

Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Prediksi Penyakit Tanaman Padi Melalui Citra Daun

Sariah^{1*}, Nana Suarna², Irfan Ali³, Dodi Solihudin⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, STMIK IKMI Cirebon

*email: sariah7462@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.31603/komtika.v9i1.12852>

Received: 18-12-2024, Revised: 15-03- 2025, Accepted: 19-03-2025

ABSTRACT

Rice plant diseases are one of the main factors that can reduce productivity, especially in an agricultural country like Indonesia. Early detection of these diseases is crucial to stop further economic growth and mitigate economic downturns. The problem is that manual identification of rice plants requires a lot of time and effort, and is often inefficient on a large scale. To solve this problem, the objective of this research is to develop a model for predicting plant diseases that can analyze disease symptoms from leaf images with high accuracy, thus enabling more effective disease detection and disease impact mitigation. The method used in this research is the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm that allows data collection of rice leaf images from various health conditions of rice plants. The dataset used in this research comes from secondary sources and rice leaf images collected directly in the field. This dataset is analyzed using augmentation techniques to improve data quality and diversity. Based on the research results, the best CNN model is able to detect rice plant diseases with an accuracy of up to 87.5%. The model also showed high levels of prediction and confidence for several critical diseases, such as Blast, Blight, and Tungro. The results of this study show the potential of CNN in helping farmers detect rice plant diseases, which in turn can increase productivity and reduce losses.

Keywords: Leaf image, CNN, Early detection, rice, prediction.

ABSTRAK

Penyakit tanaman padi merupakan salah satu faktor utama yang dapat menurunkan hasil produktivitas, terutama di negara agraris seperti Indonesia. Deteksi dini terhadap penyakit ini sangat penting untuk menghentikan pertumbuhan ekonomi lebih lanjut dan mengurangi kemerosotan ekonomi. Masalahnya, identifikasi tanaman padi secara manual membutuhkan banyak waktu dan tenaga, dan seringkali tidak efisien dalam skala besar. Untuk mengatasi masalah ini, tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model untuk memprediksi penyakit tanaman padi yang dapat menganalisis gejala penyakit dari citra daun dengan akurasi yang tinggi, sehingga memungkinkan deteksi penyakit dan mitigasi dampak penyakit yang lebih efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *algoritma Convolutional Neural Network (CNN)* yang memungkinkan pengumpulan data citra daun padi dari berbagai kondisi kesehatan tanaman padi. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber sekunder dan citra daun padi yang dikumpulkan secara langsung di lapangan. Dataset ini dianalisis menggunakan teknik augmentasi untuk meningkatkan kualitas dan keberagaman data. Berdasarkan hasil penelitian, model *CNN* terbaik mampu mendeteksi penyakit tanaman padi dengan akurasi hingga 85,94%. Model ini juga menunjukkan tingkat prediksi dan kepercayaan yang tinggi untuk beberapa penyakit kritis, seperti *Blast*, *Blight*, *Tungro* dan Normal (sehat). Hasil penelitian ini menunjukkan potensi *CNN* dalam membantu petani mendeteksi penyakit tanaman padi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi kerugian.

Kata kunci: Citra daun, CNN, Deteksi dini, padi, prediksi.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam memenuhi kebutuhan global, termasuk produksi produk pangan yang menjadi makanan pokok bagi populasi terbesar di dunia [1]. Namun, produksi sering kali terhambat oleh beberapa penyakit tanaman padi yang mengakibatkan penurunan hasil panen hingga tingkat yang signifikan [2]. Deteksi dini penyakit padi sangat penting untuk mencegah perkembangan penyakit dalam jangka panjang dan meningkatkan hasil panen [3]. Metode tradisional, seperti inspeksi visual, memiliki kekurangan yang mencakup dampak negatif pada kesehatan individu serta kurang akurat dan efisien [4]. Pada akhirnya, teknologi berbasis kecerdasan buatan, khususnya *Convolutional Neural Network (CNN)*, telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam mengidentifikasi penyakit tanaman padi melalui analisis citra daun [5]. *CNN* merupakan metode yang efektif untuk mendeteksi dini karena dapat menganalisis pola yang kompleks pada citra daun dengan tingkat akurasi yang tinggi [3]. Selain itu, model ini dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit pada tanaman lain, yang akan bermanfaat bagi sektor pertanian [6].

