

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* PADA SISTEM KLASIFIKASI
PENYAKIT CABAI MENGGUNAKAN CITRA
DAUN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I Putu Nandi Balakeswara

NIM. 2115354040

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Tanaman cabai merupakan salah satu komoditas pertanian penting yang rentan terhadap serangan berbagai jenis penyakit daun, seperti daun menguning dan daun mengeriting. Untuk membantu proses identifikasi penyakit secara otomatis dan efisien, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem klasifikasi berbasis web yang mampu mendeteksi jenis penyakit daun cabai menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Model CNN dikembangkan menggunakan TensorFlow dan dilatih dengan dataset citra daun cabai sebanyak 1.350 gambar, yang terdiri dari tiga kelas: *healthy*, *leafcurl*, dan *yellowish*. Dataset dibagi dengan skema 90% untuk pelatihan dan 10% untuk pengujian. Arsitektur model terdiri dari beberapa lapisan *Conv2D*, *MaxPooling*, *Dropout*, dan *Dense*, dengan fungsi aktivasi ReLU dan *softmax*, serta menggunakan *optimizer* Adam. Proses pelatihan dilakukan selama beberapa epoch dengan hasil akurasi pelatihan mencapai lebih dari 84% dan akurasi pengujian sebesar 82%. Untuk menghindari *overfitting*, digunakan teknik *early stopping* berdasarkan performa *validation loss*. Model yang telah dilatih kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi web berbasis Flask, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengunggah gambar daun cabai dan memperoleh hasil klasifikasi secara instan. Sistem ini berjalan secara *lightweight* dan responsif, serta telah diuji menggunakan metode *black-box testing* dengan hasil bahwa semua fitur utama berfungsi dengan baik. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dalam mendukung petani dan penyuluh pertanian dalam mengidentifikasi penyakit daun cabai secara cepat dan akurat.

Kata kunci: Deteksi Penyakit Daun Cabai, CNN, Flask, Machine Learning, Web Application, Klasifikasi Citra

ABSTRACT

Chili plants are one of the essential agricultural commodities that are vulnerable to various leaf diseases, such as yellowing and leaf curl. To support the identification process in an automated and efficient manner, this study developed a web-based classification system capable of detecting types of chili leaf diseases using a Convolutional Neural Network (CNN) algorithm. The CNN model was built using TensorFlow and trained on a dataset consisting of 1,350 chili leaf images, categorized into three classes: healthy, leafcurl, and yellowish. The dataset was split using a 90% training and 10% testing ratio. The model architecture comprises several layers, including Conv2D, MaxPooling, Dropout, and Dense, with ReLU and softmax activation functions, and employs the Adam optimizer. The training process was carried out over several epochs, resulting in a training accuracy of over 84% and a testing accuracy of 82%. To prevent overfitting, early stopping was applied based on validation loss performance. The trained model was then integrated into a Flask-based web application, allowing users to upload chili leaf images and instantly receive classification results. The system operates in a lightweight and responsive manner and has been evaluated using black-box testing, confirming that all main features function correctly. This system is expected to provide a practical solution for assisting farmers and agricultural extension workers in quickly and accurately identifying chili leaf diseases.

Keywords: Chili Leaf Disease Detection, CNN, Flask, Machine Learning, Web Application, Image Classification

