

MENDETEKSI DAN MENGKLASIFIKASI PENYAKIT DAUN PADA TANAMAN JAGUNG MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF KONVOLUSIONAL

Muhammad Nur^{*1}, Baharuddin Rahman², Cakra³, Andi Patombongi⁴, Samsuddin⁵, Fitriani Kahar⁶
^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Sistem Komputer, Program Studi Sistem Informasi, Program Studi Komputerisasi Akuntansi,

STMIK Catur Sakti Kendari

e-mail: ^{*1}muhnur@gmail.com, ²baharuddinrahmancs@gmail.com, ³ctjantong@gmail.com, ⁴tomfiq@gmail.com, ⁵sam.akademik25@gmail.com, ⁶fitrianikahar85@gmail.com

Penyakit yang menyerang daun jagung dapat berdampak negatif terhadap kualitas dan hasil pertanian, sehingga deteksi dini sangat diperlukan untuk mengurangi kerugian yang disebabkan oleh infeksi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi berbasis teknologi deep learning untuk mendeteksi penyakit pada daun jagung. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Convolutional Neural Network (CNN) yang memanfaatkan pendekatan transfer learning dengan arsitektur VGG16. Dataset yang digunakan terdiri dari 150 citra daun jagung yang dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu bercak daun, hawar daun, dan daun sehat, masing-masing berjumlah 50 citra. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi sebesar 89,33%, dengan nilai precision, recall, dan F1-score berturut-turut adalah 89,26%, 88,66%, dan 88,96%. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan gambar dengan baik, meskipun ada beberapa kesulitan dalam membedakan kelas bercak daun dan daun sehat. Secara keseluruhan, model ini menunjukkan potensi yang besar untuk diterapkan dalam sistem pemantauan kesehatan tanaman jagung secara otomatis dan real-time, yang dapat membantu petani dalam mengambil keputusan yang lebih cepat dan tepat.

Kata Kunci: Pembelajaran Mesin, VGG16, Klasifikasi Daun Jagung, Pengolahan Citra, Deteksi Penyakit, Akurasi, Matriks.

I. PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan utama setelah padi yang memiliki banyak manfaat, baik sebagai sumber pangan maupun bahan baku pakan ternak. Permintaan jagung di Indonesia terus meningkat, terutama dari industri pakan ternak, sehingga pemerintah berupaya meningkatkan produksinya melalui berbagai program. Selain sebagai sumber energi utama dalam pakan unggas, jagung juga digunakan untuk ternak non-ruminansia dan

ruminansia serta menjadi bahan baku industri bioethanol [1].

Namun, produksi jagung sering mengalami kendala akibat serangan penyakit, terutama yang menyerang daun. Identifikasi penyakit pada daun jagung menjadi tantangan tersendiri karena beberapa gejala tampak serupa [2]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengenali pola tekstur daun yang terinfeksi adalah Local Binary Pattern (LBP), yang efektif dalam mengekstraksi ciri tekstur dan tahan terhadap perubahan pencahayaan serta noise. Metode ini telah berhasil diterapkan dalam berbagai penelitian, termasuk pengenalan wajah, sidik jari, serta klasifikasi karakter, dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi [3].

Selain itu, metode klasifikasi berbasis Jaringan Saraf Tiruan (JST) banyak digunakan karena kemampuannya dalam mempelajari pola dari data input [4]. JST telah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk deteksi penyakit dan klasifikasi objek [5]. Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) juga menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam klasifikasi citra, termasuk identifikasi jamur konsumsi dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi [6].

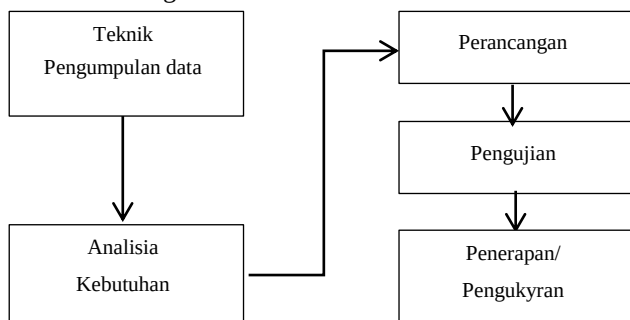
Identifikasi manual penyakit daun jagung masih banyak dilakukan di lapangan, tetapi metode ini memerlukan keahlian khusus dan kurang efisien, terutama di area pertanian yang luas [7]. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan penyakit daun jagung secara akurat dan efisien [8].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem yang dapat meningkatkan efisiensi dalam identifikasi penyakit daun pada tanaman jagung. Dengan memanfaatkan Jaringan Saraf Konvolusional (CNN), sistem ini akan mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis penyakit pada daun jagung secara akurat. Penelitian ini mengusung judul "Mendeteksi dan Mengklasifikasi Penyakit Daun pada Tanaman Jagung Menggunakan Jaringan Saraf Konvolusional."