Produksi padi menghadapi tantangan serius akibat serangan berbagai penyakit tanaman padi, seperti *blast*, *blight*, dan *tungro*, yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen hingga 50% pada kondisi tertentu [1]. Meskipun teknologi *CNN* telah digunakan dalam beberapa aplikasi pendeteksian citra, implementasinya dalam mendeteksi penyakit tanaman pada padi dengan menggunakan citra daun masih memiliki beberapa masalah yang perlu diatasi. Pertama, variasi visual pada daun yang disebabkan oleh kondisi lingkungan, seperti pencahayaan dan sudut pengambilan gambar, sering kali mempengaruhi akurasi model. Kedua, data citra daun yang tersedia untuk pelatihan *CNN* sering kali kurang baik dan tidak terlalu representatif, yang berarti bahwa model tersebut tidak dapat diandalkan untuk menangkap variasi yang lebih luas dalam kondisi lapangan. Tantangan lainnya adalah ketersediaan set data yang representatif dan beragam, yang dapat memengaruhi kemampuan model untuk melakukan generalisasi pada data baru. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan model prediksi berbasis *CNN* yang dirancang khusus untuk mendeteksi penyakit tanaman dengan menggunakan citra daun [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan *CNN* dalam deteksi penyakit tanaman, khususnya pada padi. Penelitian yang dilakukan oleh Anggiratih dkk [4] yaitu mengembangkan model berbasis *EfficientNet B3* dengan *transfer learning* untuk klasifikasi penyakit padi. Meskipun model ini menunjukkan akurasi yang cukup baik, keterbatasan dataset menjadi kendala utama dalam performa model, sehingga dibutuhkan teknik *augmentasi* untuk meningkatkan *generalisasi*. Selanjutnya, penelitian dari Rijal dkk [3] menerapkan *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk menganalisis citra daun padi dan berhasil mencapai akurasi tinggi dalam *klasifikasi* penyakit seperti *hawar* daun bakteri dan *blast*. Namun, penelitian ini belum mengeksplorasi deteksi dini sebagai pendekatan prediktif. Penelitian lain yang dilakukan Putri Ayuni dkk [5] menggunakan *EfficientNet-B3* dengan teknik *augmentasi* data pada *klasifikasi* penyakit padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *augmentasi* data secara signifikan meningkatkan akurasi model, sehingga mendorong penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi jenis *augmentasi* yang lebih bervariasi. Berdasarkan studi-studi ini, masih terdapat kesenjangan dalam pengembangan model yang

lebih fleksibel dan *robust*, terutama dalam melakukan deteksi dini yang mampu memberikan hasil prediktif dengan akurasi tinggi. Hal ini membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut yang berfokus pada *optimasi arsitektur CNN*, perluasan dataset, dan penerapan teknik *augmentasi* data yang inovatif.

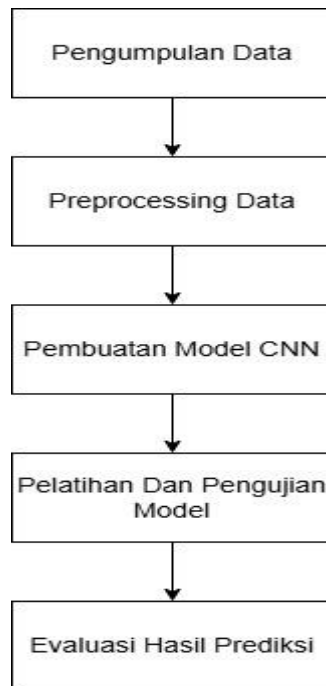
Penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang *signifikan* dalam studi penyakit tanaman padi dengan mengembangkan model berbasis *Convolutional Neural Networks (CNN)* yang dapat memprediksi dan mendeteksi penyakit dengan akurasi yang tinggi. Model ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem deteksi dini berbasis teknologi, sehingga petani dapat melakukan tindakan pencegahan sebelum timbulnya penyakit yang serius [3]. Penelitian ini membuka peluang untuk eksplorasi yang lebih luas, seperti mengintegrasikan model dengan teknologi *drone* untuk menangani penyakit tanaman dalam skala besar [7]. Dengan menggunakan teknik *augmentasi* data, temuan penelitian ini juga memberikan bukti penting bahwa pengumpulan data yang optimal dapat meningkatkan kinerja model. Oleh karena itu, alasan utama penulis melakukan penelitian ini yang berjudul “Penerapan *Convolutional Neural Network (CNN)* dimaksudkan ingin melakukan penelitian serta bertujuan untuk membantu dan mengedukasi para petani dalam memprediksi penyakit tanaman padi serta mengurangi resiko kegagalan panen akibat penyakit tanaman padi, seperti penyakit *blast*, *blight* maupun *tungro*.