DAFTAR ISI

Halaman Persetujuan Ujian Skripsi	ii
Halaman Pengesahan Skripsi.....	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Skripsi	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak.....	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	7
2.2. Landasan Teori	9
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Objek penelitian	18
3.2. Analisis Eksisting	19
3.3. Rancangan sistem	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1. Hasil Implrmntasi Sistem.....	26
4.2. Hasil Pengujian Sistem	40
4.3. Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian	43
BAB V PENUTUP	47
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Flowchart.....	16
Tabel 4. 1 Black-box Testing.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN.....	12
Gambar 2.2 Metode Waterfall	15
Gambar 3.1 Arsitektur Sistem	20
Gambar 3.2 Flowchart Sistem	24
Gambar 4.1 Alumentations.....	27
Gambar 4.2 Hasil Augmentasi.....	28
Gambar 4.3 Jumlah Gambar Perkelas	29
Gambar 4.4 Preprosesing	29
Gambar 4.5 Arsitektur Model CNN.....	30
Gambar 4.6 Data Pelatihan dan Validasi	32
Gambar 4.7 Kompilasi dan Pelatihan Model.....	33
Gambar 4.8 Early Stopping	33
Gambar 4.9 Proses Pelatihan	34
Gambar 4.10 Hasil Pelatihan Models.....	35
Gambar 4.11 Confussion Matriks dan Classification Report.....	36
Gambar 4.12 Tentang Sistem	38
Gambar 4.13 Form Input.....	38
Gambar 4.14 Hasil Klasifikasi Daun Sehat	39
Gambar 4.15 Hasil Klasifikasi Daun Menguning	39
Gambar 4.16 Hasil Klasifikasi Daun Mengkeriting	39
Gambar 4.17 Hasil Klasifikasi Bukan Daun Cabai	40
Gambar 4.18 Inputan Bukan Gambar	40
Gambar 4.19 Confusion Matrix.....	41
Gambar 4.20 Grafik Accuracy dan Loss.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Form Bimbingan Skripsi Pembimbing I.....	52
Form Bimbingan Skripsi Pembimbing II	53
Pernyataan Telah Menyelesaikan Bimbingan Skripsi.....	54
Lembar Perbaikan Ujian Komperhensif Penguji I	55
Lembar Perbaikan Ujian Komperhensif Penguji II	56
Lembar Perbaikan Ujian Komperhensif Penguji III.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai adalah salah satu tanaman hortikultura yang memiliki kandungan vitamin C yang tinggi[1]. Di Indonesia, cabai tidak hanya menjadi komponen utama dalam berbagai hidangan, tetapi juga merupakan komoditas penting yang diminati berbagai lapisan masyarakat, mulai dari konsumen rumah tangga hingga pelaku industri kuliner. Tingginya permintaan cabai sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan masyarakat[2]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi cabai di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2023, produksi cabai mencapai angka 1,5 juta ton, menunjukkan peran cabai yang signifikan dalam memenuhi kebutuhan domestik serta sebagai bagian penting dari pola konsumsi masyarakat Indonesia. Tanaman cabai sendiri dapat dipanen 15 s.d 17 kali jika musim dan mendapatkan perawatan yang tepat. Dibandingkan dengan tanaman hortikultura lainnya, budidaya tanaman cabai cenderung lebih sulit[2]. Hal ini yang menyebabkan biaya perawatan dari tanaman cabai cenderung lebih tinggi, sehingga mengakibatkan rendahnya produksi cabai dan mendorong kenaikan harga di pasaran.

Produksi cabai dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk menurunnya kesuburan tanah, rendahnya kualitas benih, dan penerapan teknik budidaya yang kurang tepat[2]. Curah hujan yang tinggi juga dapat mengurangi hasil panen cabai, sementara kelembapan udara yang tinggi mempercepat perkembangan dan penyebaran hama serta penyakit. Kondisi ini sering menyebabkan tanaman cabai rusak hingga mati. Penyakit pada daun tanaman cabai dapat mengganggu proses fotosintesis, yang merupakan mekanisme vital bagi pertumbuhan dan produksi buah. Fotosintesis memungkinkan tanaman mengubah cahaya matahari menjadi energi kimia, menghasilkan glukosa yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan buah. Kerusakan pada daun dapat menurunkan laju fotosintesis karena penutupan stomata dan kerusakan jaringan daun. Hal ini mengakibatkan berkurangnya produksi fotosintat yang esensial untuk pembentukan buah. Selain itu, serangan hama pemakan daun juga dapat mengurangi luas daun yang aktif berfotosintesis[3], sehingga mengganggu suplai energi untuk pertumbuhan tanaman

dan pembentukan buah. Beberapa penyakit yang umum menyerang cabai antara lain daun menguning (*yellowish*) dan daun keriting (*leaf curl*).

Pada Subak Pacung, yang terletak di Desa Baru, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali, permasalahan ini juga menjadi perhatian utama. Subak Pacung mencerminkan sistem irigasi tradisional Bali yang dikelola secara adat untuk mendukung pertanian. Luas Subak Pacung sendiri sekitar 0,28 hektar, menjadikannya salah satu wilayah pertanian kecil tetapi tetap strategis dalam mendukung produksi lokal. Desa Baru, melalui program ketahanan pangan nasional pada Oktober 2024, memberikan bantuan berupa bibit tanaman cabai, durian, jambu, dan alpukat kepada petani setempat. Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan mendukung keberlanjutan pertanian lokal.

