

KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN JAGUNG BERDASARKAN CITRA DAUN MENGUNAKAN CNN

Williams¹, Genrawan Hoendarto², Susana³

^{1,2}Informatika, ³Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Widya Dharma Pontianak
e-mail: ¹21421485_williams@widyadharma.ac.id, ²genrawan@widyadharma.ac.id, ³susana@widyadharma.ac.id

Abstract

Corn (Zea mays L.) is a strategic agricultural commodity in Indonesia, playing a vital role in food security and the economic livelihood of farmers. However, corn productivity is often threatened by the presence of pests and diseases. With advancements in artificial intelligence (AI), particularly in image processing, Convolutional Neural Networks (CNN) have emerged as a promising method for automated disease identification. This study aims to design and develop an AI-based image identification system using CNNs to detect diseases on corn leaves, including Northern Corn Leaf Blight (Helminthosporium turcicum), Southern Corn Leaf Blight (Bipolaris maydis), and Common Rust (Puccinia polysora). The methodology involves training the AI system on a dataset consisting of infected corn leaf images. The outcome of this research is expected to be an accurate, fast, and user-friendly image identification application, thereby assisting farmers in monitoring the health of their corn crops. Ultimately, the system is intended to make a positive contribution to improving productivity and ensuring the sustainability of corn farming in Indonesia.

Keywords— *Corn Leaf Disease, Image Classification, Convolutional Neural Network, Artificial intelligence*

Abstrak

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) merupakan komoditas pertanian strategis di Indonesia yang berperan penting dalam ketahanan pangan dan perekonomian petani. Namun, produktivitas jagung seringkali terganggu oleh serangan hama dan penyakit. Seiring dengan kemajuan teknologi kecerdasan buatan (AI), khususnya dalam bidang pengolahan citra, Convolutional Neural Network (CNN) menjadi metode yang potensial untuk identifikasi penyakit secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem identifikasi citra berbasis AI menggunakan CNN guna mengidentifikasi penyakit pada daun jagung, meliputi hawar daun, bercak daun, dan karat daun. Metode penelitian ini melibatkan pengembangan sistem AI yang dilatih dengan dataset citra daun jagung yang terinfeksi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan aplikasi identifikasi citra yang akurat, cepat, dan mudah digunakan, sehingga dapat membantu petani dalam memantau kesehatan tanaman jagung. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan produksi dan keberlanjutan pertanian jagung di Indonesia.

Kata kunci— *Penyakit Daun Jagung, Klasifikasi Citra, Convolutional Neural Network, Kecerdasan Buatan*

1. PENDAHULUAN

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) memegang peranan krusial sebagai komoditas pangan dan industri strategis di Indonesia. Dengan siklus hidup yang relatif singkat dan produktivitas tinggi, jagung menjadi bahan pangan pokok kedua setelah padi, serta bahan baku esensial dalam industri pakan ternak, pangan olahan, bioplastik, dan bioetanol. Produksi jagung pipilan kering di Indonesia terus menunjukkan peningkatan, mencapai 20,48 juta ton pada tahun 2024, mengindikasikan pentingnya budidaya jagung dalam mendukung ketahanan pangan dan ekonomi nasional.

Namun, budidaya jagung tidak luput dari tantangan, khususnya serangan hama dan penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil panen secara signifikan. Penyakit pada tanaman jagung seringkali disebabkan oleh patogen seperti jamur (*Helminthosporium turcicum* Pass, *Bipolaris maydis*, *Puccinia polysora*), bakteri, dan virus, serta serangan hama seperti ulat dan penggerek batang. Identifikasi dini dan akurat terhadap jenis penyakit sangat penting untuk penanganan yang efektif, namun proses ini seringkali membutuhkan keahlian khusus dan waktu yang tidak sedikit.

Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI), khususnya dalam bidang pengolahan citra dan pengenalan pola, menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan identifikasi penyakit tanaman jagung. Perkembangan jaringan saraf tiruan (*neural network*) dan *deep learning*, terutama *Convolutional Neural Network* (CNN), telah memungkinkan pengembangan sistem otomatis yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan objek dalam gambar dengan akurasi tinggi. Metode CNN secara spesifik unggul dalam mempelajari fitur kompleks pada citra, sehingga sangat cocok untuk aplikasi identifikasi penyakit berdasarkan citra daun tanaman. Beberapa

penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi *deep learning* dalam deteksi penyakit tanaman, seperti deteksi penyakit pada tanaman tomat menggunakan CNN^[1] dan klasifikasi penyakit tanaman padi^[2], meskipun fokus pada jagung dengan cakupan penyakit spesifik masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut.

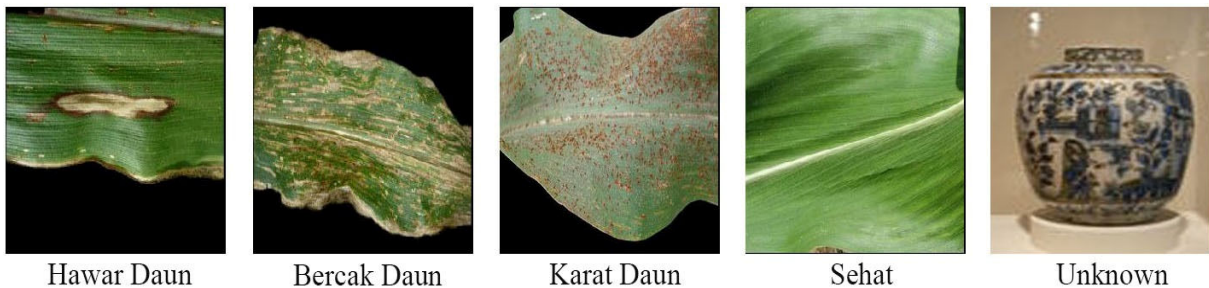
Berdasarkan permasalahan dan potensi teknologi AI yang ada, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi citra berbasis kecerdasan buatan menggunakan CNN untuk mengidentifikasi jenis penyakit pada daun tanaman jagung. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mempermudah dan mempercepat proses identifikasi penyakit, sehingga mendukung upaya pemantauan kesehatan tanaman jagung, meningkatkan efisiensi produksi, dan pada akhirnya berkontribusi terhadap keberlanjutan pertanian jagung di Indonesia. Sistem ini akan fokus pada identifikasi penyakit hawar daun, bercak daun, dan karat daun dari citra daun dengan dimensi 256x256 piksel dan tiga saluran warna RGB, menggunakan *dataset* yang diperoleh dari platform *open source* Kaggle dan GitHub.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

