



Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network untuk Meningkatkan Identifikasi Penyakit Tanaman Durian

M.B. Gigih Baskoro Ashari

Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Alamat: Jl. Budi Utomo No.10, Ronowijayan, Kec. Ponorogo, Kabupaten Ponorogo,
Jawa Timur 63471

Korespondensi penulis: mbgigihbaskoroashari@gmail.com

Abstract. Detecting diseases in durian plants is a significant challenge in the agricultural sector, impacting yield and quality. This research aims to improve disease identification in durian plants by applying the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm. The method involves collecting images of durian leaves, stems, and fruits infected by various diseases and using data augmentation techniques to expand the dataset and reduce overfitting. With the CNN model trained using this dataset, the accuracy reached 62% on validation data, with the highest accuracy for the "Healthy" class at 83%. The research results show that CNN is effective in recognizing diseases in durian plants, although there is still room for improvement through model optimization and the addition of training data. The implications of this research include the development of an AI-based disease detection system that can help farmers care for durian plants more efficiently and timely.

Keywords: Convolutional Neural Network, Disease Identification, Durian Plants, Data Augmentation, Agriculture.

Abstrak. Identifikasi penyakit pada tanaman durian merupakan tantangan penting dalam pertanian yang mempengaruhi produktivitas dan kualitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan identifikasi penyakit pada tanaman durian dengan mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Metode yang digunakan mencakup pengumpulan gambar daun, batang, dan buah durian yang terinfeksi berbagai penyakit, serta penerapan teknik data addition untuk memperbesar dataset dan mengurangi *overfitting*. Model CNN yang dilatih pada dataset ini mampu mencapai akurasi sebesar 62% pada data validasi, dengan tingkat akurasi tertinggi untuk kelas "Sehat" sebesar 83%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN efektif dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman durian, meskipun masih terdapat ruang untuk peningkatan melalui optimasi model dan penambahan data pelatihan. Implikasi dari penelitian ini adalah pengembangan sistem deteksi penyakit berbasis *AI* yang dapat membantu petani dalam pengelolaan tanaman durian secara lebih efisien dan tepat waktu.

Kata kunci: Convolutional Neural Network, Identifikasi Penyakit, Tanaman Durian, Data Augmentation, Pertanian.

LATAR BELAKANG

Kesehatan tanaman durian (*Durio zibethinus*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi dan kualitas buah, yang menjadikannya aspek krusial dalam manajemen dan konservasi perkebunan durian. Penelitian tentang identifikasi kesehatan tanaman durian sangat penting karena tanaman yang sehat akan menghasilkan buah yang berkualitas, sementara tanaman yang terkena penyakit atau gangguan kesehatan akan mengalami penurunan produktivitas dan kualitas buahnya (J. V. P. Putra et al., 2023)

Masalah ini menjadi semakin relevan dalam konteks peningkatan permintaan durian di pasar domestik dan internasional. Berbagai studi sebelumnya telah berfokus pada penggunaan metode *machine learning*, termasuk *Convolutional Neural Network* (CNN), untuk identifikasi

Received Mei 31, 2024; Accepted Juli 02, 2024; Published Juli 31, 2024

* M.B. Gigih Baskoro Ashari, mbgigihbaskoroashari@gmail.com

kesehatan tanaman. Misalnya, penelitian tentang implementasi deteksi penyakit pada daun alpukat dan prediksi tanaman herbal berbasis CNN menunjukkan potensi yang besar dari algoritma ini dalam deteksi penyakit tanaman. (Yuda & Ahmad, 2023)

Namun, penelitian sebelumnya juga mengidentifikasi beberapa kelemahan, seperti *overfitting* yang mengurangi kemampuan generalisasi model terhadap data baru dan kendala dalam efisiensi proses serta kemampuan dalam menghadapi variasi citra digital (Saputra et al., 2021; Lonang et al., 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi beberapa kendala tersebut dengan menawarkan implementasi algoritma CNN yang telah terbukti efektif dalam penelitian sebelumnya.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam identifikasi kesehatan tanaman durian, sekaligus memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem deteksi penyakit yang lebih baik (Chandra, 2022). Selain itu, penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya dengan menekankan pada aplikasi khusus untuk tanaman durian, yang memiliki karakteristik dan tantangan tersendiri dalam deteksi kesehatannya (Saputra et al., 2021; J. V. P. Putra et al., 2023). Dengan fokus pada tanaman durian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan bagi industri durian, terutama dalam memastikan kualitas dan produktivitas buah durian di pasar global.