Perkembangan teknologi informasi yang pesat memberikan solusi efektif untuk mengatasi tantangan dalam identifikasi penyakit pada tanaman cabai. Salah satu metode yang unggul dalam bidang ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN), yang merupakan variasi dari *Multi-Layer Perceptron* (MLP). CNN dirancang untuk efisiensi dengan jumlah parameter bebas yang lebih sedikit. CNN tidak memerlukan proses awal seperti *pre-processing*, segmentasi, atau ekstraksi fitur, sehingga lebih praktis dan cepat dalam pengoperasiannya[4]. Selain itu, CNN mampu menangani berbagai deformasi pada gambar input, seperti translasi, rotasi, dan perubahan skala, menjadikannya alat yang andal dalam analisis citra[5].

Dari hasil studi-studi yang pernah dilakukan mendukung efektivitas CNN dalam melakukan klasifikasi citra tanaman. Penelitian oleh Irfansyah et al. (2021) menunjukkan bahwa arsitektur AlexNet mampu mencapai akurasi sebesar 81% untuk klasifikasi hama pada citra daun tanaman kopi[4]. Iswantoro dan Handayani (2021) mencatat akurasi hingga 94% dalam klasifikasi penyakit pada tanaman jagung menggunakan CNN[5]. Selain itu, Soekarta et al. (2021) menggunakan CNN untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman tomat dan mencapai akurasi sebesar 82%[6]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Alindi et al. (2021) mengusulkan sistem pakar berbasis Android untuk mendiagnosis penyakit dan hama pada tanaman cabai menggunakan metode forward chaining dan certainty factor. Sistem pakar ini memungkinkan petani untuk mendapatkan informasi dan saran secara cepat tanpa harus bertemu langsung dengan ahli, memberikan solusi alternatif dalam membantu petani[7]. Meskipun sistem pakar berbasis aturan ini efektif, pendekatan tersebut memiliki keterbatasan dalam mengenali pola yang kompleks pada

citra tanaman. Dari hasil-hasil ini menunjukkan bahwa CNN memiliki potensi yang lebih besar dalam melakukan klasifikasi dengan akurat terhadap citra tanaman. Dengan mengadopsi mekanisme pengenalan visual pada otak manusia CNN mampu menghasilkan sistem klasifikasi yang presisi.

Berdasarkan uraian di atas, pengembangan sistem berbasis teknologi informasi untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman cabai menjadi sangat relevan dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Penggunaan metode seperti *Convolutional Neural Network* (CNN), yang mampu menganalisis citra secara efisien dan presisi, dapat menjadi solusi bagi petani dalam menghadapi tantangan hama dan penyakit tanaman. Keunggulan CNN terletak pada kemampuannya dalam menoleransi distorsi visual seperti perpindahan, rotasi, dan perubahan skala, sehingga memungkinkan klasifikasi tepat tanpa memerlukan tahapan *pre-processing* rumit. Implementasi teknologi ini tidak hanya membantu petani dalam mengelola tanaman cabai secara lebih efektif tetapi juga berpotensi menekan biaya perawatan dan menjaga stabilitas produksi cabai di pasar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengolah data yang diperoleh dari lapangan menjadi dataset yang sesuai untuk pelatihan model?
- b. Bagaimana membangun model klasifikasi penyakit pada tanaman cabai menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi penyakit pada tanaman cabai?
- c. Bagaimana mengimplementasikan model yang telah dibangun ke dalam framework Flask untuk mendukung pengembangan program berbasis web?

1.3 Batasan Masalah

Diperlukan batasan-batasan masalah yang digunakan sebagai pedoman untuk mencapai target dari penelitian ini. Batasan masalah tersebut antara lain:

- a. Sistem klasifikasi penyakit pada tanaman cabai ini dikembangkan berbasis web menggunakan kerangka kerja Flask untuk memastikan kemudahan aksesibilitas oleh pengguna.

- b Sistem hanya berfokus pada identifikasi dan klasifikasi penyakit tanaman cabai, tanpa mencakup identifikasi penyakit pada tanaman lain.
- c Dataset yang digunakan untuk melatih dan menguji model diperoleh dari data penyakit tanaman cabai di lapangan, dengan label yang disesuaikan berdasarkan data yang tersedia.
- d Input citra untuk sistem hanya dibatasi pada citra daun tanaman cabai sebagai parameter utama untuk proses klasifikasi penyakit.
- e Sistem hanya bertujuan mengklasifikasikan penyakit pada tanaman cabai tanpa menyediakan fitur tambahan, seperti prediksi tingkat kerusakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan diperlukan agar penelitian ini memiliki arah dan tujuan yang akan dicapai, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a Mengolah data yang diperoleh dari lapangan menjadi dataset yang sesuai untuk pelatihan model
- b Membangun model klasifikasi penyakit pada tanaman cabai menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi penyakit pada tanaman cabai
- c Mengimplementasikan model yang telah dibangun ke dalam framework Flask untuk mendukung pengembangan program berbasis web