METODE

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan prediksi yang akurat dari input visual. Penelitian didasarkan pada penggunaan *algoritma Convolutional Neural Network (CNN)*, yaitu untuk mendeteksi dan memprediksi penyakit pada tanaman padi berdasarkan citra daun. *CNN* dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam menganalisa input visual dan menghasilkan akurasi yang tinggi dalam *klasifikasi* gambar. Analisis pola dan fitur yang berfungsi sebagai indikator kondisi yang dimaksud akan dilakukan dengan menggunakan jaringan *CNN* untuk menggambarkan kondisi tersebut. Jaringan syaraf tiruan (*CNN*) merupakan salah satu jenis arsitektur *deep learning* yang sering digunakan dalam *klasifikasi* citra. Metode ini memanfaatkan lapisan-lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur dari citra, yang kemudian digunakan untuk klasifikasi berdasarkan pola-pola yang terdeteksi [8]. *CNN* bekerja dengan menganalisis karakteristik visual melalui beberapa lapisan, termasuk lapisan konvolusi yang digunakan untuk mendeteksi pola visual seperti tepi dan tekstur. *CNN* juga menggunakan *pooling*, yang mengurangi dimensi data untuk mempercepat komputasi dan mencegah *overfitting* [9]. *CNN* digunakan dalam penelitian ini untuk memprediksi penyakit pada tanaman padi berdasarkan citra daun.

Proses *CNN* melibatkan beberapa langkah, dimulai dengan pra-pemrosesan gambar dan diakhiri dengan evaluasi model *CNN*. Pra-pemrosesan meliputi normalisasi ukuran gambar dan penambahan ukuran untuk meningkatkan variabilitas data [10]. Model *CNN* kemudian dilatih menggunakan data pelatihan yang telah diproses, dan dioptimasi dengan *algoritma Adam* serta fungsi *loss categorical cross-entropy* [11]. Implementasi *CNN* dalam prediksi ini akan memberikan hasil yang akurat dan meningkatkan tindakan pencegahan dalam pengobatan penyakit tanaman secara lebih efektif [9], [12].

Dalam melakukan prediksi penyakit pada tanaman padi, ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yang mana ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Bagan alur penelitian yang ditampilkan pada gambar 1 menunjukkan tahapan yang dilakukan dalam melakukan prediksi penyakit padi. tahapan metode ini dimulai dari pengumpulan data, preprocessing, pembuatan model *CNN*, pelatihan dan pengujian model, hingga evaluasi hasil prediksi.

Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset yang diperoleh dari situs *kaggle* Dengan beberapa tambahan data observasi yang diperoleh langsung di lapangan. Data penyakit padi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 416 citra daun padi yang terklasifikasi ke dalam empat kategori penyakit, yaitu *Blast*, *Tungro*, *Leaf Blight*, dan Normal (sehat). Setiap citra daun berasal dari kumpulan data standar yang telah digunakan dalam berbagai penelitian yang sedang berlangsung dan memiliki resolusi tinggi untuk memastikan keakuratan dan kualitas model akurasi prediksi. Detail dataset citra penyakit tanaman padi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Detail Dataset Citra Penyakit Tanaman Padi

Sampel	Jumlah Data
Blast	80
Blight	80
Tungro	80
Normal	80
Data Observasi	96
Total	416

Penjelasan dari Tabel 1 yaitu menunjukkan bahwa Penelitian ini menggunakan dua set data yang berbeda untuk mendeteksi tanaman padi, yaitu data berlabel dari Kaggle dan data pengamatan tanpa label dari Lapangan. Dataset *Kaggle*, yang terdiri dari 320 sampel, 80 sampel untuk masing-masing dari tiga kategori *blast*, *blight*, *tungro* dan Normal yang digunakan untuk melatih model *Convolutional Neural Network (CNN)*. Sebaliknya, observasi data yang tidak berlabel terdiri dari 96 sampel yang tidak berlabel dan digunakan untuk menilai kekuatan prediksi data baru.