II. METODE PENELITIAN

2.1. Prosedur Kerja

Tahap tahap prosedur kerja dalam pembuatan sistem ini ialah sebagai berikut:



Gambar 1. Tahap – Tahap Prosedur Kerja

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dataset sekunder dari penelitian terdahulu sebagai data utama. Dataset tersebut berisi citra daun jagung yang telah diklasifikasikan dan diberi label sesuai dengan kategori tertentu. Pengumpulan data dilakukan dengan mengunduhnya dari repositori atau sumber terpercaya yang relevan dengan bidang penelitian ini.

2.3. Analisis Kebutuhan

Penelitian ini menggunakan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dengan model VGG-16 karena kemampuannya yang unggul dalam pengenalan gambar dan ekstraksi fitur yang mendalam.

VGG-16 memiliki 16 lapisan, terdiri dari 13 lapisan konvolusi dan 3 lapisan fully connected, yang memungkinkan model untuk mengenali pola visual yang kompleks dan meningkatkan akurasi klasifikasi.

Dengan memanfaatkan VGG-16 sebagai metode ekstraksi fitur, sistem dapat menganalisis dan mengenali objek berdasarkan karakteristik visual secara lebih optimal. Pendekatan ini meningkatkan efektivitas model dalam pengenalan gambar, mendukung performa sistem agar lebih akurat dan andal.

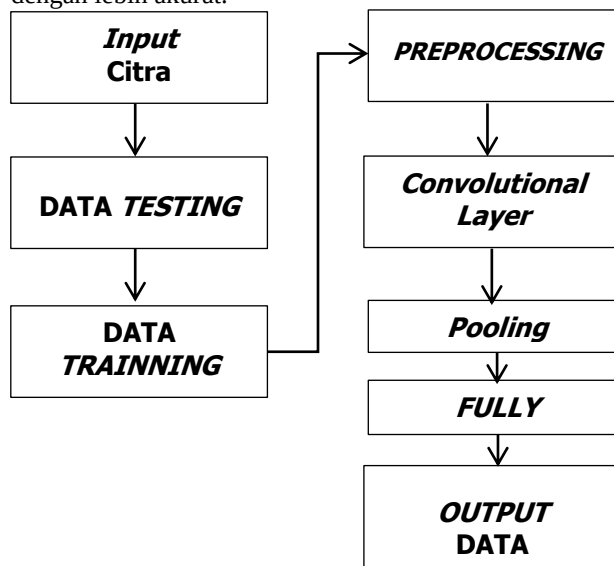
2.4. Perancangan

Perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik. Fase ini adalah inti teknis dari proses rekayasa perangkat lunak.

Perancangan juga berperan penting dalam memastikan bahwa sistem atau produk yang dikembangkan dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap ini mencakup spesifikasi teknis, pemodelan, serta pemilihan teknologi yang tepat agar hasil akhir memiliki efisiensi, keandalan, dan skalabilitas yang baik.

Dalam konteks mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit daun pada tanaman jagung menggunakan Jaringan Saraf Konvolusional (CNN), perancangan sistem mencakup pemilihan arsitektur model yang tepat, pengolahan dataset gambar daun jagung, serta optimasi parameter untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Tahap ini juga melibatkan teknik prapemrosesan gambar, seperti normalisasi, augmentasi, dan segmentasi, guna

memastikan bahwa model dapat mengenali pola penyakit dengan lebih akurat.



Gambar 2. Diagram Perancangan Sistem

Diagram tersebut menunjukkan alur sistem dalam preprocessing data citra daun jagung menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur VGG-16. Tahapan prosesnya meliputi:

1. Akuisisi Citra: Citra daun jagung diperoleh menggunakan kamera smartphone.
2. Proses Klasifikasi: CNN dengan arsitektur VGG-16 mengolah fitur visual dari citra untuk mendeteksi pola warna dan karakteristik lainnya guna melakukan klasifikasi.
3. Identifikasi Penyakit: Sistem menentukan jenis penyakit berdasarkan hasil ekstraksi fitur dan klasifikasi CNN, memberikan wawasan mengenai kondisi tanaman jagung.