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

a. Manfaat bagi Instansi

1. Sebagai bahan referensi dan kajian ilmiah mengenai penerapan teknologi *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam bidang pertanian, khususnya pada identifikasi penyakit tanaman.
2. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan bagi dosen dan mahasiswa tentang pengembangan aplikasi berbasis web dengan mesin learning.
3. Menjadi dasar untuk penelitian lanjutan terkait penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam mendukung sektor pertanian dan hortikultura.

b. Manfaat bagi Masyarakat Umum

1. Memberikan solusi praktis dan efisien bagi petani cabai dalam mengidentifikasi penyakit tanaman secara cepat dan akurat, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian.
2. Mengurangi biaya produksi akibat salah diagnosis penyakit atau keterlambatan penanganan, sehingga membantu menstabilkan harga cabai di pasaran.
3. Memperkenalkan penggunaan teknologi informasi berbasis web kepada masyarakat sebagai alat bantu dalam meningkatkan efisiensi di sektor pertanian.
4. Mendukung keberlanjutan usaha kecil dan menengah di bidang pertanian melalui pengelolaan tanaman cabai yang lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latarbelakang, rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan, manfaat serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini memuat tentang uraian dari kutipan buku-buku, teori-teori atau bahan Pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan sebagai dasar dan landasan dalam penyelesaian perancangan dan pembangunan sistem serta masalah yang dihadapi.

BAB III: PERANCANGAN SISTEM

Bab ini memuat tentang analisis sistem yang sedang berjalan pada tempat penelitian. Disertai dengan perancangan *Flowmap*, *Entity Relationship Diagram (ERD)*, *Unified Modeling Language Diagram (UML)* seperti *Use case Diagram*, *Class Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, rancangan basis data atau *database*, serta desain tampilan antarmuka sistem yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini.

BAB IV: ANALISIS DATA DAN PENGUJIAN

Bab ini memuat tentang pengujian sistem yang telah dibangun, disertai hasil pengujian dan pengoprasian sistem yang telah dilaksanakan.

BAB IV: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat tentang uraian mengenai kesimpulan dan saran yang perlu disampaikan mengenai tugas akhir yang telah dilaksanakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada Bab IV, dapat disimpulkan bahwa tujuan dan rumusan masalah yang telah dikemukakan pada Bab I dapat dijawab sebagai berikut:

1. Tahapan awal dalam pengembangan sistem dimulai dengan pengumpulan data citra daun cabai yang dilakukan langsung di wilayah Subak Pacung, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan. Data dikategorikan ke dalam tiga kelas: *Healthy*, *Yellowish*, dan *Leaf Curl*, masing-masing sebanyak 45 gambar, sehingga total awal sebanyak 135 citra. Proses pelabelan dilakukan dengan bantuan bapak Ketut Sukarya, seorang petani dan kepala dusun setempat, serta berdasarkan referensi ilmiah dari buku Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai karya Prof. Ir. Loekas Soesanto, M.S., Ph.D., untuk membantu dalam klasifikasi gejala penyakit. Mengingat keterbatasan jumlah data, dilakukan proses augmentasi citra untuk meningkatkan variasi dan kuantitas dataset. Setiap gambar diperbanyak menjadi 10 citra baru menggunakan berbagai transformasi seperti *flip*, rotasi acak, *brightness/contrast adjustment*, *scaling*, dan *cropping*, yang diterapkan menggunakan *library Albumentations*. Setelah proses ini, masing-masing kelas memiliki 450 citra, sehingga total dataset yang digunakan untuk pelatihan menjadi 1.350 citra. Seluruh gambar telah diubah ke ukuran tetap 128x128 piksel dan disimpan dalam struktur direktori yang terorganisir per kelas, sehingga siap untuk digunakan dalam proses pelatihan model.
2. Model CNN yang dibangun menunjukkan performa klasifikasi yang cukup baik, dengan capaian akurasi sebesar 82% berdasarkan hasil evaluasi menggunakan *confusion matrix* dan *classification report*. Model mampu mengenali sebagian besar citra dengan baik, meskipun masih terdapat kesalahan klasifikasi terutama pada kelas *leafcurl* dan *yellowish* akibat kemiripan gejala visual antar kelas.
3. Implementasi Sistem Klasifikasi Berbasis Web, Model CNN yang telah dilatih diintegrasikan ke dalam aplikasi web berbasis Flask. Sistem memungkinkan