KAJIAN TEORITIS

Metode CNN

Convolutional Neural Network (CNN) adalah suatu model deep learning yang digunakan untuk mengklasifikasikan gambar. CNN menggunakan lapisan *convolutional* dan *pooling* untuk mengekstrak fitur dari gambar, lalu menggunakan lapisan *fully connected* untuk mengklasifikasikan fitur tersebut. Struktur CNN terdiri dari beberapa lapisan, yaitu *input layer*, *convolutional layer*, *activation layer*, *pooling layer*, *classification layer*, dan *output layer*. Lapisan *convolutional* menggunakan neuron yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (pixels). Proses konvolusi menggunakan kernel dan stride, proses konvolusi ini adalah proses kombinasi antara dua buah matriks yang berbeda untuk menghasilkan suatu nilai matriks yang baru. (Azmi et al., 2023; Yuniuss, 2018).

Data Augmentation

Data Augmentation adalah teknik yang digunakan untuk meningkatkan jumlah data dengan cara melakukan perubahan pada parameter gambar seperti rotasi, skala, dan *flip*. Teknik ini digunakan untuk meningkatkan akurasi model CNN. *Data Augmentation* bekerja dengan cara melakukan perubahan pada parameter gambar seperti:

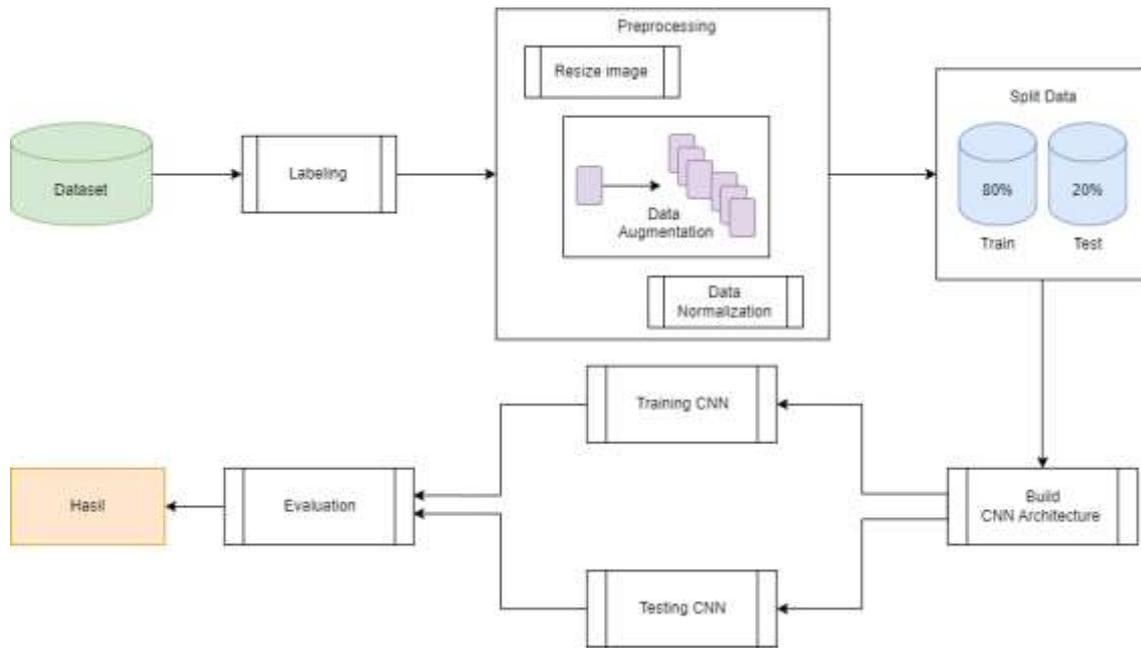
1. Rotasi : Membuat gambar terlihat seperti sedang berputar.
2. Skala : Membuat gambar terlihat lebih besar atau lebih kecil.
3. *Flip* : Membalikkan gambar secara horizontal atau vertikal.(R. R. M. A. R. Maulana et al., 2023)

Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengklasifikasikan daun menggunakan algoritma CNN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN dapat mengklasifikasikan daun dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian lain juga telah dilakukan untuk mendeteksi kegagalan telur menggunakan algoritma CNN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN dapat mendeteksi kegagalan telur dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian lain juga telah dilakukan untuk mengklasifikasikan batik menggunakan algoritma CNN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN dapat mengklasifikasikan batik dengan tingkat akurasi yang tinggi.(Maulana et al., 2023; N. S. Putra et al., 2023;Azmi et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengenalan penyakit tanaman durian menggunakan Teknologi Machine Learning, khususnya metode CNN (Convolutional Neural Network). Arsitektur CNN yang digunakan dirancang secara manual oleh penulis, dan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Dataset Selection

Pemilihan *dataset* untuk penelitian ini didasarkan pada penggunaan data klasifikasi berbagai jenis penyakit pada tanaman durian yang dibuat secara mandiri oleh penulis dan tersimpan dalam *Google Drive*. *Dataset* ini terdiri dari total 305 gambar yang diklasifikasikan ke dalam 5 kelas, yaitu sehat, kanker batang, jamur upas, kanker daun, dan mati ujung. Dari total gambar tersebut, sekitar 203 gambar digunakan untuk pelatihan (*train*) data, sementara 102 gambar lainnya digunakan untuk pengujian (*test data*). Dengan demikian, dataset yang dipilih memberikan keragaman yang cukup sebagai representasi dari kondisi penyakit pada tanaman durian, yang diharapkan akan memberikan hasil yang relevan dan bermakna dalam penelitian ini.

Labelling

Labelling merupakan bagian yang penting dalam proses pengolahan data. Dengan melakukan operasi penggabungan dan manipulasi data, kita dapat membentuk kembali data yang bisa diolah lebih lanjut. Setelah itu, pemilihan data dan pembersihan dilakukan untuk menyiapkan data tersebut untuk diproses lebih lanjut. Pada tahap ini, tujuan utamanya adalah untuk melihat jumlah data gambar pada setiap label yang telah dibentuk, kemudian menambahkan jumlah data sebanyak 2000 untuk setiap kelasnya (Trisiawan & Yuliza, 2022).

Preprocessing

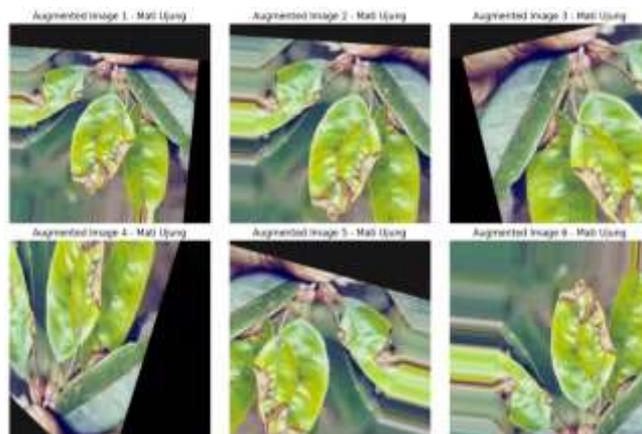
Proses *preprocessing* dalam penelitian ini melibatkan tiga tahapan utama, yaitu *resize*, *augmentation*, dan *data normalization*.