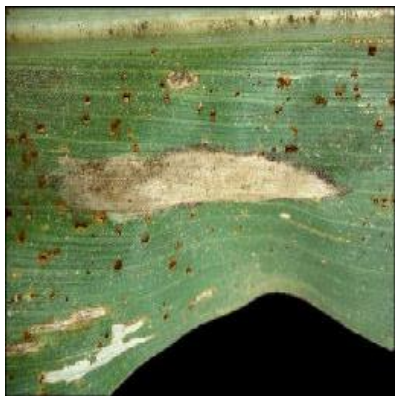
Dengan menggunakan CNN berbasis VGG-16, sistem dapat meningkatkan akurasi dalam mengenali dan mengklasifikasikan penyakit daun jagung secara lebih efektif melalui analisis fitur visual dalam citra.

2.5. Input Data Citra

Penelitian ini memanfaatkan dataset citra daun jagung yang berasal dari penelitian sebelumnya. Dataset ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu data pelatihan (training data) dan data pengujian (testing data). Data pelatihan mencakup tiga kategori utama, yakni daun yang mengalami penyakit bercak daun, penyakit hawar daun, serta daun yang dalam kondisi sehat. Ilustrasi dari citra yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditemukan pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 3 penyakit bercak-daun



Gambar 4 penyakit hawar-daun



Gambar 5 daun sehat

2.6. Pengujian

Tahap pengujian merupakan proses krusial dalam menilai kinerja sistem yang telah dirancang. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem berfungsi secara optimal sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dalam proses ini, penguji akan mengoperasikan sistem secara langsung guna mengevaluasi keandalannya. Pada pengujian yang melibatkan algoritma CNN dengan arsitektur VGG-16, sistem diuji untuk mengukur kemampuannya dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan objek pada citra dengan tingkat akurasi yang tinggi.

2.7. Penerapan/Penggunaan

Diharapkan penerapan sistem ini dapat memberikan manfaat besar bagi petani dengan menyajikan informasi yang lebih tepat mengenai penyakit pada daun jagung. Dengan memanfaatkan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) berbasis arsitektur VGG-16, sistem ini dirancang untuk membantu pengguna dalam memperoleh hasil klasifikasi penyakit daun jagung yang lebih akurat dan terperinci.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dataset sekunder dari studi sebelumnya yang menerapkan algoritma GLRLM (Gray Level Run Length Matrix) dan FCH (Feature Combination Heuristic). Dataset tersebut terdiri dari 600 citra daun jagung yang terbagi menjadi dua kelompok utama: pelatihan (training) dan pengujian (testing).

1. Kelompok Pelatihan: Berisi 450 citra yang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu bercak daun, hawar daun, dan daun sehat. Setiap kategori

memiliki jumlah citra yang sama, yakni 150 citra, guna menghindari bias dalam pelatihan model

2. Kelompok Pengujian: Terdiri dari 150 citra yang dibagi secara merata ke dalam tiga kategori yang sama, masing-masing berisi 50 citra untuk mengevaluasi kinerja model secara adil dan terstruktur.

Pendekatan ini memastikan model dapat dilatih dan diuji secara optimal, meningkatkan kemampuannya dalam mengklasifikasikan penyakit daun jagung dengan lebih akurat. Struktur dataset yang terorganisir dengan baik berperan penting dalam meningkatkan generalisasi model terhadap data baru yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Tabel 1. Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian

Kelas	Jumlah Citra (Training)	Jumlah Citra (Testing)	Total Citra
Bercak Daun	150	50	200
Hawar Daun	150	50	200
Sehat	150	50	200
Total	450	150	600

3.2. Arsitektur Model

Model arsitektur yang dirancang untuk mengklasifikasikan tiga jenis penyakit pada daun jagung—bercak-daun, hawar-daun, dan daun sehat—dibangun menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) karena keunggulannya dalam mengenali pola pada citra.

