

KLASIFIKASI PENYAKIT PADA DAUN TANAMAN CABAI DENGAN PENDEKATAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

Ninis Putri Arafa, Siti Rahma Basri, Ratnasari, Rizal Adi Saputra

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tridharma, Andonuhu, Kec. Kambu, Kota Kendari, Indonesia
ninisputriarafa@gmail.com

ABSTRAK

Tanaman cabai merupakan tanaman yang memiliki potensi ekonomi besar di Indonesia. Meskipun demikian, produksi cabai mengalami penurunan dari tahun ke tahun, salah satunya disebabkan oleh dampak penyakit. Dengan mengamati kondisi tanaman cabai, kita dapat melihat perubahan yang terjadi pada daun dari tanaman cabai. Deteksi penyakit daun cabai diperlukan untuk meminimalkan risiko gagal panen pada tanaman cabai dan sebagai langkah pengendalian strategis. Jumlah spesies penyakit yang terdapat pada tanaman cabai sangat tinggi, dan kurangnya pengetahuan tentang gejala penyakit membuat petani sulit mengidentifikasi jenis penyakit yang menyerang mereka. Oleh karena itu diperlukan sistem yang mampu mendeteksi penyakit daun cabai. Metode Artificial Neural Network (ANN) untuk mengklasifikasi penyakit pada daun tanaman cabai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model klasifikasi penyakit daun cabai dengan menggunakan pendekatan Artificial Neural Network (ANN). Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data gambar daun cabai yang terserang penyakit, *preprocessing* data, pelatihan model ANN, dan evaluasi kinerja model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ANN yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan penyakit daun tanaman cabai dengan akurasi sebesar 93%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pendekatan ANN efektif dalam mengklasifikasikan penyakit daun cabai dan dapat berfungsi sebagai alat bagi petani untuk mendeteksi dan mengendalikan penyakit tanaman secara lebih efisien.

Kata kunci : *ann, klasifikasi penyakit, tanaman cabai*

1. PENDAHULUAN

Cabai merupakan produk pertanian yang bernilai ekonomi tinggi dan permintaannya terus meningkat. Namun produksi cabai seringkali terhambat oleh berbagai penyakit yang menyerang daun tanaman, seperti yellowish, bercak daun, dan leaf curl. Penyakit-penyakit ini dapat menurunkan kualitas dan kuantitas tanaman, sehingga mempengaruhi kesejahteraan petani dan pasokan pasar. Oleh karena itu, identifikasi dan klasifikasi penyakit daun cabai merupakan langkah penting dalam pengendalian dan pengelolaan penyakit tanaman[1].

Berdasarkan data terakhir, luas tanam cabai sekitar 165.000 hektar dan merupakan yang terluas dibandingkan sayuran lainnya. Namun rata-rata produksi cabai nasional hanya mencapai 5,5 ton/ha (BPS 2000), masih jauh di bawah potensi hasil yang sebesar 12-20 ton/ha. Salah satu kendala yang menyebabkan rendahnya produksi adalah penyakit yang dapat menyerang tanaman sejak masa tanam hingga panen. Penyakit cabai berkaitan erat dengan patogen. Kata patogen berarti sesuatu yang menyebabkan penderitaan pada tanaman[2]. Oleh karena itu, patogen atau penyebabnya tidak selalu merupakan makhluk hidup (living patogen), tetapi juga benda yang tidak hidup (inanimate patogen), misalnya virus, makanan, air atau penyebab lainnya. Gejala penyakit pada daun cabai dapat berupa perubahan warna daun secara dini, warna daun tidak merata, dan bercak daun. Namun karena gejala awal yang relatif sama dan tanaman cabai juga mempunyai variasi penyakit yang luas, petani tidak dapat

menentukan jenis penyakit apa yang menyerang cabai[3]. Sehingga diperlukan suatu sistem deteksi penyakit yang memungkinkan petani dapat mengidentifikasi jenis penyakit dengan tepat dan cepat meskipun tanpa pengetahuan khusus. dengan metode klasifikasi menggunakan algoritma jaringan saraf tiruan (ANN). ANN adalah jenis model pembelajaran mesin yang dapat mengidentifikasi pola kompleks dalam data dan sangat efektif dalam tugas klasifikasi gambar. Oleh karena itu, ANN dipilih sebagai metode klasifikasi deteksi penyakit pada daun cabai[4].