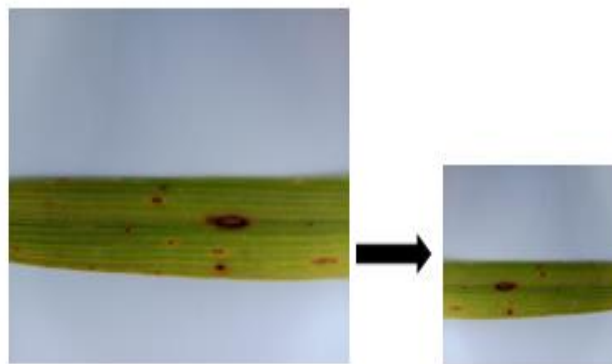
Preprocessing

Tahap *preprocessing* adalah proses mempersiapkan data mentah agar dapat digunakan dalam pelatihan model. Dalam penelitian yang menggunakan *Convolutional Neural Networks (CNN)* untuk mendeteksi penyakit tanaman, prapemrosesan data sangat penting untuk memastikan konsistensi, kualitas, dan relevansi data. tahap *preprocessing* yang meliputi pengubahan ukuran citra dimensi *horizontal*, *normalisasi* nilai piksel ke skala $[0,1]$, dan *augmentasi* data untuk meningkatkan variasi serta mencegah *overfitting*. Pada tahap ini ditentukan jumlah data yang akan digunakan yaitu sebanyak 416 data yang terbagi menjadi data *training* dan data *testing*. Dengan rincian:

- Data *training* 320 data untuk data pelatihan
- Data *Testing* 96 data untuk data uji

Data pelatihan yang digunakan yaitu sebanyak 70% dari total jumlah data *training* dan sebanyak 30% untuk data *testing*.

Langkah prapemrosesan juga melibatkan pengurangan dimensi citra. Hal ini dilakukan untuk menjelaskan karakteristik citra dan untuk menguji unsur yang akan dianalisis karena unsur setiap citra sangat bervariasi. pada penelitian ini ukuran input citra sangatlah bervariasi. Dataset training bersumber dari Kaggle (berlabel) sebelumnya memiliki ukuran 1440x1920 pixel, sedangkan untuk dataset testing bersumber dari data langsung (tidak berlabel) sebelumnya memiliki ukuran 3060x4080 pixel, kedua dataset tersebut diubah menjadi 224x224 pixel. Proses citra sebelum dan sesudah di resize ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Citra Sebelum Dan Sesudah Di Resize

Pembuatan Model CNN

Pembuatan Model *CNN* meliputi proses berulang dari desain model, pelatihan, evaluasi, dan optimasi. Proses ini memastikan bahwa model dapat menganalisis komponen

visual tanaman padi, menghasilkan prediksi yang akurat, dan memberikan solusi praktis untuk deteksi penyakit tanaman. Pada tahap ini, menampilkan proses membangun model *Convolutional Neural Network (CNN)* menggunakan *arsitektur Sequential*. arsitektur *CNN* dibangun dengan komponen utama: *Convolutional Layer* untuk menyesuaikan data, *Pooling Layer* untuk mengurangi dimensi data, dan *Fully Connected Layer* untuk menghasilkan output prediksi. Model tersebut kemudian dilatih menggunakan dataset yang diperoleh sebelumnya, dengan parameter yang dioptimalkan seperti *learning rate*, jumlah *epoch*, dan ukuran *batch*, serta memanfaatkan fungsi kerugian seperti *categorical cross-entropy* dan algoritma optimasi seperti *Adam*.

Pelatihan Dan Pengujian Model

Dengan menggunakan data pelatihan yang telah diproses sebelumnya, model dikembangkan. Pada tahap ini, model menggunakan iterasi berulang (*epoch*) untuk meminimalkan kehilangan fungsi, seperti *cross-entropy categorical*, sambil mempelajari pola dari data. Proses pembelajaran ini juga menggunakan data tambahan untuk meningkatkan generalisasi model. Setelah pelatihan berhasil, model dievaluasi menggunakan dataset pengujian untuk menilai kekuatan prediksi data baru.