Struktur model terdiri dari beberapa lapisan utama:

1. Lapisan Konvolusi (Convolutional Layer): Mengekstraksi fitur visual penting, seperti tepi dan tekstur, dengan menerapkan filter untuk menghasilkan peta fitur.
2. Lapisan Pooling (Max Pooling Layer): Mengurangi ukuran peta fitur dengan memilih nilai maksimum dari area tertentu, sehingga mengurangi kompleksitas model tanpa kehilangan informasi penting.
3. Lapisan Aktivasi (ReLU - Rectified Linear Unit): Menambahkan non-linearitas setelah lapisan konvolusi agar jaringan dapat mempelajari pola yang lebih kompleks.
4. Lapisan Fully Connected: Menggabungkan seluruh fitur yang telah diekstraksi untuk menghubungkan hasilnya dengan output klasifikasi.
5. Lapisan Output: Menggunakan fungsi softmax untuk mengklasifikasikan gambar ke dalam salah satu dari tiga kelas berdasarkan probabilitas tertinggi.

Untuk meningkatkan kinerja model, digunakan algoritma Adam sebagai optimasi karena efisiensinya dalam proses pelatihan, serta categorical cross-entropy sebagai fungsi loss yang sesuai untuk klasifikasi multi-kelas.

3.3. Pelatihan Model

Pada tahap pelatihan, dataset dibagi menjadi data training untuk melatih model mengenali pola setiap kelas dan data testing untuk menguji kemampuan model dalam mengklasifikasikan data baru. Model yang digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN), yang terdiri dari lapisan konvolusi dan pooling untuk mengekstraksi fitur penting dari citra daun jagung.

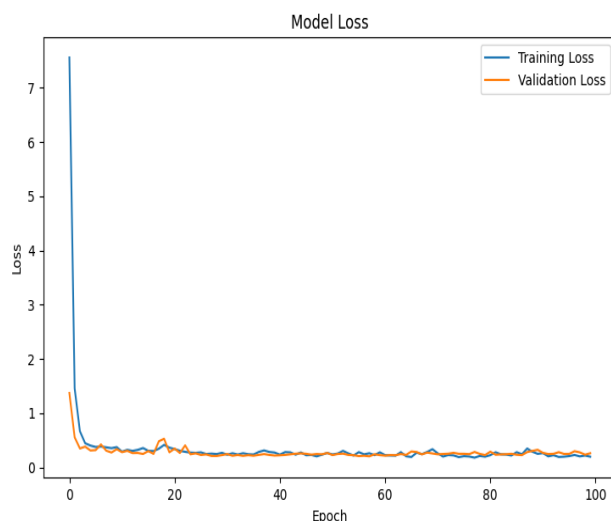
Pelatihan dilakukan menggunakan optimizer Adam dengan learning rate 0.001 untuk mempercepat konvergensi, dengan ukuran batch 32 sampel dan berlangsung selama 100 epoch. Fungsi categorical cross-entropy digunakan untuk menghitung loss pada setiap epoch. Untuk menghindari overfitting, diterapkan teknik dropout sebesar 0.5, yang menonaktifkan neuron secara acak guna meningkatkan generalisasi model.

Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score, serta pemantauan grafik loss dan akurasi untuk mendeteksi kemungkinan overfitting atau underfitting. Jika diperlukan, penyesuaian pada learning rate atau teknik regularisasi dapat diterapkan.

Secara keseluruhan, pelatihan ini bertujuan untuk menghasilkan model CNN yang mampu mengklasifikasikan penyakit daun jagung dengan akurasi tinggi dan error minimal, dengan validasi kinerja dilakukan pada setiap epoch untuk memastikan peningkatan performa secara bertahap.



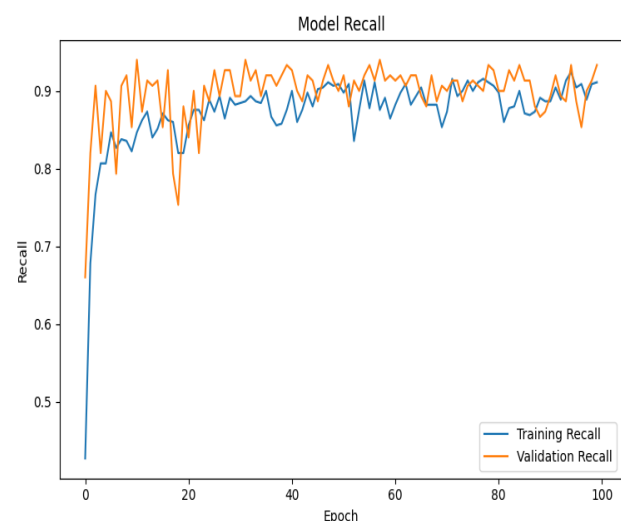
Gambar 6. Model Accuracy



Gambar 7. Model Loss



Gambar 8. Model Precision



Gambar 9. Model Recall

3.4. Pengujian Model

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa model klasifikasi citra daun jagung menggunakan arsitektur VGG16. Dataset dibagi menjadi data latih dan data uji, kemudian hasil pengujian dianalisis menggunakan akurasi, precision, recall, F1-score, serta confusion matrix untuk menilai kinerja model secara keseluruhan.