Banyak penelitian terkait telah dilakukan untuk mengembangkan metode deteksi penyakit tanaman menggunakan teknologi kecerdasan buatan. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan atau pendekatan Artificial Neural Network (ANN). Untuk mengklasifikasi gambar daun tanaman. Misalnya, beberapa penelitian telah berhasil menerapkan ANN untuk mendeteksi penyakit daun pada tomat, padi, dan anggur dengan tingkat akurasi yang bervariasi[4][5]. Namun, penerapan ANN khusus untuk klasifikasi penyakit daun cabai relatif terbatas, dan diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan kinerja model dalam kasus ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan metode deteksi cabai. Dengan menggunakan Artificial Neural Network diharapkan dapat mengembangkan model klasifikasi yang lebih akurat dan efisien untuk mendeteksi berbagai penyakit pada daun cabai.

Klasifikasi Penyakit Pada Daun Tanaman Cabai dengan Pendekatan Artificial Neural Network (ANN)

ini akan mendeteksi 4 kelas yaitu kelas penyakit daun sehat, yellowish, leaf curl, dan bercak daun. Kelas tersebut dipilih sesuai dengan penyakit utama pada tanaman cabai pada lokasi penelitian yaitu di Desa Lalosingi, Kecamatan Mowila, Kabupaten Konawe Selatan. Jenis daun cabai yang diteliti yaitu pada tanaman cabai rawit. Penelitian yang telah dilaksanakan ini diharapkan memudahkan petani untuk mendeteksi jenis penyakit pada daun cabai secara mudah[6].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cabai Sebagai Komoditas Ekonomi Strategis

Cabai merupakan komoditas penting di sektor pertanian karena tingginya permintaan, terutama di Indonesia. Namun, produktivitasnya sering kali terganggu oleh penyakit yang menyerang daun tanaman, seperti yellowish, bercak daun, dan leaf curl. Penyakit-penyakit ini memengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen, sehingga diperlukan metode untuk mendeteksi penyakit secara dini

2.2. Pendeteksian Penyakit Tanaman dengan Teknologi AI

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi kecerdasan buatan (AI) efektif digunakan untuk mendeteksi penyakit tanaman. Beberapa pendekatan populer termasuk penggunaan metode seperti Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbors (KNN), dan Artificial Neural Network (ANN)[7].

2.3. Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) adalah metode pembelajaran mesin yang meniru cara kerja otak manusia untuk mengidentifikasi pola dalam data. ANN memiliki kelebihan dalam klasifikasi gambar karena mampu mengekstraksi fitur penting secara otomatis tanpa memerlukan pra-pemrosesan yang rumit. Hal ini membuat ANN menjadi pilihan utama dalam penelitian pengenalan penyakit tanaman.

2.4. Studi Literatur Terdahulu

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan kecerdasan buatan, seperti algoritma Artificial Neural Network (ANN), dapat meningkatkan efisiensi dalam klasifikasi penyakit tanaman. Sebagai contoh, penelitian Sunandar dan Sutopo menggunakan ANN untuk mendeteksi penyakit pada tanaman padi berdasarkan citra daun. Dataset terdiri dari tiga jenis penyakit, yaitu Bacterial Leaf Blight, Brown Spot, dan Leaf Smut. Model ini mampu mencapai akurasi sebesar 83% dengan parameter optimal, seperti *learning rate* 0,001 dan optimizer Adam. Selain itu, penelitian lain menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi penyakit tanaman, yang menghasilkan tingkat akurasi hingga 91,7% melalui optimasi parameter seperti ukuran kernel, epoch, dan batch size.[8]