2.1.1 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan mengambil *dataset* citra daun jagung dari platform Kaggle dan GitHub. *Dataset* tersebut terdiri dari total 2.500 gambar yang terbagi menjadi lima kelas, yaitu daun sehat, karat daun, hawar daun, bercak daun, dan *unknown*, dengan masing-masing kelas berjumlah 500 gambar. Penambahan kelas *unknown* ini berfungsi untuk mendeteksi citra yang tidak termasuk dalam kategori penyakit yang telah dilatih. Pengambilan data ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang beragam dan terstruktur, sehingga model kecerdasan buatan dapat mengenali dan mengklasifikasikan penyakit tanaman jagung secara akurat, serta mampu mengidentifikasi gambar yang tidak termasuk dalam kategori penyakit yang telah dilatih.



Gambar 1. Sampel Dataset Setiap Kelas

2.1.2 Teknik Analisis Sistem

Dalam penelitian ini, *Unified Modeling Language* (UML) digunakan sebagai teknik analisis sistem. Dengan pendekatan berorientasi objek ini, peneliti dapat memperoleh pemahaman mendalam mengenai proses kerja sistem klasifikasi citra untuk identifikasi penyakit tanaman jagung, sehingga dapat dijadikan acuan utama dalam perancangan dan pengembangan sistem tersebut.

2.1.3 Aplikasi Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini, perancangan sistem melibatkan penggunaan Google Colab untuk pembuatan model dan Visual Studio Code untuk membuat tampilan sistem. Google Colab dipilih karena kemampuannya dalam memfasilitasi pembuatan model kecerdasan buatan, sementara Visual Studio Code digunakan untuk merancang antarmuka pengguna, memastikan sistem dapat berinteraksi dengan baik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Deep Learning

Deep learning merupakan cabang dari machine learning yang dikembangkan dengan menggunakan struktur jaringan syaraf tiruan yang lebih kompleks dan terdiri dari banyak layer. Setiap layer dalam deep learning memproses informasi secara bertingkat, di mana layer awal mengekstraksi fitur yang sederhana, sedangkan layer selanjutnya membentuk representasi fitur yang lebih kompleks. Pendekatan ini memungkinkan deep learning menghasilkan prediksi yang lebih presisi dan akurat dibandingkan metode pembelajaran tradisional lainnya^{[3],[4]}.

2.2.2 Pemrosesan Gambar

Berdasarkan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa pemrosesan citra merupakan metode yang digunakan untuk memproses, menganalisis, dan memanipulasi gambar digital dua dimensi. Pemrosesan citra berperan dalam mengubah citra menjadi bentuk yang lebih sederhana atau terstruktur untuk keperluan tertentu, seperti ekstraksi informasi, penyederhanaan visual, maupun sebagai tahap awal dalam sistem berbasis citra^{[5],[6]}.

2.2.3 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan suatu bidang dalam ilmu komputer yang bertujuan untuk mengembangkan sistem atau mesin yang mampu meniru kecerdasan manusia. AI bekerja dengan mensimulasikan proses berpikir manusia ke dalam sistem komputer, sehingga dapat melakukan berbagai tugas secara otomatis dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi^{[7],[8]}.

2.2.4 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan tahap penting dalam *data mining* yang berfungsi untuk mengelompokkan data ke dalam kelas atau kategori berdasarkan fitur atau atribut spesifik. Proses ini krusial karena membantu menyusun data secara sistematis, sehingga memudahkan analisis lebih lanjut dan mendukung pengambilan keputusan yang tepat^{[9],[10]}.

2.2.5 Sistem

Sistem merupakan kumpulan komponen atau elemen yang saling berhubungan dan bekerja secara bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Komponen dalam sistem dapat bersifat fisik maupun non-fisik, dan setiap bagian memiliki peran dalam mendukung kelancaran fungsi sistem secara keseluruhan agar berjalan secara harmonis dan efisien^{[11],[12]}.

2.2.6 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan algoritma *deep learning* berbasis *neural network* tipe propagasi maju yang memiliki kemampuan untuk menggeneralisasi informasi lokal serta mengakomodasi universalitas posisi. Dikembangkan sebagai perluasan dari *Multi-Layer Perceptron* (MLP), CNN dirancang khusus untuk mengolah data dua dimensi sehingga efektif dalam pengenalan pola dan pengolahan citra^{[7],[13]}.

2.2.7 Neural Network

Network merupakan metode pembelajaran mesin yang meniru struktur dan cara kerja sistem saraf otak manusia melalui serangkaian lapisan yang saling terhubung. Setiap lapisan mengelola nilai bobot dan bias secara otomatis, yang memungkinkan model ini untuk memproses data dan menyelesaikan masalah kompleks secara efisien. Dengan demikian, Neural Network berperan penting dalam memodelkan serta menyelesaikan berbagai permasalahan dalam bidang ilmu komputer dan statistik melalui pendekatan komputasi yang adaptif dan terintegrasi^{[14],[15]}.