1. *Resize*

Pada tahapan ini, proses *preprocessing* memasuki tahap *resize* gambar di mana ukuran gambar yang beragam, seperti yang sebelumnya berukuran 4000x3000, dikonversi menjadi ukuran 200x200 piksel baik untuk tinggi maupun lebar gambar. Hal ini dilakukan agar memenuhi persyaratan proses penelitian yang lebih lanjut (Adenia et al., 2022).

2. *Augmentation*

Proses Augmentasi bertujuan untuk menambah data yang masih kurang serta memaksimalkan atau menyeimbangkan proses eksekusi pada program untuk memperoleh hasil akurasi yang baik. Berbagai proses augmentation dilakukan seperti melakukan vertical flip, horizontal flip, mirroring, serta rotasi searah jarum jam dan berlawanan jarum jam, selanjutnya melakukan proses pergeseran melengkung pada gambar, dan yang terakhir menambahkan efek terang dan blur ke gambar (Ngugi et al., 2021). Setelah dilakukan proses Augmentasi data, jumlah data gambar meningkat menjadi 2202 untuk 4 kelas penyakit, sementara jumlah total gambar untuk kelas sehat mencapai 3021 data.



Gambar 2. Proses Augmentasi

3. *Data Normalization*

Tahap normalisasi data merupakan proses penting dalam analisis data yang melibatkan pembagian data CNN ke dalam tiga bagian, yaitu data training sebesar 80%, data testing sebesar 10%, dan data validasi sebesar 10%. Tahapan ini memiliki tujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam model statistik atau machine learning

terdistribusi dengan benar dan tidak bias. Dengan melakukan normalisasi data, dapat meningkatkan performa dan akurasi model yang dikembangkan serta mengurangi risiko overfitting. Pemisahan data dengan proporsi yang tepat juga membantu dalam menguji dan mengkalibrasi model secara efektif sebelum diimplementasikan ke dalam kondisi praktis (Achmad et al., 2019; I. Maulana et al., 2024).

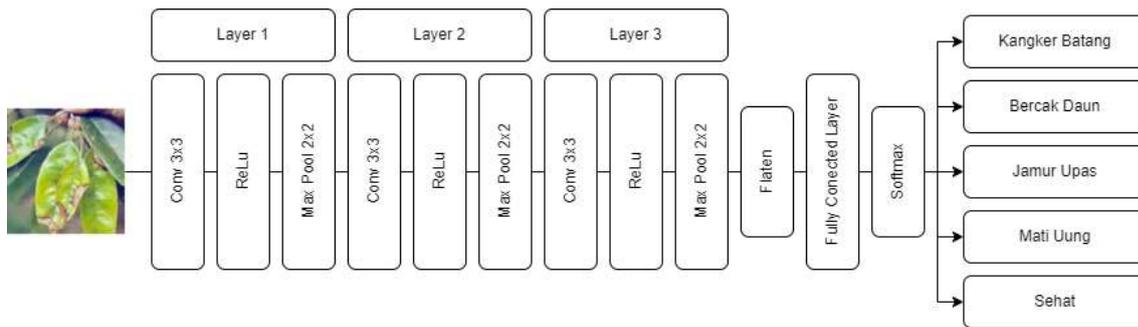
Split

Proses Splitting data ini merupakan tahap krusial dalam pembangunan model CNN yang dapat diandalkan. Tujuannya adalah agar data yang telah melalui proses augmentasi pada tahap sebelumnya dapat diuji secara adil dan memberikan hasil yang optimal. Dalam proses ini, dataset yang telah mengalami augmentasi dari setiap kelas akan dibagi menjadi tiga set utama, yaitu 80% data untuk pelatihan, 10% untuk pengujian, dan 10% untuk validasi (Adenia et al., 2022). Set pelatihan digunakan untuk melatih model dengan data yang telah diaugmentasi guna meningkatkan variasi dan mencegah overfitting (Achmad et al., 2019).