1. Akurasi Model

Model mencapai akurasi 89.33%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar citra daun jagung berhasil diklasifikasikan dengan benar.

2. Confusion Matrix

Confusion matrix digunakan untuk melihat jumlah prediksi benar dan salah pada setiap kelas. Model dapat mengklasifikasikan kelas "Daun Sehat" dengan sempurna, tetapi mengalami kesulitan dalam membedakan kelas "Bercak Daun" dan "Hawar Daun", yang menyebabkan tingkat kesalahan lebih tinggi pada kelas tersebut.

3. Evaluasi Metrik Tambahan

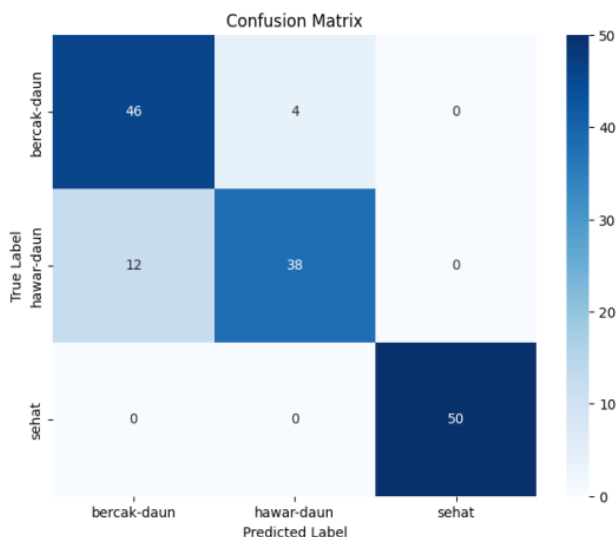
Kinerja model juga diukur menggunakan precision, recall, dan F1-score, dengan hasil sebagai berikut:

- Akurasi Uji: 89.33%
- Precision: 89.26%

c) Recall: 88.66%

d) F1-Score: 88.96%

Secara keseluruhan, model menunjukkan performa yang baik dalam mengklasifikasikan citra daun jagung. Namun, masih terdapat peluang untuk meningkatkan akurasi, misalnya dengan menambah data latih pada kelas yang sulit dibedakan atau mengoptimalkan parameter model agar hasil klasifikasi lebih presisi.



Gambar 10. Confusion Matrix Klasifikasi Jenis Penyakit Daun Jagung

Confusion matrix menunjukkan hasil klasifikasi model terhadap tiga kelas: "bercak-daun," "hawar-daun," dan "sehat."

1. Kelas Bercak Daun: Model berhasil mengklasifikasikan 46 gambar dengan benar, namun 4 gambar salah diprediksi sebagai "hawar-daun." Tidak ada gambar yang diklasifikasikan sebagai "sehat."
2. Kelas Hawar Daun: Sebanyak 38 gambar diklasifikasikan dengan benar, tetapi 12 gambar salah diprediksi sebagai "bercak-daun." Tidak ada gambar yang diklasifikasikan sebagai "sehat."
3. Kelas Sehat: Model mampu mengklasifikasikan seluruh 50 gambar dengan benar, tanpa kesalahan prediksi.

Model memiliki akurasi tinggi dalam mengklasifikasikan gambar kelas "sehat" tanpa kesalahan. Namun, terdapat beberapa kesalahan klasifikasi pada kelas "bercak-daun" dan "hawar-daun," terutama dalam membedakan kedua kelas tersebut. Meskipun model menunjukkan performa yang baik, masih diperlukan peningkatan pada akurasi klasifikasi untuk kelas yang lebih sulit dibedakan.

3.5. Prediksi dan mengevaluasi kinerja model

Pada tahap ini, model yang telah dilatih diuji dengan gambar baru untuk menilai kemampuannya dalam mengklasifikasikan data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Proses prediksi dilakukan melalui beberapa langkah, mulai dari pengunggahan gambar, prapemrosesan, normalisasi, hingga prediksi kelas berdasarkan probabilitas yang dihitung model. Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan ambang batas kepercayaan untuk memastikan keakuratan klasifikasi sebelum ditampilkan kepada pengguna.