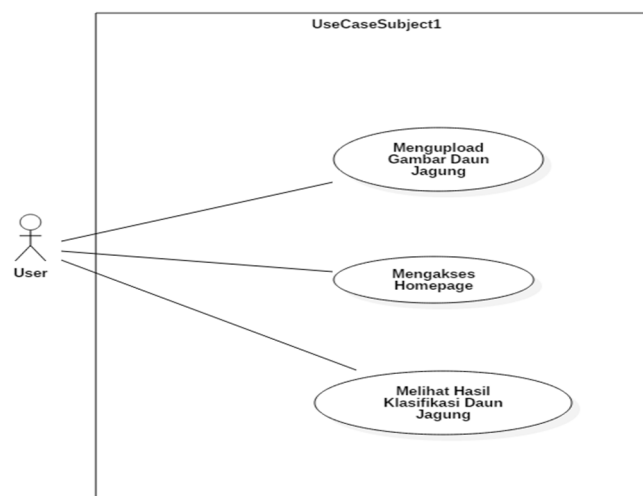
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Unified Modeling Language (UML) Pada Aplikasi Klasifikasi Penyakit Daun Jagung

Unified Modeling Language (UML) digunakan dalam aplikasi klasifikasi penyakit tanaman jagung berbasis *website* untuk memodelkan interaksi pengguna serta alur aktivitas sistem secara visual. Diagram *use case* digunakan untuk menggambarkan fungsi utama yang dapat dilakukan oleh pengguna, seperti mengakses *homepage*, mengunggah gambar daun jagung, dan melihat hasil klasifikasi penyakit. Sementara itu, *activity diagram* digunakan untuk menjelaskan urutan aktivitas dari awal hingga akhir dalam proses penggunaan aplikasi, mulai dari pengguna mengakses halaman utama, mengupload gambar daun jagung, hingga sistem memproses dan menampilkan hasil klasifikasi. Dengan visualisasi ini, setiap alur kerja dalam sistem menjadi lebih mudah dipahami dan dianalisis.

3.1.1 Diagram Use Case

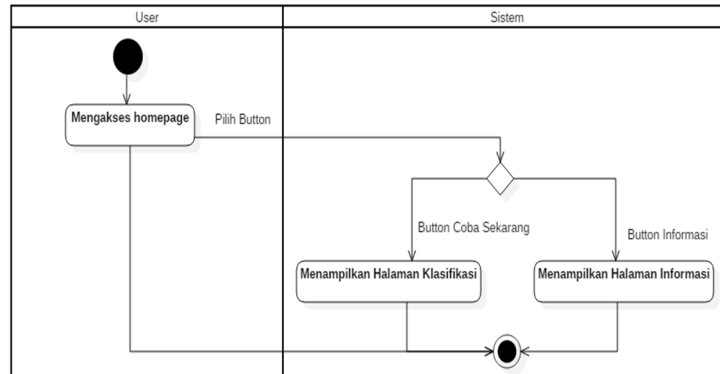
Use case diagram menggambarkan hubungan interaksi antara aktor, yaitu pengguna, dengan sistem klasifikasi penyakit daun jagung. Dalam diagram ini terdapat tiga aktivitas utama yang dapat dilakukan pengguna. Pertama, pengguna dapat mengakses halaman utama yang merupakan tampilan awal aplikasi dan menjadi pintu masuk menuju fitur-fitur lainnya. Kedua, pengguna memiliki kemampuan untuk mengunggah gambar daun jagung pada halaman klasifikasi, yang kemudian akan diproses oleh sistem untuk mendeteksi jenis penyakit yang mungkin terdapat pada daun tersebut. Ketiga, pengguna dapat melihat hasil klasifikasi yang telah dihasilkan oleh sistem. Masing-masing aktivitas dalam diagram digambarkan dalam bentuk oval dan terhubung langsung dengan aktor pengguna melalui garis asosiasi, yang menunjukkan adanya interaksi langsung antara pengguna dan sistem.



Gambar 2. Use case Diagram Deteksi Citra

3.1.2 Diagram Activity Homepage

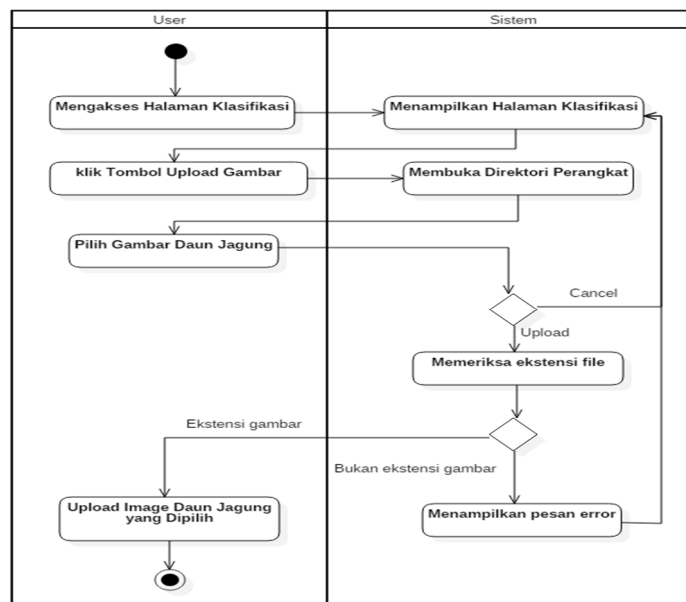
Activity diagram homepage menggambarkan alur kerja pengguna saat mengakses halaman utama (*homepage*) aplikasi hingga memilih navigasi selanjutnya. Setelah pengguna berhasil mengakses *homepage*, sistem memberikan dua opsi interaksi berupa tombol “Coba Sekarang” dan “Informasi”. Ketika pengguna memilih salah satu tombol tersebut, sistem akan menanggapi berdasarkan pilihan yang dipilih. Jika tombol “Coba Sekarang” diklik, maka sistem akan menampilkan halaman klasifikasi yang memungkinkan pengguna untuk melakukan proses klasifikasi citra daun jagung. Sebaliknya, pengguna klik tombol “Informasi”, maka sistem akan mengarahkan ke halaman informasi yang berisi informasi mengenai penyakit daun jagung. Proses berakhir setelah sistem menampilkan halaman sesuai pilihan pengguna.