Hasil Prediksi

Model yang telah dikembangkan sebelumnya digunakan untuk menentukan kategori tanaman padi dari citra uji. Hasil prediksi divisualisasikan dengan menampilkan citra bersama dengan label prediksi untuk memberikan interpretasi yang lebih mudah dipahami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Model CNN

Penelitian ini mengembangkan model untuk memprediksi penyakit tanaman padi melalui citra daun dengan menggunakan *algoritma Convolutional Neural Network (CNN)*. dataset yang diperoleh dari situs *Kaggle*, dengan data tambahan yang dikumpulkan secara langsung dan dianalisa dengan menggunakan *Google Colab* atau *Jupyter Notebook*. proses pengembangan model *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan menggunakan pendekatan *sequential*. Model *CNN* ini dirancang untuk klasifikasi penyakit pada tanaman padi berdasarkan citra daun. Arsitektur terdiri dari tiga lapisan konvolusi (32, 64, dan 128 filter berukuran 3×3) dengan aktivasi ReLU, masing-masing diikuti oleh lapisan pooling (2×2) untuk mengurangi dimensi fitur. Setelah ekstraksi fitur, lapisan Flatten mengubah data menjadi vektor satu dimensi, yang diproses oleh lapisan Dense dengan 256 neuron dan Dropout 50% untuk menghindari overfitting. Lapisan output menggunakan 4 neuron dengan aktivasi softmax untuk klasifikasi keempat kategori penyakit (blast, blight, tungro, normal). Arsitektur ini bertujuan untuk memaksimalkan kemampuan model dalam menganalisis pola dataset gambar secara efektif. Secara keseluruhan, model ini memiliki 22.245.700 parameter yang dapat dilatih (*trainable parameters*), yang menunjukkan kompleksitas jaringan dan potensi kemampuannya dalam mengklasifikasikan penyakit tanaman padi berdasarkan citra daun. Berikut arsitektur yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Arsitektur Model CNN

No	Layer (type)	Output Shape	Jumlah Parameter
1.	Conv2D (32, 3×3)	(None, 222, 222, 32)	896
2.	MaxPooling2D (2×2)	(None, 111, 111, 32)	0
3.	Conv2D (64, 3×3)	(None, 109, 109, 64)	18,496
4.	MaxPooling2D (2×2)	(None, 54, 54, 64)	0
5.	Conv2D (128, 3×3)	(None, 52, 52, 128)	73,856
6.	MaxPooling2D (2×2)	(None, 26, 26, 128)	0
7.	Flatten	(None, 86,528)	0
8.	Dense (256)	(None, 256)	22,151,424
9.	Dropout (0.5)	(None, 256)	0
10.	Dense (4, Softmax)	(None, 4)	1,028
Total Parameter		22,245,700	

Pelatihan Dan Pengujian Model

Selanjutnya adalah poses training dan validasi untuk melatih model yang telah dibuat. Proses ini dilakukan selama 20 epochs dan berhasil mencapai akurasi tertinggi yaitu sekitar 85.94%, dengan *loss* sekitar 0.2739. Dengan akurasi yang tinggi dan *loss* yang rendah, hal ini mengindikasikan bahwa model dapat mempelajari model dengan sangat baik. fungsi `model.evaluate` adalah sebuah fungsi yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Fungsi ini mengembalikan nilai keakuratan dan metrik lain yang ditentukan sebelumnya selama proses pelatihan. Hasil evaluasi model ditampilkan pada Gambar 3.

```
model.evaluate(val_generator)
```

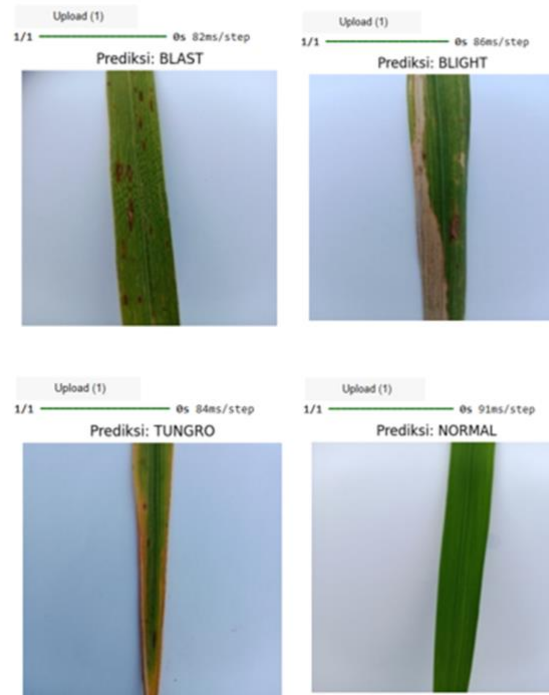
```
2/2 ————— 2s 840ms/step - accuracy: 0.8646 - loss: 0.2499  
[0.2739541530609131, 0.859375]
```