Sementara itu, set validasi digunakan untuk memonitor kinerja model selama pelatihan tanpa augmentasi tambahan, kecuali rescaling, yang membantu dalam menyesuaikan hyperparameter dan memonitor overfitting. Set pengujian digunakan untuk mengevaluasi kinerja akhir model dengan data yang hanya direscale tanpa augmentasi tambahan. Evaluasi pada set pengujian memberikan gambaran seberapa baik model mampu menggeneralisasi pada data baru yang tidak pernah dilihat sebelumnya selama tahap pelatihan atau validasi. Dengan demikian, proses splitting data ini menjadi langkah penting dalam upaya membangun model CNN yang kokoh dan dapat dipercaya (I. Maulana et al., 2024).

Membangun Arsitektur CNN

Dengan menggunakan regulasi pada lapisan yang benar-benar terhubung, model CNN menggunakan struktur rancangan program untuk membentuk sistem klasifikasi pada gambar tanaman durian. Skema arsitektur model CNN akan dilatih pada berbagai dataset pada gambar daun yang telah dipreprocessing. Untuk melakukan pemberian jalan informasi, model CNN melibatkan 214.402 parameter dan terdiri dari enam lapisan convolutional dengan bidang reseptif yang sangat kecil, yaitu 3 kali 3, lima lapisan pooling maksimum dengan ukuran 2 kali 2 dan lapisan akhir, yang dikenal sebagai lapisan softmax. Mobilisasi/aktivasi 64 non-linier (ReLU) digunakan pada semua komponen lapisan tersembunyi (Ngugi et al., 2021). Untuk melakukan pemrosesan prediksi pada data dan menghasilkan output kelas, proses convolution dan pooling menggabungkan nilai dari perhitungan nilai pada layer sebelumnya.



Gambar 3. Arsitektur Model CNN

Pengujian

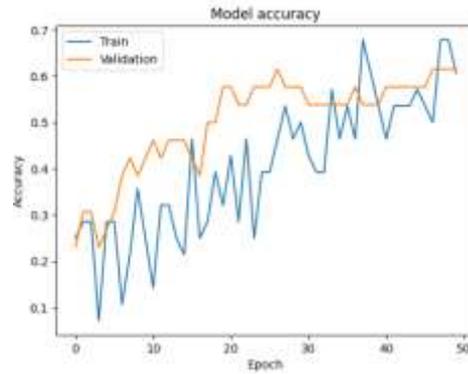
Pada bagian terakhir penelitian ini, pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digunakan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa efektif metode tersebut dalam mencapai nilai akurasi yang tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

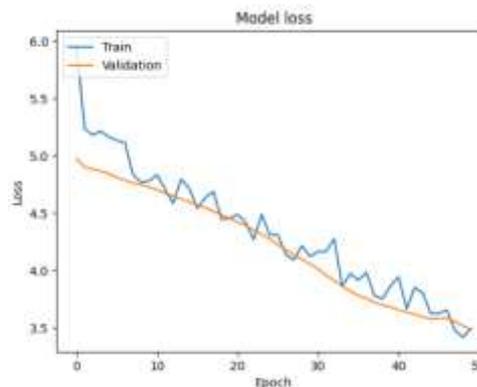
Model dipasang di sebuah website setelah diimplementasikan menggunakan Python. Model CNN yang telah dibuat akan memproses gambar yang dimasukkan oleh pengguna ke dalam website. Hasil proses klasifikasi penyakit pada tanaman Durian akan ditampilkan pada halaman website lain. Untuk lebih jelasnya, Berikut uraian dari website klasifikasi penyakit tanaman Durian.

1. *Model Training*

Proses *training* model CNN dilakukan dengan memanfaatkan teknik *data augmentation* untuk meningkatkan variasi data dan mencegah *overfitting*. Model dilatih menggunakan dataset gambar daun tanaman durian yang telah diberi label, melalui beberapa epoch untuk memaksimalkan akurasi prediksi. Arsitektur model mencakup beberapa lapisan konvolusi dan pooling, diikuti oleh *fully connected layers* dan *output layer* dengan fungsi aktivasi *softmax*. Selama 50 *epoch*, model menggunakan *optimizer* Adam dengan learning rate sebesar 0.0001. Hasil *training* menunjukkan peningkatan bertahap dalam akurasi, dengan akurasi *training* mencapai 67.86% dan akurasi validasi sebesar 61.54% pada *epoch* terakhir