pengguna mengunggah citra daun cabai dan mendapatkan hasil klasifikasi secara instan. Proses klasifikasi dilakukan secara real-time di sisi server. Berdasarkan pengujian dengan metode black box testing, seluruh fitur utama aplikasi berjalan dengan baik, termasuk validasi terhadap input yang tidak sesuai dengan format yang dikenali sistem. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya akurat, tetapi juga dapat diakses dengan mudah oleh pengguna lapangan seperti petani.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan terkait hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penambahan jumlah dan keragaman data latih agar model dapat belajar lebih baik dan mampu melakukan generalisasi terhadap citra daun dengan kondisi nyata di lapangan, terutama untuk membedakan antara kelas *leafcurl* dan *yellowish* yang memiliki gejala visual yang mirip.
2. Penggunaan arsitektur CNN yang lebih kompleks atau pendekatan transfer learning seperti VGG16, ResNet, atau EfficientNet dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan akurasi model, terutama jika tersedia dataset yang lebih besar.
3. Implementasi sistem ke perangkat mobile atau aplikasi Android perlu dipertimbangkan agar pengguna seperti petani dapat melakukan klasifikasi secara langsung di lapangan tanpa memerlukan komputer atau koneksi internet yang stabil.
4. Penambahan fitur validasi gambar dan deteksi objek daun otomatis sebelum klasifikasi dilakukan, agar sistem tidak mengklasifikasikan gambar yang bukan merupakan daun cabai, serta memberikan hasil klasifikasi yang lebih akurat dan relevan.
5. Penelitian lanjutan dapat memperluas klasifikasi pada jenis penyakit lainnya yang menyerang tanaman cabai, seperti bercak daun atau busuk daun, sehingga sistem menjadi lebih komprehensif dalam mendukung pengendalian penyakit tanaman secara digital.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. G. M. Polii *et al.*, “KAJIAN TEKNIK BUDIDAYA TANAMAN CABAI (*Capsicum annuum* L.) KABUPATEN MINAHASA TENGGARA A STUDY ON CULTIVATION TECHNIQUES FOR CHILI (*Capsicum annuum* L.) IN SOUTHEAST MINAHASA REGENCY.”
- [2] D. S. Anggraeni, A. Widayana, P. D. Rahayu, C. Rozikin, T. Informatika, and U. S. Karawang, “STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) METODE ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN CABAI.”
- [3] Aisah and Wuryandari, “Penyakit pada Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris*) beserta Teknik,” 2023.
- [4] D. Irfansyah *et al.*, “ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) ALEXNET UNTUK KLASIFIKASI HAMA PADA CITRA DAUN TANAMAN KOPI,” vol. 6, no. 2, 2021, [Online]. Available: <https://data.mendeley.com/datasets/c5yvn32dzg/2>.
- [5] D. Iswantoro and D. Handayani UN, “KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN JAGUNG MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 2, p. 900, Jul. 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i2.2065.
- [6] R. Soekarta, N. Nurdjan, and A. Syah, “KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” vol. 8, no. 2, 2023.
- [7] D. Yudia Alindi, R. Idmayanti, and T. Lestari, “PENERAPAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS ANDROID,” 2023. [Online]. Available: <http://jurnal-itsi.org>
- [8] U. Sri Rahmadhani and N. Lysbetti Marpaung, “KLASIFIKASI JAMUR BERDASARKAN GENUS DENGAN MENGGUNAKAN METODE CNN,” vol. 8, no. 2, 2023.