Gambar 3. Diagram Activity Homepage

3.1.3 Diagram Activity Upload Gambar

Activity diagram pada Gambar 4 menjelaskan alur kerja pengguna dalam proses *upload* gambar daun jagung untuk keperluan klasifikasi. Proses dimulai ketika pengguna mengakses halaman klasifikasi, yang kemudian akan ditanggapi oleh sistem dengan menampilkan halaman tersebut. Selanjutnya, pengguna klik tombol “Upload Gambar”, sehingga sistem membuka direktori perangkat untuk memungkinkan pemilihan gambar. Pada tahap ini, pengguna diminta untuk memilih gambar daun jagung yang diinginkan. Pengguna klik tombol *cancel*, maka proses akan berhenti dan menampilkan halaman klasifikasi. Jika pengguna berhasil memilih gambar, sistem akan melanjutkan dengan memeriksa ekstensi dari *file* yang diunggah. Apabila ekstensi tidak sesuai, sistem akan menampilkan pesan kesalahan. Sebaliknya, jika ekstensi *file* sesuai, maka sistem akan mengunggah gambar daun jagung yang telah dipilih tersebut. Proses ini berakhir setelah gambar berhasil diunggah ke dalam sistem untuk kemudian dapat diklasifikasikan.

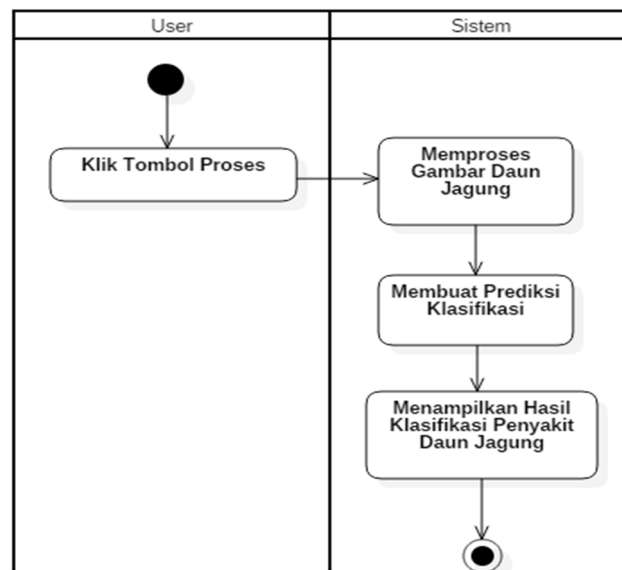


Gambar 4. Diagram Activity Upload Gambar

3.1.4 Diagram Activity Proses Gambar

Diagram activity proses gambar menggambarkan alur proses klasifikasi gambar daun jagung setelah pengguna klik tombol “Proses”. Setelah tombol diklik, sistem mulai bekerja dengan memproses gambar daun jagung yang telah diunggah sebelumnya. Proses ini mencakup ekstraksi fitur visual dari gambar untuk dianalisis oleh model klasifikasi. Selanjutnya, sistem membuat prediksi klasifikasi berdasarkan model yang telah dilatih, guna mengidentifikasi jenis penyakit yang mungkin terdapat pada daun jagung tersebut. Setelah prediksi selesai

dilakukan, sistem menampilkan hasil klasifikasi kepada pengguna berupa informasi penyakit daun jagung yang terdeteksi. Proses ini menjadi tahap akhir dari sistem klasifikasi citra daun jagung.

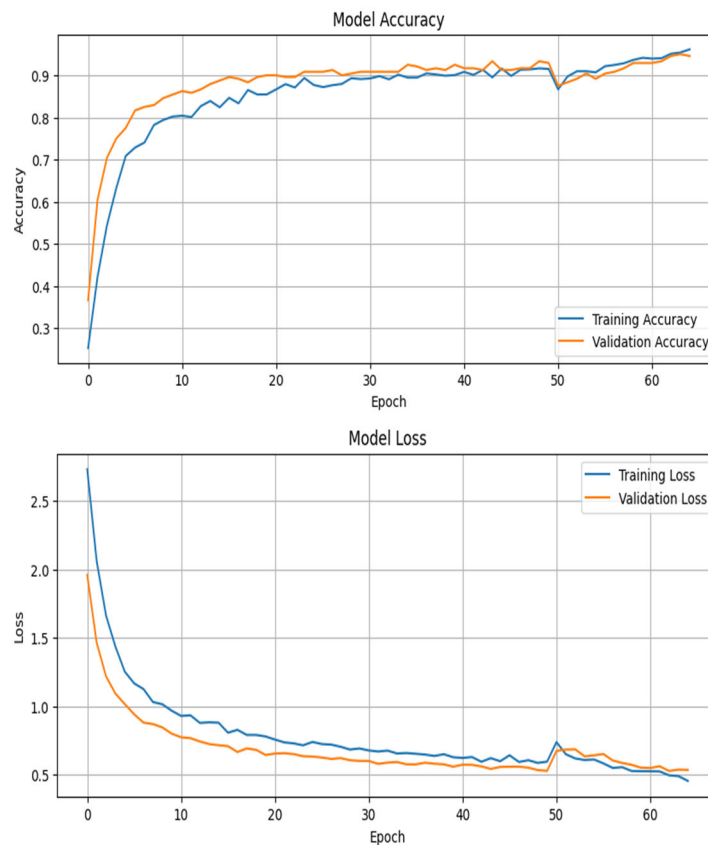


Gambar 5. Diagram Activity Proses Gambar

3.2 Analisa Hasil dan Pengujian

Evaluasi model dilakukan secara bertahap, dimulai dengan pengujian terhadap *dataset* validasi selama fase pelatihan, dilanjutkan dengan *dataset* pengujian yang belum pernah dilihat model sebelumnya. Proses ini melibatkan penggunaan beberapa indikator evaluasi kinerja seperti akurasi untuk mengukur ketepatan prediksi dan nilai *loss* untuk mengindikasikan tingkat kesalahan model. Selain itu, *confusion matrix* digunakan untuk analisis mendalam terhadap hasil klasifikasi. Terakhir, klasifikasi gambar akan melalui pengujian *black box* untuk memastikan fungsionalitasnya berjalan sesuai harapan.