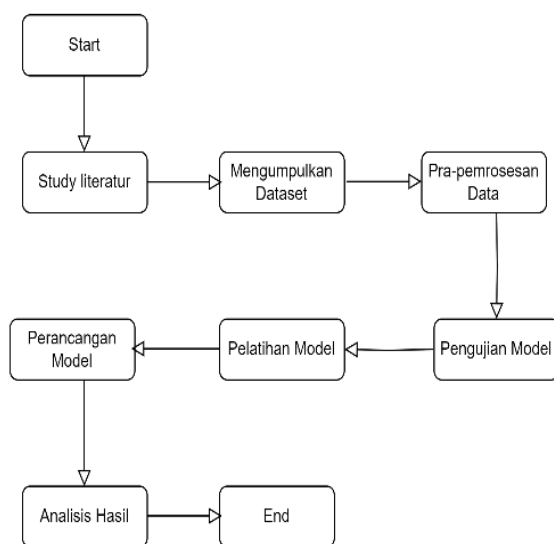
Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode Artificial Neural Network (ANN) dengan algoritma backpropagation memiliki efektivitas dalam klasifikasi penyakit tanaman. Sebagai contoh, Wigina melakukan penelitian menggunakan ANN untuk mengidentifikasi jenis penyakit pada daun tanaman tomat, meliputi penyakit bacterial spot, yellow leaf curl virus, dan daun sehat. Dengan parameter optimal seperti batch size 100, learning rate 0,3, dan epoch 500, penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 78% menggunakan validasi silang dengan 4 folds. Hasil klasifikasi dievaluasi menggunakan Confusion Matrix yang menghasilkan nilai presisi tertinggi 0,78.[5]

3. METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN). ANN adalah metode komputasi yang meniru cara kerja otak manusia dalam memproses informasi. ANN terdiri dari sejumlah neuron atau node yang saling terhubung dan bekerja bersama untuk memecahkan masalah tertentu, seperti klasifikasi gambar. ANN memiliki beberapa kelebihan dalam klasifikasi menggunakan gambar. Pertama, ANN dapat secara otomatis mengekstraksi fitur penting dari gambar tanpa memerlukan feature engineering manual, khususnya dalam Convolutional Neural Networks (CNN)[7][9]. Kedua, fungsi aktivasi dalam ANN memperkenalkan non-linearitas, memungkinkan jaringan untuk menangani data yang kompleks dan non-linear. Ketiga, ANN memiliki kemampuan adaptabilitas dan generalisasi yang baik, memungkinkan jaringan untuk mengenali pola dan fitur pada gambar yang tidak ada dalam dataset pelatihan. Keempat, ANN dapat memproses sejumlah besar data secara paralel, membuatnya efisien dalam menangani dataset gambar yang besar dan kompleks. Kelima, ANN dapat dioptimalkan untuk menjadi tahan terhadap noise dalam data, melalui teknik seperti data augmentation dan regularization. Terakhir, ANN dapat memanfaatkan transfer learning, di mana model yang telah dilatih pada tugas tertentu dapat digunakan kembali untuk tugas lain dengan sedikit penyesuaian. Dengan kelebihan-kelebihan tersebut, ANN menjadi pilihan utama dalam banyak aplikasi klasifikasi gambar, memungkinkan pengembangan sistem yang canggih dan akurat dalam berbagai bidang, termasuk diagnostik medis, sistem keamanan, dan industri kreatif[10].

Data gambar daun cabai dikumpulkan dari berbagai kategori penyakit, kemudian diubah ukurannya menjadi 100x100 piksel dan dinormalisasi. Data yang telah dipra-olah dibagi menjadi data latih dan data uji dengan rasio 80:20. Model ANN dibangun dengan arsitektur yang mencakup lapisan convolutional dan pooling untuk ekstraksi fitur, serta lapisan dense untuk klasifikasi akhir. Teknik augmentasi data diterapkan untuk meningkatkan variasi data latih dan mencegah overfitting. Model dikompilasi menggunakan optimizer

'adam', loss function 'sparse_categorical_crossentropy' dan metrik akurasi, kemudian dilatih selama 20 epoch dengan batch size 32. Evaluasi model dilakukan dengan menghitung nilai loss dan akurasi pada data uji. Evaluasi lebih lanjut mencakup pembuatan confusion matrix dan classification report untuk memahami kinerja model secara lebih mendalam. Visualisasi hasil pelatihan dan evaluasi dilakukan melalui grafik akurasi dan loss, serta prediksi pada data uji divisualisasikan dengan menampilkan gambar asli beserta label aktual dan prediksi. Menggunakan metode ANN model klasifikasi penyakit pada daun tanaman cabai. Pendekatan ini tidak hanya menghemat waktu dan sumber daya komputasi, tetapi juga meningkatkan akurasi model dengan memanfaatkan fitur yang telah dipelajari dari dataset yang lebih luas[11]. Setiap teknik yang diuji, mulai dari augmentasi data hingga pengaturan *hyperparameter*, diuji secara sistematis untuk menilai kontribusinya terhadap peningkatan akurasi dan performa model secara keseluruhan. Gambar 1 menggambarkan alur penelitian yang di lakukan.



