagian besar citra daun sehat dengan baik. Secara keseluruhan, nilai F1-score pada ketiga kelas berada pada rentang 0,88 hingga 0,94, sehingga menunjukkan adanya keseimbangan yang cukup baik antara kemampuan model dalam memberikan prediksi yang tepat dan menemukan data pada masing-masing kelas.

Jika dilihat secara keseluruhan, hasil pengujian juga sejalan dengan validation accuracy sebesar 91,86%. Nilai precision, recall, dan F1-score yang relatif tinggi menunjukkan bahwa model tidak hanya memiliki accuracy yang baik, tetapi juga mampu mempertahankan performa pada masing-masing kategori. Dengan demikian, model CNN yang dikembangkan dapat digunakan sebagai dasar untuk implementasi sistem deteksi dini penyakit daun kentang berbasis web. Namun, hasil tersebut tetap menunjukkan adanya beberapa kesalahan klasifikasi, khususnya pada kelas busuk daun, sehingga peningkatan jumlah dan variasi dataset dapat dipertimbangkan untuk pengembangan berikutnya.

3.3 Implementasi Sistem

Setelah model *Convolutional Neural Network* (CNN) berhasil dilatih dan diuji, model kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *framework* Flask. Implementasi ini bertujuan agar model yang telah dibuat tidak hanya digunakan untuk proses pengujian, tetapi juga dapat dimanfaatkan secara langsung oleh pengguna melalui sebuah antarmuka web. Penggunaan aplikasi berbasis web memungkinkan proses deteksi dilakukan dengan lebih praktis tanpa pengguna harus menjalankan proses pelatihan atau pemrograman secara langsung.

Aplikasi yang dikembangkan menyediakan beberapa halaman utama yang mendukung proses deteksi penyakit daun kentang. Pengguna dapat mengakses halaman utama untuk memperoleh informasi mengenai sistem, kemudian menuju halaman deteksi untuk mengunggah citra daun kentang. Citra yang diunggah selanjutnya diproses oleh sistem dan diteruskan ke model CNN untuk dilakukan klasifikasi. Hasil prediksi kemudian ditampilkan pada halaman hasil berdasarkan salah satu dari tiga kategori yang telah ditentukan, yaitu daun sehat, bercak daun (*Early Blight*), atau busuk daun (*Late Blight*).

Implementasi model CNN ke dalam aplikasi Flask juga menjadi bagian penting dalam penelitian karena menghubungkan model *machine learning* dengan sistem yang dapat digunakan secara langsung. Alur tersebut memungkinkan pengguna cukup memberikan citra sebagai masukan, kemudian sistem menjalankan proses prediksi secara otomatis dan menampilkan hasilnya. Pendekatan integrasi model ke aplikasi web seperti ini juga umum digunakan untuk membuat model klasifikasi citra lebih mudah diakses melalui antarmuka pengguna.

Halaman utama aplikasi ditampilkan pada **Gambar 3**. Halaman ini merupakan tampilan awal ketika pengguna mengakses sistem. Pada halaman tersebut terdapat informasi singkat mengenai sistem deteksi penyakit daun kentang serta tombol atau menu yang dapat digunakan untuk menuju fitur deteksi. Tampilan halaman utama dirancang secara sederhana agar pengguna dapat memahami fungsi aplikasi dan mengakses proses deteksi dengan mudah.



Gambar 3 Halaman Utama

Berdasarkan Gambar 3, halaman utama dirancang dengan tampilan yang sederhana dan mudah dipahami sehingga pengguna dapat langsung mengakses fitur deteksi tanpa mengalami kesulitan.

Selanjutnya, proses deteksi dilakukan melalui halaman upload yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada halaman ini pengguna dapat memilih citra daun kentang dari perangkat sebelum dilakukan proses klasifikasi oleh model CNN.



Gambar 4 Halaman Deteksi Penyakit

Setelah citra berhasil diunggah, sistem akan melakukan preprocessing dan mengirimkan citra ke model CNN untuk diprediksi. Hasil prediksi kemudian ditampilkan secara otomatis kepada pengguna.

Hasil implementasi sistem ditunjukkan pada Gambar 5. Halaman ini menampilkan kategori penyakit yang terdeteksi, nilai tingkat kepercayaan (confidence), serta informasi mengenai penyakit yang teridentifikasi.



Gambar 5 Halaman Hasil Deteksi

Berdasarkan Gambar 6, sistem berhasil mengidentifikasi citra daun kentang sesuai dengan hasil prediksi model CNN. Informasi yang ditampilkan dapat membantu pengguna dalam mengenali kondisi tanaman sehingga penanganan dapat dilakukan lebih cepat. Dengan demikian, implementasi model CNN pada aplikasi berbasis web telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi dini penyakit tanaman kentang berbasis web menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Dataset yang digunakan berjumlah 575 citra daun kentang yang terdiri atas 175 citra daun sehat, 200 citra bercak daun, dan 200 citra busuk daun. Model CNN dilatih menggunakan 403 data training, 86 data validation, dan 86 data testing dengan parameter pelatihan sebanyak 20 epoch. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memperoleh validation accuracy sebesar 91,86% dengan nilai precision, recall, dan F1-score yang berada pada rentang 0,88 hingga 0,94. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan penyakit daun kentang dengan baik. Implementasi model ke dalam aplikasi berbasis web juga berhasil dilakukan sehingga pengguna dapat melakukan deteksi penyakit melalui proses unggah citra secara cepat dan mudah. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi solusi pendukung dalam membantu proses identifikasi penyakit daun kentang secara lebih efektif.