3.2.1 Grafik Evaluasi Akurasi dan Loss Pelatihan dan Validasi terhadap Epoch



Gambar 6. Grafik Evaluasi Akurasi dan Loss Pelatihan dan Validasi terhadap Epoch

Gambar 6 menyajikan visualisasi performa model selama proses pelatihan melalui dua metrik utama, yaitu akurasi dan *loss*, baik pada data pelatihan maupun data validasi. Kurva akurasi menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring bertambahnya epoch, di mana akurasi pelatihan meningkat dari 20,32 persen pada epoch 1 menjadi 91,75 persen pada epoch 50, sementara akurasi validasi meningkat dari 36,67 persen menjadi 92,92 persen pada epoch yang sama. Peningkatan ini menunjukkan bahwa model berhasil mengenali pola pada data pelatihan sekaligus memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data baru. Puncak akurasi validasi tercapai pada epoch 64 dengan nilai sebesar 95,00 persen, mengindikasikan performa klasifikasi yang sangat baik. Sejalan dengan itu, nilai *loss* pada kedua kurva juga menunjukkan tren penurunan yang konsisten selama pelatihan. *Training loss* menurun dari 3.0074 pada epoch 1 menjadi 0.5944 pada epoch 50, sementara *validation loss* menurun dari 1.9582 menjadi 0.5268 pada epoch yang sama. Setelah fase awal pelatihan, dimulainya tahap *fine tuning* pada sekitar epoch 50 menyebabkan lonjakan sementara pada nilai *loss* dan penurunan akurasi akibat penyesuaian bobot lapisan-lapisan base model yang diaktifkan kembali. Namun, model segera beradaptasi, dan performa kembali meningkat hingga *validation loss* mencapai nilai minimum sebesar 0.5262 pada epoch 63. Jarak yang sempit antara kurva akurasi dan *loss* pada data pelatihan dan validasi menandakan konvergensi yang baik serta stabilitas model, yang menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang optimal terhadap data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

3.2.2 Confusion Matrix terhadap Data Validasi dan Test

Gambar 7 menunjukkan *confusion matrix* untuk data validasi dan data uji yang digunakan dalam evaluasi kinerja model klasifikasi terhadap lima kelas, yaitu *unknown*, bercak daun, hawar daun, karat daun, dan sehat, dengan masing-masing kelas terdiri dari 50 sampel. Pada data validasi, model menunjukkan performa sempurna untuk kelas *unknown*, karat daun, dan sehat dengan akurasi 100 persen, sementara pada kelas bercak daun, sebanyak 47 sampel berhasil diklasifikasikan dengan benar, sedangkan 3 lainnya salah diklasifikasikan sebagai hawar daun. Pada kelas hawar daun, 41 sampel berhasil diklasifikasikan dengan benar, sementara 7 sampel diklasifikasikan secara keliru sebagai bercak daun dan 2 lainnya sebagai karat daun. Pada data uji, kinerja model secara umum mengalami peningkatan kelas *unknown*, bercak daun, dan sehat berhasil diklasifikasikan secara sempurna, kelas hawar daun menunjukkan perbaikan dengan 42 prediksi benar, meskipun masih terdapat 7 sampel yang diklasifikasikan secara keliru sebagai bercak daun dan 1 sebagai karat daun sementara pada kelas karat daun, terjadi sedikit penurunan akurasi dengan 48 prediksi benar dan 2 sampel yang diklasifikasikan secara keliru sebagai hawar daun.



Gambar 7. Confusion Matrix terhadap Data Validasi dan Test

3.2.4 Hasil Training Model pada Data Validasi

Tabel 1. Hasil Training Model pada Data Validasi

Loss	Accuracy(%)	Precision(%)	Recall(%)	F1-Score(%)
0.4494	97.60	97.71	97.60	97.60

Tabel 1 menyajikan hasil evaluasi model menggunakan data validasi. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa model menghasilkan nilai *loss* sebesar 0,4494 dan mencapai tingkat akurasi sebesar 97,60 persen. Selain itu, nilai *precision* tercatat sebesar 97,71 persen, sedangkan *recall* dan *F1-Score* masing-masing sebesar 97,60 persen. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang sangat baik dalam mengklasifikasikan data validasi secara konsisten dan akurat.

3.2.5 Hasil Training Model pada Data Test

Tabel 2. Hasil Training Model pada Data Test

Loss	Accuracy(%)	Precision(%)	Recall(%)	F1-Score(%)
0.4420	97.60	97.86	97.60	97.59

Tabel 2 menyajikan hasil evaluasi model menggunakan data uji. Dari tabel tersebut, tampak bahwa model menghasilkan nilai *loss* sebesar 0,4420 dan mencapai tingkat akurasi sebesar 97,60 persen. Selain itu, *precision* tercatat sebesar 97,86 persen, *recall* sebesar 97,60 persen, dan *F1-Score* sebesar 97,59 persen. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang sangat baik dan konsisten dalam mengklasifikasikan data pada tahap pengujian.

3.2.6 Hasil Training Model untuk Persentase Setiap Kelas

Pada Tabel 3, disajikan hasil evaluasi model untuk persentase setiap kelas berdasarkan data latih dan validasi, yang menunjukkan adanya variasi performa antar kelas. Terlihat bahwa kelas bercak daun, karat daun, sehat, dan *unknown* menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. Secara spesifik, kelas ‘sehat’ dan ‘*unknown*’ mencapai akurasi 100 persen pada fase pelatihan dan validasi dengan nilai *loss* pelatihan 0,3545 dan 0,3535, serta *loss* validasi 0,3532 dan 0,3521, menjadikannya kelas dengan *loss* terendah. Sementara itu, kelas bercak daun dan karat daun juga mencatat akurasi pelatihan tinggi sebesar 99,25 persen. Kelas bercak daun memiliki akurasi validasi 98 persen (*loss* pelatihan 0,3917, *loss* validasi 0,4022), sedangkan karat daun mencapai akurasi validasi 100 persen (*loss* pelatihan 0,3736, *loss* validasi 0,3526). Di sisi lain, kelas hawar daun menunjukkan performa yang relatif lebih rendah dibandingkan kelas lainnya, dengan akurasi pelatihan 92 persen dan akurasi validasi 90 persen. Nilai *loss* untuk kelas ini juga lebih tinggi, yaitu 0,5938 pada pelatihan dan 0,7867 pada validasi. Meskipun demikian, secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam mempelajari pola dan mengklasifikasikan data, baik pada fase pelatihan maupun validasi, untuk mayoritas kelas penyakit tanaman yang ada.