Gambar 3. Hasil Training

Gambar 3 menunjukkan hasil evaluasi model CNN pada data validasi menunjukkan bahwa model mencapai akurasi sebesar 85.94% dengan nilai *loss* sebesar 0.2739, yang menandakan bahwa model memiliki tingkat kesalahan yang relatif kecil dalam prediksinya.

Hasil Prediksi

Hasil prediksi model CNN menunjukkan klasifikasi penyakit pada daun padi dengan menggunakan empat kategori: *tungro*, *blast*, dan *blight* serta normal untuk masing-masing citra. Dari 96 data pengujian, berikut ini adalah hasil visualisasi prediksi menggunakan fitur upload citra daun padi yang terserang penyakit yang terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Prediksi

Penjelasan dari Gambar 4 yaitu Model *CNN* menunjukkan kinerja yang sangat baik, yang menunjukkan hasil prediksi model *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam memprediksi penyakit pada daun tanaman padi berdasarkan citra yang diunggah. Terdapat empat contoh prediksi dengan label yang berbeda, yaitu *blast*, *blight*, *tungro*, dan normal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan efektivitas metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam klasifikasi berbasis citra, khususnya di bidang deteksi penyakit tanaman. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [2], [13] menyatakan bahwa penggunaan beberapa lapisan *konvolusi* dan *pooling* memungkinkan model untuk mendeteksi fitur visual yang kompleks, seperti tekstur atau bercak pada tanaman, yang merupakan karakteristik penting untuk mengidentifikasi penyakit seperti *tungro*, *blast*, atau *blight hawar*. Menurut penelitian lain, seperti yang dilakukan oleh [14], [15], teknik *regularisasi* seperti *dropout* dan *normalisasi* data membantu mencegah *overfitting* dan meningkatkan generalisasi model, bahkan mungkin dengan akurasi yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan penelitian yang dimaksud, di mana penggunaan *augmentasi* dan *regularisasi* data berhasil meningkatkan performa *CNN* pada dataset penelitian. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyoroti pentingnya pendekatan ini dalam meningkatkan *efisiensi* dan akurasi dalam klasifikasi berbasis citra. Berbeda dengan penelitian lainnya, teknik *augmentasi* yang digunakan dalam penelitian ini lebih menyeluruh dan akurat. Dengan menggabungkan proses *rescaling*, *rotasi*, geser, *zoom*, dan *flipping*, penelitian ini berhasil menciptakan model yang lebih kuat dengan kemampuan generalisasi yang lebih baik untuk pengumpulan data penelitian. Penelitian ini memberikan kontribusi yang sangat penting dalam proses *augmentasi* data untuk klasifikasi penyakit tanaman padi berbasis citra.