Gambar 4. Grafik Akurasi Model



Gambar 5. Grafik Model Loss

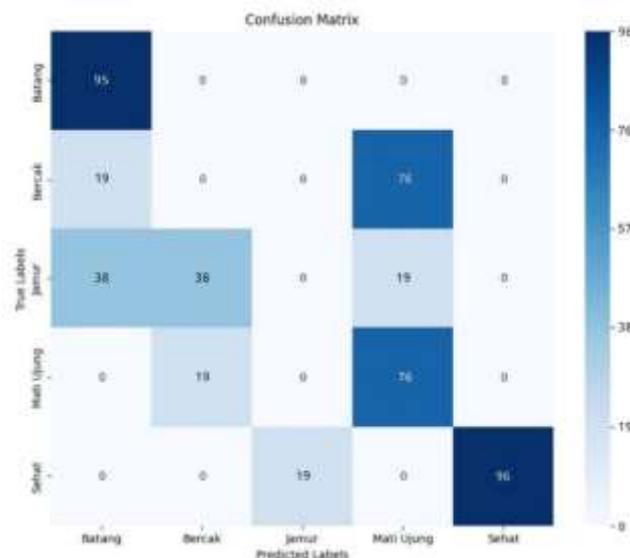
2. Model Testing

Proses pengujian model dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model yang telah dilatih dalam mengidentifikasi penyakit pada daun tanaman durian. Dataset pengujian yang digunakan berbeda dari dataset pelatihan untuk memastikan bahwa model dapat menggeneralisasi dengan baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Selama pengujian, model mengklasifikasikan gambar daun ke dalam beberapa kategori penyakit atau sehat.

	precision	recall	f1-score	support
Batang	0.75	0.60	0.67	95
Bercak	0.50	0.40	0.44	95
Jamur	0.33	0.20	0.25	95
Mati Ujung	0.56	1.00	0.71	95
Sehat	0.83	0.83	0.83	96
accuracy			0.62	476
macro avg	0.59	0.61	0.58	476
weighted avg	0.60	0.62	0.59	476

Gambar 6 Hasil Classification Report

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memiliki akurasi keseluruhan sebesar 62%, dengan masing-masing kelas memiliki tingkat presisi, *recall*, dan *f1-score* yang bervariasi. Misalnya, kelas "Sehat" menunjukkan kinerja terbaik dengan presisi dan *recall* masing-masing sebesar 83%. Sementara itu, kelas "Jamur" memiliki kinerja yang paling rendah dengan presisi sebesar 33% dan *recall* sebesar 20%. Metrik evaluasi lainnya, seperti *confusion matrix*, juga digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih mendetail mengenai performa model pada tiap kelas.



Gambar 7. Hasil *Confusion Matrix*

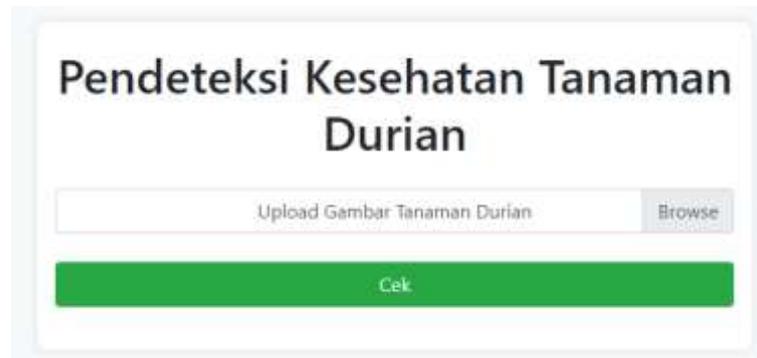
3. Evaluasi

Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan beberapa metrik performa seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score*. Metrik ini membantu dalam memahami seberapa baik model dapat mengklasifikasikan gambar daun durian ke dalam kategori penyakit yang benar. Selain itu, *confusion matrix* digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang prediksi model terhadap setiap kelas, termasuk kesalahan yang sering terjadi. Dari evaluasi ini, diketahui bahwa model memiliki akurasi keseluruhan sebesar 62%, dengan performa yang bervariasi di antara kelas-kelas yang berbeda.