Tabel 3. Hasil Training Model untuk Persentase Setiap Kelas

Kelas	Train Accuracy(%)	Train Loss	Validation Accuracy(%)	Validation Loss
Bercak Daun	99.25	0.3917	98.00	0.4022
Karat Daun	99.25	0.3736	100.00	0.3526
Hawar Daun	92.00	0.5938	90.00	0.7867
Sehat	100.00	0.3545	100.00	0.3532
Unknown	100.00	0.3535	100.00	0.3521

3.3 Tampilan Sistem


Sistem klasifikasi daun jagung ini didesain dengan antarmuka yang responsif dan mudah dipahami, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lancar. Pada Gambar 8 yang menunjukkan *homepage* sistem, pengguna disambut dengan judul “Klasifikasi Daun Jagung Secara Otomatis” serta pilihan untuk memulai proses dengan tombol “Coba Sekarang” atau memperoleh informasi dasar mengenai penyakit daun jagung melalui tombol “Informasi”. Desain yang bersih dan ilustrasi jagung yang ditampilkan bertujuan untuk mengkomunikasikan secara visual bahwa sistem ini merupakan klasifikasi penyakit daun jagung.




Gambar 8. Tampilan Antarmuka Homepage

Sistem ini menyediakan halaman “Informasi”, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Halaman ini berisi informasi dasar mengenai berbagai jenis penyakit daun jagung, mencakup deskripsi dan contoh citra daun terinfeksi untuk penyakit seperti hawar daun, karat daun, dan bercak daun.


Jenis Penyakit



Hawar Daun
[Pelajari lebih lanjut](#)




Karat Daun
[Pelajari lebih lanjut](#)



Bercak Daun
[Pelajari lebih lanjut](#)


Karat Daun

Penyakit Karat Daun (Southern Rust) pada tanaman jagung disebabkan oleh jamur *Puccinia polysora* dan berpotensi mengakibatkan kehilangan produksi biji jagung hingga 45-50%. Gejala penyakit ini ditandai dengan kemunculan bercak-bercak kecil berbentuk bulat hingga oval (uredinia) pada permukaan atas dan bawah daun. Uredinia ini menghasilkan uredospora yang berbentuk bulat atau oval dan berperan sebagai sumber inokulum utama yang penyebarannya melalui angin, memungkinkan infeksi pada tanaman jagung lain. Penyakit karat dapat berkembang baik di dataran rendah maupun tinggi, serta aktif pada musim hujan atau musim kemarau. Upaya pengendaliannya meliputi penanaman varietas jagung yang resisten, seperti Lamuru, Sukmaraga, Palakka, Bima-1, dan Semar-10; pemusnahan seluruh bagian tanaman yang terinfeksi hingga ke akarnya (eradikasi), termasuk gulma di sekitar area tanam; serta aplikasi fungisida berbahan aktif benomil.




Karat Daun

Penyakit Karat Daun (Southern Rust) pada tanaman jagung disebabkan oleh jamur *Puccinia polysora* dan berpotensi mengakibatkan kehilangan produksi biji jagung hingga 45-50%. Gejala penyakit ini ditandai dengan kemunculan bercak-bercak kecil berbentuk bulat hingga oval (uredinia) pada permukaan atas dan bawah daun. Uredinia ini menghasilkan uredospora yang berbentuk bulat atau oval dan berperan sebagai sumber inokulum utama yang penyebarannya melalui angin, memungkinkan infeksi pada tanaman jagung lain. Penyakit karat dapat berkembang baik di dataran rendah maupun tinggi, serta aktif pada musim hujan atau musim kemarau. Upaya pengendaliannya meliputi penanaman varietas jagung yang resisten, seperti Lamuru, Sukmaraga, Palakka, Bima-1, dan Semar-10; pemusnahan seluruh bagian tanaman yang terinfeksi hingga ke akarnya (eradikasi), termasuk gulma di sekitar area tanam; serta aplikasi fungisida berbahan aktif benomil.



Bercak Daun

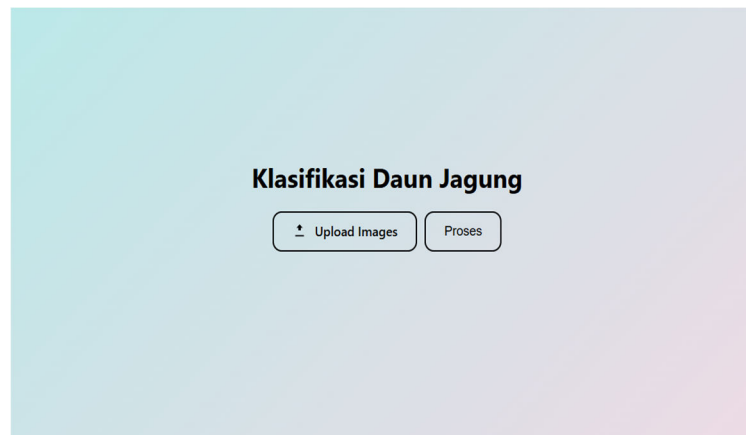
Penyakit Bercak Daun (Southern Leaf Blight) pada tanaman jagung disebabkan oleh jamur *Bipolaris maydis* (Syn.). Gejala klinis penyakit ini ditandai dengan kemunculan bercak berwarna cokelat kemerahan atau hijau kekuningan yang berbentuk kumparan pada daun; bercak tersebut kemudian dapat menyebar ke bagian batang, pelepah, hingga tongkol dan biji. Dampak negatif dari infeksi penyakit ini cukup signifikan, meliputi kelayuan dan kematian pada tanaman muda, pembusukan serta keguguran tongkol yang terinfeksi, serta biji yang diselubungi miselium jamur sehingga kualitas dan kuantitas hasil panen menurun drastis. Upaya pengendalian penyakit ini dapat dilakukan melalui penanaman varietas jagung yang resisten, seperti Bima-1 atau SriKandi Kuning-1; eradikasi atau pemusnahan seluruh bagian tanaman yang terinfeksi; serta aplikasi fungisida dengan bahan aktif mancozeb atau karbendazim.