Gambar 1. Alur penelitian

Penelitian ini dimulai dengan menentukan tujuan dan lingkup penelitian untuk klasifikasi penyakit pada daun cabai menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN). Langkah pertama adalah melakukan kajian literatur untuk memahami teknik ANN dan penerapannya dalam klasifikasi penyakit tanaman, serta mengidentifikasi metode yang telah digunakan dalam penelitian serupa. Selanjutnya, mengumpulkan dataset gambar daun cabai yang memiliki berbagai jenis penyakit dari hasil pengambilan gambar sendiri di lapangan. Data yang terkumpul kemudian dipra-pemroses, meliputi langkah-langkah seperti mengubah ukuran gambar menjadi ukuran yang seragam, normalisasi data, augmentasi data untuk meningkatkan jumlah data pelatihan, dan melabeli data sesuai dengan jenis penyakit.

Tahap berikutnya adalah merancang arsitektur model ANN yang akan digunakan, termasuk memilih jumlah lapisan, jumlah neuron pada setiap lapisan, dan fungsi aktivasi yang sesuai. Model kemudian dilatih menggunakan dataset yang telah diproses, dengan validasi untuk menghindari *overfitting* dan menggunakan teknik *cross-validation* jika diperlukan. Setelah pelatihan awal, model dapat ditingkatkan dengan menambahkan lapisan *dense* dan melakukan *fine-tuning* untuk mengoptimalkan *hyperparameters* seperti *learning rate*, jumlah *epoch*, dan *batch size*. Alternatif lain adalah melanjutkan dengan *fine-tuning* model awal tanpa menambahkan lapisan *dense*. Model yang telah dilatih dan *di-fine-tune* kemudian diuji menggunakan *dataset* uji yang terpisah dari *dataset* pelatihan, dan performanya dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, *presisi*, *recall*, dan *F1-score*. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit pada daun tanaman cabai menggunakan pendekatan Artificial Neural Network (ANN)[12]. Hasil pelatihan dan evaluasi model divisualisasikan dalam bentuk grafik akurasi dan *loss*, serta prediksi pada data uji divisualisasikan dengan menampilkan gambar asli beserta label aktual dan prediksi. Penelitian klasifikasi penyakit pada daun cabai menggunakan pendekatan ANN dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur, memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data gambar yang berformat (.jpg) yang diambil secara langsung. Adapun data yang diambil berupa gambar penyakit bercak daun, gambar daun sehat, yellowish, dan leaf curl. Jumlah data daun sehat sebanyak 400 gambar, gambar daun yellowish sebanyak 400 gambar, bercak daun sebanyak 400 gambar dan leaf curl sebanyak 400 gambar. Sehingga total data sebanyak 1600 gambar. Dengan ciri dimana daun sehat tanaman cabai yang tidak menunjukkan tanda-tanda penyakit atau kerusakan. Warna daun biasanya hijau segar tanpa bintik atau perubahan warna, leaf curl daun tanaman cabai yang menggulung atau melengkung. Kondisi ini bisa disebabkan oleh serangan virus atau serangga seperti kutu daun. Gejala lain mungkin termasuk perubahan warna pada daun, seperti kekuningan di sepanjang tepi daun, *yellowish* daun tanaman cabai yang menguning, biasanya disebabkan oleh penyakit layu bakteri atau serangan virus. Gejala khas termasuk perubahan warna dari hijau menjadi kuning, terutama di area antara tulang daun. Bercak daun Daun tanaman cabai yang memiliki bercak-bercak coklat atau hitam. Bercak ini sering kali disebabkan oleh infeksi jamur atau bakteri. Bercak dapat berbentuk bulat atau tidak beraturan, dan sering kali dikelilingi oleh halo kuning.