KESIMPULAN

Temuan ini menunjukkan keefektifan teknik yang digunakan, seperti arsitektur *CNN*, prapemrosesan data (*normalisasi* dan *augmentasi*), dan strategi pelatihan menggunakan pengoptimalisasi Adam. Hasil dari prediksi penyakit tanaman padi menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dapat dinilai bekerja dengan baik, dimana hasil data yang telah di deteksi oleh metode *CNN* berupa hasil prediksi 4 jenis penyakit seperti *Blast*, *Blight*, *Tungro* dan Normal (sehat) yang kemudian hasil prediksi tersebut untuk mengetahui penyakit padi dengan mengenali ciri-ciri dari citra daun nya berdasarkan model yang dilatih sebelumnya. Model mencapai akurasi sebesar 85.94%, dengan nilai loss yang rendah sebesar 0.2739, mengindikasikan kemampuan model dalam mengenali pola dari data pelatihan. Oleh karena itu, penelitian berikutnya berfokus pada penyesuaian dataset dan strategi pelatihan yang lebih baik, sehingga model dapat lebih akurat dan andal dalam mengenali semua kelas penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Firmansyah, K. Khaerana, and E. A. Sidik, "Hubungan Skor Penyakit Tungro terhadap Kehilangan Komponen Hasil Padi," *AGROSAINSTEK J. Ilmu dan Teknol. Pertan.*, vol. 7, no. 1, pp. 17–24, 2023, doi: 10.33019/agrosainstek.v7i1.315.
- [2] M. Pailus, D. Hatta Fudholi, and S. Hidayat, "Model Identifikasi Penyakit Pada Tumbuhan Padi Berbasis DenseNet," *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 6, no. 2, pp. 615–625, 2022. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5475>
- [3] M. Rijal, A. M. Yani, and A. Rahman, "Deteksi Citra Daun untuk Klasifikasi Penyakit Padi menggunakan Pendekatan Deep Learning dengan Model CNN," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 10, no. 1, pp. 56–62, 2024, doi: 10.54914/jtt.v10i1.1224.
- [4] E. Anggiratih, S. Siswanti, S. K. Octaviani, and A. Sari, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Model Deep Learning Efficientnet B3 dengan Transfer Learning," *J. Ilm. SINUS*, vol. 19, no. 1, p. 75, 2021, doi: 10.30646/sinus.v19i1.526.
- [5] D. Putri Ayuni, Jasril, M. Irsyad, F. Yanto, and S. Sanjaya, "Augmentasi Data Pada Implementasi Convolutional Neural Network Arsitektur Efficientnet-B3 Untuk Klasifikasi Penyakit Daun Padi," *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 239–249, 2023, doi: 10.31849/zn.v5i2.13874.
- [6] A. N. Komariyah *et al.*, "Klasifikasi Penyakit Padi berdasarkan Citra Daun Menggunakan Model Terlatih Resnet101," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 1216–1222, 2023, doi: 10.29207/resti.v5i6.3607.
- [7] S. P. Backar, P. Purnawansyah, H. Darwis, and W. Astuti, "Hybrid Fourier Descriptor Naïve Bayes dan CNN pada Klasifikasi Daun Herbal," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 8, no. 2, pp. 126–133, 2023, doi: 10.30591/jpit.v8i2.5186.
- [8] D. Irfan, R. Rosnelly, M. Wahyuni, J. T. Samudra, and A. Rangga, "Perbandingan Optimasi Sgd, Adadelata, Dan Adam Dalam Klasifikasi Hydrangea Menggunakan Cnn," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 5, no. 2, p. 244, 2022, doi: 10.54314/jssr.v5i2.789.
- [9] R. H. Alfikri, M. S. Utomo, H. Februariyanti, and E. Nurwahyudi, "Pembangunan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Dengan Metode Cnn Berbasis Android," *J. Teknoinfo*, vol. 16, no. 2, p. 183, 2022, doi: 10.33365/jti.v16i2.1752.
- [10] F. N. Cahya, N. Hardi, D. Riana, and S. Hadiyanti, "Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *Sistemasi*, vol. 10, no. 3, p. 618, 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i3.1248.
- [11] H. Herdianto and D. Nasution, "Implementasi Metode Cnn Untuk Klasifikasi Objek," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 7, no. 1, pp. 54–60,

- 2023, doi: 10.46880/jmika.vol7no1.pp54-60.
- [12] O. Saputra, D. I. Mulyana, and M. B. Yel, “Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Senjata Tradisional Di Jawa Tengah Dengan Metode Transfer Learning,” *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 5, no. 2, pp. 45–52, 2022, doi: 10.47970/siskom-kb.v5i2.282.
- [13] Ulfah Nur Oktaviana, Ricky Hendrawan, Alfian Dwi Khoirul Annas, and Galih Wasis Wicaksono, “Klasifikasi Penyakit Padi berdasarkan Citra Daun Menggunakan Model Terlatih Resnet101,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 6, pp. 1216–1222, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i6.3607.
- [14] D. C. Agustin, M. A. Rosid, and N. Ariyanti, “Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Kesegaran Pada Apel,” *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 02, pp. 145–150, 2023, doi: 10.37859/jf.v13i02.5175.
- [15] W. F. Hidayat, T. Asra, and A. Setiadi, “Klasifikasi Penyakit Daun Kentang Menggunakan Model Logistic Regression,” *Indones. J. Softw. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 173–179, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijse>. <https://doi.org/10.31294/ijse.v8i2.14624>