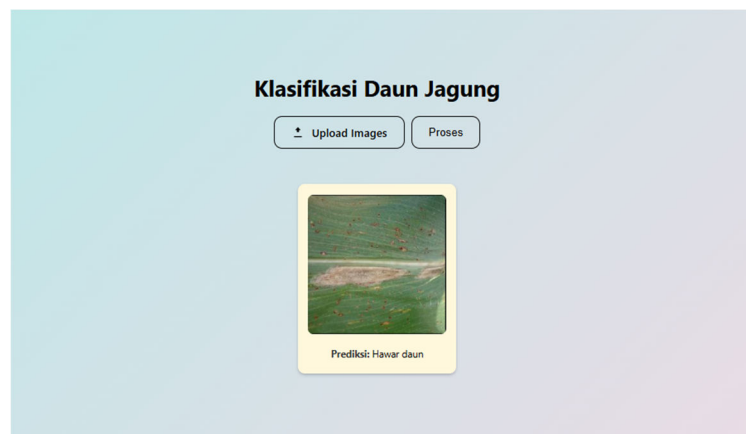
Gambar 9. Tampilan Antarmuka Halaman Informasi

Setelah memilih tombol “Coba Sekarang”, pengguna akan diarahkan ke halaman klasifikasi, yang

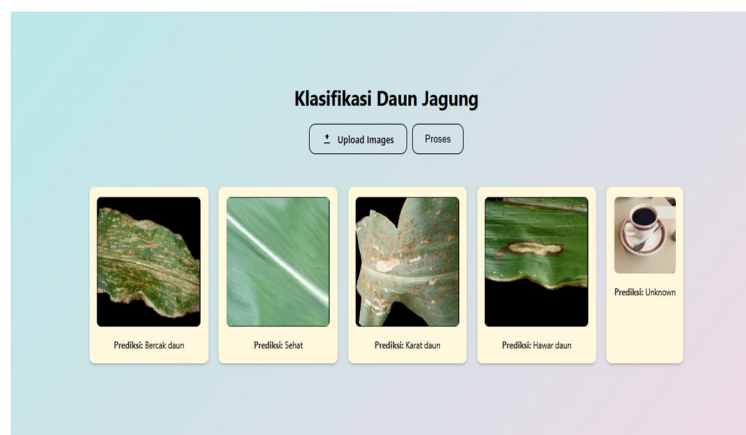
tampilannya ditunjukkan pada Gambar 10. Pada halaman ini, pengguna dapat mengunggah citra daun jagung melalui tombol “Upload Images” dan memulai analisis dengan menekan tombol “Proses”. Sistem kemudian akan menampilkan hasil prediksi untuk citra yang diunggah. Tampilan hasil ini mencakup output untuk satu citra, seperti yang tertera pada Gambar 11, dan untuk beberapa citra sekaligus, sebagaimana disajikan pada Gambar 12.



Gambar 10. Tampilan Antarmuka Halaman Klasifikasi



Gambar 11. Tampilan Antarmuka Output Satu Gambar



Gambar 12. Tampilan Antarmuka Output Proses Lebih Dari Satu Gambar

3.4 Pengujian Black Box terhadap Sistem Klasifikasi Penyakit Pada Daun Jagung

Pengujian *black box* adalah salah satu cara yang umum dipakai dalam pengujian perangkat lunak. Metode ini berfokus pada bagaimana sebuah sistem berfungsi dari luar, tanpa perlu melihat detail pembuatan atau kode di dalamnya. Dalam pengujian perangkat lunak, istilah *black box* berarti pengujian dilakukan tanpa pengetahuan mendalam tentang bagaimana sistem tersebut bekerja di balik layarnya. Untuk sistem klasifikasi penyakit pada daun jagung ini seperti pada Tabel 4, pengujian *black box* dilakukan dengan tujuan untuk menguji dan menilai seluruh fungsionalitasnya. Proses pengujian ini melibatkan penggunaan berbagai jenis gambar daun jagung sebagai data masukan. Kemudian, *respons* sistem dalam mengelompokkan jenis penyakit daun jagung akan diamati, serta dikenali batasan-batasan sistem dan kemampuannya dalam mengatasi kesalahan.

Tabel 4. Tabel Pengujian Black Box Sistem Klasifikasi penyakit Pada Daun Jagung

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Upload satu gambar	Pengujian fungsional dasar	Gambar berhasil diupload dan menampilkan pratinjau.	Sesuai Harapan	Valid
2	Upload lebih dari satu gambar	Pengujian fungsional dasar	Gambar berhasil diupload dan menampilkan pratinjau.	Sesuai Harapan	Valid
3	Proses satu gambar daun jagung	Pengujian fungsional dasar	Gambar berhasil di klasifikasikan ke kelas yang sesuai.	Sesuai Harapan	Valid
4	Proses lebih dari satu daun jagung	Pengujian fungsional dasar	Gambar berhasil di klasifikasikan ke kelas yang sesuai.	Sesuai Harapan	Valid
4	Upload dan proses gambar yang bukan daun jagung	Pengujian sistem terhadap input external	Sistem menampilkan hasil klasifikasi “Unknown”.	Sesuai Harapan	Valid
5	Tekan proses tapi tidak mengupload gambar	Pengujian fungsional dasar	Sitem tidak menampilkan output apa pun	Sesuai Harapan	Valid
6	Tekan button “Informasi” pada homepage	Pengujian fungsional dasar	Sistem menampilkan halaman informasi	Sesuai Harapan	Valid
7	Tekan button “Coba sekarang” pada homepage	Pengujian fungsional dasar	Sistem menampilkan halaman Klasifikasi	Sesuai Harapan	Valid
8	Tekan “lebih lanjut” pada halaman Informasi	Pengujian fungsional dasar	Sistem mengarahkan fokus ke detail informasi dari suatu kelas	Sesuai Harapan	Valid