4. Hasil Pengujian Sistem

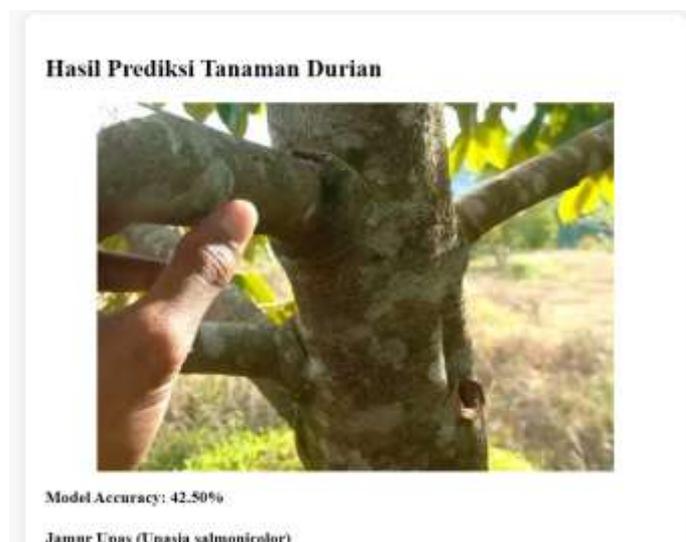
Hasil pengujian sistem mencakup berbagai elemen yang menunjukkan keberhasilan dan kualitas proyek pengembangan sistem komputer atau aplikasi. Proses ini terdiri dari sejumlah langkah yang dirancang untuk merancang, mengembangkan, dan

menerapkan sistem informasi atau perangkat lunak. Ini adalah proses menguji data baru dengan memasukkan gambar tanaman durian. Setelah gambar dimasukkan, algoritma CNN digunakan untuk melakukan klasifikasi dan menghasilkan output yang menunjukkan apakah tanaman durian sehat atau memiliki penyakit.



Gambar 8. Menu Input Website

Sebuah website yang dirancang untuk membantu klasifikasi penyakit tanaman durian ditunjukkan pada Gambar 8. Pengguna memiliki opsi untuk memasukkan atau mengunggah gambar tanaman durian, yang dapat berasal dari dataset internal situs web atau diunduh dari Google. Opsi ini memberi pengguna fleksibilitas untuk memilih sumber gambar mereka, entah itu dari dataset yang tersedia atau dari internet melalui Google. Proses penggunaan layanan ini dimulai dengan pengguna memasukkan atau mengunggah gambar tanaman durian yang ingin mereka klasifikasikan. Pengguna dapat mengunduh gambar langsung dari Google atau mengambil gambar dari folder dataset yang disediakan oleh situs web. Sistem akan mengambil alih untuk melakukan analisis prediktif tentang kesehatan tanaman durian setelah gambar dimasukkan atau diunggah.



Gambar 9. Hasil Prediksi Kesehatan Tanaman Durian

Gambar 9 di atas menunjukkan hasil dari input gambar yang digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit tanaman durian. Halaman ini dirancang untuk memberikan pengguna informasi detail tentang klasifikasi penyakit tanaman durian berdasarkan gambar yang mereka masukkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) untuk meningkatkan identifikasi penyakit pada tanaman durian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model CNN yang digunakan mampu mengklasifikasikan lima jenis kondisi daun durian dengan akurasi keseluruhan sebesar 62%. Meskipun demikian, performa model bervariasi antara kelas, dengan tingkat presisi tertinggi pada kelas "Sehat" (83%) dan yang terendah pada kelas "Jamur" (33%). Hal ini mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengenali kondisi daun sehat, namun masih memerlukan peningkatan dalam mendeteksi penyakit tertentu seperti jamur dan bercak.