Evaluasi kinerja model dilakukan dengan berbagai metrik, termasuk akurasi, precision, recall, dan F1-score untuk mengukur keseimbangan antara ketepatan dan sensitivitas model. Confusion matrix digunakan untuk menganalisis jumlah prediksi yang benar dan salah pada setiap kelas, sementara analisis kesalahan membantu mengidentifikasi kelemahan model dalam membedakan fitur antar kelas.

Langkah ini sangat penting untuk memastikan model tetap akurat dan andal dalam mengklasifikasikan data baru. Evaluasi menyeluruh memungkinkan identifikasi area yang perlu diperbaiki, sehingga model dapat terus dioptimalkan untuk meningkatkan performanya di masa depan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi berbasis citra guna mendeteksi penyakit pada daun jagung. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang baik dengan akurasi 89,33% pada dataset pengujian yang berisi 150 gambar. Model mampu mengklasifikasikan daun jagung ke dalam tiga kategori utama: bercak daun, hawar daun, dan daun sehat.

Berdasarkan metrik evaluasi seperti precision (89,26%), recall (88,66%), dan F1-score (88,96%), model menunjukkan keseimbangan yang baik dalam mendeteksi ketiga kelas tersebut. Namun, masih terdapat kesulitan dalam membedakan daun sehat dan bercak daun, meskipun klasifikasi untuk hawar daun dan bercak daun lebih akurat.

Dengan hasil yang diperoleh, model ini berpotensi diterapkan dalam sistem pemantauan kesehatan tanaman secara real-time. Implementasi model ini dapat membantu petani dalam mendeteksi penyakit lebih cepat dan akurat, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan tanaman jagung.

B. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa langkah yang dapat dilakukan guna meningkatkan kinerja model adalah sebagai berikut:

1. Memperluas Dataset – Menambah jumlah gambar dengan berbagai kondisi, seperti pencahayaan yang berbeda, variasi sudut pengambilan, serta faktor lingkungan lainnya, dapat membantu model lebih generalis dalam mengenali pola penyakit pada daun jagung.
2. Penerapan Augmentasi Data – Teknik seperti rotasi, pemotongan, dan penyesuaian kontras dapat digunakan untuk menciptakan variasi citra pelatihan, sehingga model lebih adaptif terhadap berbagai kondisi di lapangan.
3. Optimasi Model – Menggunakan arsitektur model yang lebih canggih, seperti EfficientNet atau ResNet, dapat meningkatkan akurasi serta ketepatan klasifikasi, sehingga model menjadi lebih optimal dalam mendeteksi penyakit daun jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Umiyasih and E. Wina, "Pengolahan dan nilai nutrisi limbah tanaman jagung sebagai pakan ternak ruminansia," *Wartazoa*, vol. 18, no. 3, pp. 127–136, 2008.
- [2] M. B. Prasetyo, R. WULANNINGRUM, and J. Sahertian, "Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Color Moments dan GLCM." Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2023.
- [3] A. M. Muchtamar, "Sistem Deteksi Pelat Nomor Kendaraan Roda Dua Berdasarkan Variabel Kecepatan." Universitas Hasanuddin, 2021.
- [4] R. Amat, J. Y. Sari, and I. P. Ningrum, "Implementasi metode local binary patterns untuk pengenalan pola huruf hiragana dan katakana pada smartphone," *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf*, vol. 15, no. 2, p. 152, 2017.
- [5] M. E. Al Rivan and S. Devella, "Pengenalan Iris Menggunakan Fitur Local Binary Pattern dan RBF Classifier," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro Dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 97–106, 2020.
- [6] S. Kusmaryanto, "Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Pengenalan Wajah Metode Ekstraksi Fitur Berbasis Tekstur," *J. EECCIS Vol*, vol. 8, no. 2, 2014.
- [7] Z. Bunyamin, R. Efendi, N. N. Andayani, and T. Serealia, "Pemanfaatan limbah jagung untuk industri pakan ternak," in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 2013.
- [8] R. A. Saputra, S. Wasiyanti, A. Supriyatna, and D. F. Saefudin, "Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Dan Arsitektur MobileNet Pada Aplikasi Deteksi Penyakit Daun Padi," *J. SWABUMI*, vol. 9, no. 2, 2021.