- [9] M. R. Pulungan, M. Furqan, and M. I. Rifki, "KLASIFIKASI PENYAKIT PADA DAUN CABAI MENGGUNAKAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX DAN K-NEAREST NEIGHBOR," 2024.
- [10] B. Pengkajian *et al.*, "HAMA DAN PENYAKIT PADA TANAMAN CABAI SERTA PENGENDALIANNYA."
- [11] L. Soesanto, *KOMPEDIUM PENYAKIT PENYAKIT CABAI*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2019.
- [12] H. Jurnal, A. Fathurohman FKIP, and P. Fisika, "JURNAL INFORMATIKA DAN TEKNOLOGI KOMPUTER MACHINE LEARNING UNTUK PENDIDIKAN: MENGAPA DAN BAGAIMANA," vol. 1, no. 3, pp. 57–62, 2021.
- [13] S. Hendrian, "ALGORITMA KLASIFIKASI DATA MINING UNTUK MEMPREDIKSI SISWA DALAM MEMPEROLEH BANTUAN DANA PENDIDIKAN," *Faktor Exacta*, vol. 11, no. 3, Oct. 2018, doi: 10.30998/faktorexacta.v11i3.2777.
- [14] P. Nyoman and Putu Kusuma Negara, "DETEKSI MASKER PENCEGAHAN COVID19 MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK BERBASIS ANDROID," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 3, pp. 576–583, Jun. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i3.3103.
- [15] L. Setiana Riva *et al.*, "PERBANDINGAN ALGORITMA CNN DAN ANN DENGAN PROJECTION HISTOGRAM UNTUK KLASIFIKASI CITRA TULISAN TANGAN BERUPA ANGKA," 2022.
- [16] D. D. Affifah, Y. Permanasari, R. P. Matematika, F. Matematika, D. Ilmu, and P. Alam, "BANDUNG CONFERENCE SERIES: MATHEMATICS TEKNIK KONVOLUSI PADA DEEP LEARNING UNTUK IMAGE PROCESSING", doi: 10.29313/bcsm.v2i2.4527.
- [17] P. Meliuwati and E. Kurniati, "EKSTRAKSI DATA DIGITAL MENGGUNAKAN TEKNIK MAX POOLING DAN AVERAGE POOLING," *Jurnal Riset Matematika*, pp. 137–144, Dec. 2022, doi: 10.29313/jrm.v2i2.1338.
- [18] M. Guntur Akbar, H. Witriyono, Y. Apridiyansyah, and D. Abdullah, "IMPLEMENTATION OF THE INTER TK PACKAGE, SUB-PROCESS AND OS IN THE NETWORK MANAGEMENT APPLICATION DEVELOPMENT

WITH PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE PENERAPAN PAKET TK INTER, SUB PROSES DAN OS PADA PEMBUATAN APLIKASI MANAJEMEN JARINGAN DENGAN BAHASA PEMROGRAMAN PYTHON,” *JURNAL KOMITEK*, vol. 3, no. 1, pp. 187–196, doi: 10.53697/jkomitek.v3i1.

- [19] C. Wijayanto and Y. A. Susetyo, “IMPLEMENTASI FLASK FRAMEWORK PADA PEMBANGUNAN APLIKASI SISTEM INFORMASI HELPDESK (SIH).”
- [20] J. Xu, Y. Zhang, and D. Miao, “THREE-WAY CONFUSION MATRIX FOR CLASSIFICATION: A MEASURE DRIVEN VIEW,” *Inf Sci (N Y)*, vol. 507, pp. 772–794, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.ins.2019.06.064.
- [21] K. Riehl, M. Neunteufel, and M. Hemberg, “HIERARCHICAL CONFUSION MATRIX FOR CLASSIFICATION PERFORMANCE EVALUATION,” *J R Stat Soc Ser C Appl Stat*, vol. 72, no. 5, pp. 1394–1412, Nov. 2023, doi: 10.1093/jrssc/qlad057.
- [22] U. S. Senarath, “WATERFALL METHODOLOGY, PROTOTYPING AND AGILE DEVELOPMENT,” 2021.
- [23] Kus Indrani Listyoningrum, Danise Yunaini Fenida, and Nurhasan Hamidi, “INOVASI BERKELANJUTAN DALAM BISNIS: MANFAATKAN FLOWCHART UNTUK MENGOPTIMALKAN NILAI LIMBAH PERUSAHAAN,” *Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 4, pp. 100–112, Nov. 2023, doi: 10.47861/jipm-nalanda.v1i4.552.
- [24] A. Sutanti, M. Komaruddin, P. Damayanti, and P. U. Studi Sistem Informasi Metro, “RANCANG BANGUN APLIKASI PERPUSTAKAAN KELILING MENGGUNAKAN PENDEKATAN TERSTRUKTUR,” *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, vol. 9, no. 1, 2020.
- [25] M. T. Abdillah *et al.*, “IMPLEMENTASI BLACK BOX TESTING DAN USABILITY TESTING PADA WEBSITE SEKOLAH MI MIFTAHUL ULUM WARUGUNUNG SURABAYA,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, vol. 8, no. 1, 2023.