Meskipun penelitian ini menunjukkan potensi penggunaan CNN dalam deteksi penyakit tanaman durian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Ukuran dataset yang relatif kecil dan distribusi yang tidak merata antar kelas dapat mempengaruhi kinerja model. Oleh karena itu, disarankan untuk memperluas dataset dengan lebih banyak gambar dan variasi kondisi daun untuk meningkatkan akurasi dan generalisasi model. Selain itu, penggunaan teknik augmentasi data yang lebih canggih dan eksperimen dengan arsitektur model yang berbeda dapat menjadi fokus penelitian lanjutan. Rekomendasi lain adalah pengujian model dalam kondisi lapangan nyata untuk memastikan keandalannya dalam lingkungan pertanian sebenarnya.

DAFTAR REFERENSI

- Achmad, Y., Wihandika, R. C., & Dewi, C. (2019). Klasifikasi emosi berdasarkan ciri wajah menggunakan convolutional neural network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(11).
- Adenia, R., Minarno, A. E., & Azhar, Y. (2022). Implementasi convolutional neural network untuk ekstraksi fitur citra daun dalam kasus deteksi penyakit pada tanaman mangga menggunakan random forest. *REPOSITOR*, 4(4).

- Azmi, K., Defit, S., & Sumijan, S. (2023). Implementasi convolutional neural network (CNN) untuk klasifikasi batik tanah liat Sumatera Barat. *Jurnal Unitek*, 16(1). <https://doi.org/10.52072/unitek.v16i1.504>
- Chandra, L. J. (2022). Implementasi deep learning menggunakan convolutional neural network untuk identifikasi jenis bunga berbasis mobile menggunakan framework TensorFlow Lite. *E-Journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.
- Lonang, S., Yudhana, A., & Biddinika, M. K. (2023). Analisis komparatif kinerja algoritma machine learning untuk deteksi stunting. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7.
- Maulana, I., Khairunisa, N., & Mufidah, R. (2024). Deteksi bentuk wajah menggunakan convolutional neural network (CNN). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(6). <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.8171>
- Maulana, R. R. M. A. R., Rizal, F., & Shudiq, W. J. (2023). Implementasi algoritma convolutional neural network (CNN) untuk deteksi kesegaran telur berbasis android. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 8(1).
- Ngugi, L. C., Abelwahab, M., & Abo-Zahhad, M. (2021). Recent advances in image processing techniques for automated leaf pest and disease recognition – A review. *Information Processing in Agriculture*, 8(1). <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.04.004>
- Putra, J. V. P., Ayu, F., & Julianto, B. (2023). Implementasi pendeteksi penyakit pada daun alpukat menggunakan metode CNN. *Stains (Seminar Nasional Teknologi & Sains)*, 2(1).
- Putra, N. S., Hutabarat, B. F., & Khaira, U. (2023). Implementasi algoritma convolutional neural network untuk identifikasi jenis kelamin dan ras. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 3(1). <https://doi.org/10.51454/decode.v3i1.123>
- Saputra, R. A., Wasiyanti, S., Supriyatna, A., & Saefudin, D. F. (2021). Penerapan algoritma convolutional neural network dan arsitektur MobileNet pada aplikasi deteksi penyakit daun padi. *Swabumi*, 9(2). <https://doi.org/10.31294/swabumi.v9i2.11678>
- Trisiawan, I. K., & Yuliza, Y. (2022). Penerapan multi-label image classification menggunakan metode convolutional neural network (CNN) untuk sortir botol minuman. *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(1). <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i1.009>
- Yuda, A. K. S., & Ahmad, S. (2023). Implementasi prediksi tanaman herbal menggunakan algoritma convolutional neural network berbasis android. *Reputasi: Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 4(2). <https://doi.org/10.31294/reputasi.v4i2.2403>
- Yunius, Y. R. (2018). Implementasi algoritma convolutional neural network dengan framework TensorFlow pada aplikasi mobile pendeteksi penyakit melanoma

dengan memanfaatkan webservice framework Flask. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1).