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

- Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem klasifikasi citra berbasis kecerdasan buatan, khususnya dengan menggunakan arsitektur *convolutional neural network*, untuk mengidentifikasi penyakit pada daun tanaman jagung. Sistem ini mampu mengklasifikasikan citra ke dalam empat kelas utama, yaitu hawar daun, bercak daun, karat daun, dan daun sehat, serta satu kelas tambahan, yaitu *unknown*. Evaluasi performa sistem menunjukkan hasil yang tinggi berdasarkan metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.
- Penambahan kelas *unknown* dengan pendekatan *Out of Distribution* (OOD) terbukti efektif dalam mengenali apakah sebuah gambar merupakan citra daun jagung atau bukan. Dengan adanya kelas ini, sistem dapat membedakan antara gambar daun jagung dan gambar lain di luar kategori tersebut.
- Input yang direkomendasikan untuk diklasifikasikan oleh sistem adalah citra daun jagung yang memiliki tiga saluran warna (RGB).
- Akurasi yang dihasilkan model klasifikasi pada citra daun jagung dengan menggunakan data validasi atau data yang belum pernah dilihat oleh model adalah sebesar 95,20 persen.

5. SARAN

Sebagai saran untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa hal yang dapat dipertimbangkan :

- Eksansi Data**
Memperluas *dataset* dengan menyertakan variasi citra daun jagung yang lebih luas, yang merepresentasikan berbagai kondisi dan jenis penyakit daun jagung, merupakan langkah krusial. Perluasan ini berpotensi meningkatkan kemampuan sistem dalam mengenali pola-pola yang lebih kompleks serta mengoptimalkan performa keseluruhannya.
- Integrasi dengan Drone dan Deteksi Real Time**
Sebagai pengembangan lebih lanjut, sistem klasifikasi penyakit daun jagung ini dapat diintegrasikan dengan perangkat *drone*. Integrasi ini akan memungkinkan sistem untuk melakukan klasifikasi secara *real-time* saat *drone* memindai area ladang jagung. Dengan kemampuan deteksi *real-time* pada skala yang lebih luas, identifikasi penyakit di satu ladang jagung dapat dilakukan dengan jauh lebih cepat dan efisien.

c. Eksplorasi Arsitektur Model Lain

Selain ResNet50V2, pengujian terhadap arsitektur *deep learning* lainnya seperti EfficientNet, DenseNet, atau MobileNet dapat dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat model yang memberikan akurasi lebih tinggi dengan kompleksitas lebih rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soekarta, R., Nurdjan, N., dan Syah, A., (2023), *Klasifikasi Penyakit Tanaman Tomat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)*, *Insect (Informatics Secur. J. Tek. Inform.)*, no. 2, vol. 8, hal. 143–151.
- [2] Oktaviana, U. N., Hendrawan, R., Annas, A. D. K., dan Wicaksono, G. W., (2021), *Klasifikasi Penyakit Padi berdasarkan Citra Daun Menggunakan Model Terlatih Resnet101*, *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, no. 6, vol. 5, hal. 1216–1222.
- [3] Horhoruw, L. F. M., Pratama, A., Asri, Y., dan Noviyanti, (2024), *Eksplorasi Machine Learning dengan Scikit-Learn Strategi Belajar Machine Learning*, Uwais Inspirasi Indonesia, Ponorogo.
- [4] Setiawan, W., (2021), *Deep Learning menggunakan Convolutional Neural Network*, Media Nusa Creative, Malang.
- [5] Cahyaningtyas, C., Mira, Gudiato, C., Sari, M., dan Noviyanti, (2025), *Computer Vision untuk Pemula: Deteksi dan Analisis Ekspresi Wajah dengan CNN*, Bukel, Ponorogo.
- [6] Siregar, A. C., Poetro, B. S. W., Octariadi, B. C., Robet, R., dan Sucipto, S., (2025), *Buku Ajar Pengolahan Citra Digital*, Green Pustaka Indonesia, Bantul.
- [7] Dawis, A. M., et al., (2022), *Artificial Intelligence: Konsep Dasar Dan Kajian Praktis*, CV. Tohar Media, Makassar.
- [8] Putra, R. R., Isa, I. G. T., dan Malyan, A. B. J., (2023), *Buku Ajar Pengantar Deep Learning dalam Pemrosesan Citra*, Nasya Expanding Management, Pekalongan.
- [9] Nasution, Lestari, A., dan Fatonah, N. S., (2023), *Klasifikasi Kondisi Peralatan Elektronik Metode Gaussian Native Bayes*, Penerbit Buku Pedia, Bandung.
- [10] Saptadi, et al., (2024), *Data Mining*, Cendikia Mulia Mandiri, Batam.
- [11] Aprilian, L. V., dan Saputra, M. H. K., (2020), *Belajar cepat metode SAW*, Kreatif Industri Nusantara.
- [12] Prehanto, D. R., (2020), *Buku Ajar Konsep Sistem Informasi*, Scopindo Media Pustaka, Surabaya.
- [13] Harani, N. H., dan Hasanah, M., (2020), *Deteksi Objek dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Berbasis Python*, Kreatif Industri Nusantara, Bandung.
- [14] Ohyver, D. A., Sa'dianoor, S., Junaidi, S., dan Adawiyah, R., (2024), *Buku Ajar Kecerdasan Buatan*, PT. Sonpedia Publishing Indonesia, Jambi.
- [15] Sanjaya, M., (2024), *Deep Learning Convolutional Neural Networks: Pemrograman Python + Arduino serta Aplikasi pada Komputer Vision, Speech Recognition, dan Mobile Robot*, Bolabot, Bandung.