Referensi

- [1] J. Hendrawan, I. D. Perwitasari, and R. S. Ritonga, "Sistem Informasi Siskamling untuk Mewujudkan Desa Digital," *Jurnal Indonesia Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)*, vol. 4, no. 2, pp. 652–661, 2023, doi: 10.35870/jimik.v4i2.263.
- [2] R. Taufiq, D. Y. Prianggodo, Y. Sugiani, and N. Andini, "Penggunaan Metode Prototype pada Pengembangan Sistem Informasi Imunisasi Posyandu," *Jurnal Informatika (JIKA)*, vol. 7, no. 4, pp. 431–439, 2023, doi: 10.31000/jika.v7i4.9329.
- [3] A. J. Rozaqi and A. Sunyoto, "Deteksi Penyakit pada Daun Kentang Menggunakan Pengolahan Citra dengan Metode Convolutional Neural Network," *Creative Information Technology Journal (CITEC)*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.24076/citec.v8i1.263.
- [4] A. Fuadi and A. Suharto, "Perbandingan Arsitektur MobileNet dan NASNetMobile untuk Klasifikasi Penyakit pada Citra Daun Kentang," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 7, no. 3, pp. 701–710, 2022, doi: 10.29100/jupi.v7i3.3026.
- [5] M. K. Santosa and M. H., "Implementasi Arsitektur AlexNet dan ResNet34 pada Klasifikasi Citra Penyakit Daun Kentang Menggunakan Transfer Learning," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 5, pp. 3293–3301, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i5.7337.
- [6] A. D. Septian and A. S., "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network untuk Deteksi Penyakit Daun Kentang Menggunakan Citra Digital," *JINTEKS*, vol. 6, no. 4, pp. 1017–1025, 2024, doi: 10.51401/jinteks.v6i4.4880.
- [7] A. B. Faqih and D. A., "Identifikasi Penyakit Daun Tanaman Solanaceae dan Rosaceae Menggunakan Deep Learning," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 10, no. 2, pp. 105–116, 2024, doi: 10.54914/jtt.v10i2.1440.
- [8] M. Anshari and G. M., "Deteksi Penyakit Daun Kentang dengan Deep Learning Berbasis CNN MobileNet," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JSSI)*, vol. 3, no. 3, pp. 90–95, 2025, doi: 10.31602/jssi.v3i3.20390.
- [9] F. Putra, "Penerapan Teknologi Machine Learning dalam Deteksi Dini Penyakit pada Tanaman Pangan," *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan (JUKSIT)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2024, doi: 10.69688/juksit.v3i1.50.
- [10] O. M. Ma'arif and T. Kurniasih, "Sistem Inventory Berbasis Web Menggunakan Framework Flask: PT. Gagah Mitra Jaya (Area Salatiga)," *Jurnal Indonesia Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)*, vol. 5, no. 2, pp. 1947–1959, 2024, doi: 10.35870/jimik.v5i2.822.
- [11] G. A. Rakhmat, D. Rosmala, A. Fathurohman, B. Prastyo, D. R. Fathi, H. A. Rahardito, and R. A. Rafid, "Perancangan Sistem Identifikasi Jenis Sampah Menggunakan TensorFlow Object Detection dan Transfer Learning," *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 64–71, 2024, doi: 10.25077/TEKNOSI.v10i1.2024.64-71.
- [12] A. T. Hidayati and A. E., "Perancangan Sistem Informasi Wirausaha Mahasiswa (SIWIRMA) Berbasis Web dengan Unified Modelling Language (UML)," *JUPRIT*, vol. 2, no. 4, pp. 86–107, 2023, doi: 10.55606/juprit.v2i4.2906.
- [13] M. Iqbal and R. L., "Implementasi UML untuk Perancangan Sistem Informasi Pengadaan Barang pada RSUD Kota Bogor," *JEKIN*, vol. 4, no. 2, pp. 263–274, 2024, doi: 10.58794/jekin.v4i2.727.

- [14] Fikri, Hozairi, and Muhsi, "Analisis Pengujian Sistem Informasi MUI Kabupaten Pamekasan Menggunakan Metode Blackbox Functional Testing," *Mnemonic*, vol. 5, no. 2, pp. 158–164, 2022, doi: 10.36040/mnemonic.v5i2.4803.
- [15] I. N. Putra, K. S. Kartini, Y. K. Suyitno, and I. M. Sugiarta, "Penerapan Library TensorFlow, CvZone, dan NumPy pada Sistem Deteksi Bahasa Isyarat Secara Real Time," *Jurnal Krisnadana*, vol. 2, no. 3, pp. 412–423, 2023, doi: 10.58982/krisnadana.v2i3.335.