4.2. Sampel Data Tiap Kelas

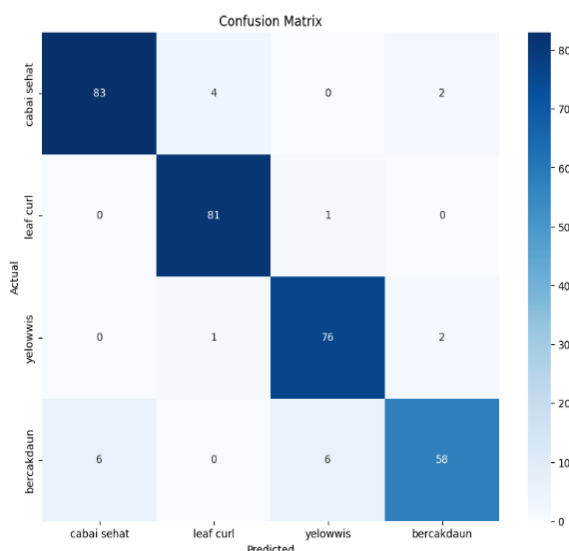
Beberapa contoh gambar dari berbagai gambar penyakit pada daun ditampilkan untuk memberikan gambaran yang lebih baik tentang jenis data yang digunakan. Berikut merupakan gambar penyakit pada daun tanaman cabai dengan kategori 4 kelas atau label pada daun cabai yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel data daun sehat, leaf curl, yellowish dan bercak daun

4.3. Evaluasi Model

Pada penelitian ini menggunakan confusion matrix sebagai metode dalam mengukur keakuratan yaitu seberapa besar akurasi dari sebuah algoritma guna melakukan klasifikasi. Proses training model dengan menggunakan 1600 gambar yang terdiri dari 4 kelas yaitu daun sehat, yellowish, leaf curl, dan bercak daun. Sehingga menghasilkan confusion matrix yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Confusion matrix

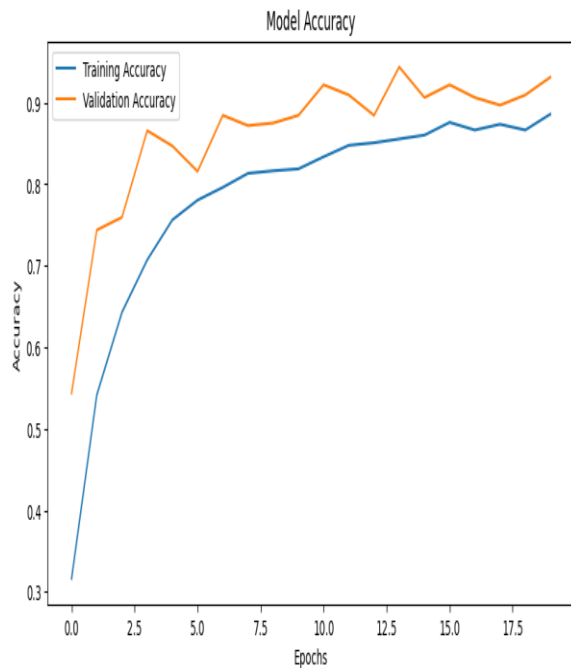
Gambar ini menunjukkan confusion matrix dari model ANN yang digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit pada daun cabai. Model

berhasil memprediksi dengan benar sebanyak 298 gambar dari total 320 gambar, menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi sekitar 93,13%. Sebanyak 22 gambar diprediksi salah, yang mencerminkan tingkat kesalahan yang relatif rendah. Kelas "Cabai Sehat" dan "Leaf Curl" memiliki tingkat kesalahan yang sangat rendah, masing-masing dengan hanya 6 dan 1 kesalahan. Hal ini menunjukkan bahwa model sangat efektif dalam mengenali kedua kelas ini dengan akurasi yang hampir sempurna. Sementara itu, kelas "Yellowish" dan "Bercakdaun" memiliki kesalahan yang sedikit lebih tinggi, dengan masing-masing 3 dan 12 kesalahan. Meski demikian, kesalahan ini tetap tergolong rendah dan menunjukkan bahwa model mampu memprediksi kelas-kelas ini dengan cukup baik. Secara keseluruhan, meskipun ada beberapa kesalahan dalam klasifikasi, jumlah kesalahan ini masih relatif kecil jika dibandingkan dengan jumlah total gambar yang berhasil diklasifikasikan dengan benar.

Tabel 1. Classification Report

	Precision	Recall	F1-Score	Support
Cabai Sehat	0.93	0.93	0.93	89
Leaf Curl	0.94	0.99	0.96	82
Yellowwis	0.92	0.96	0.94	79
Bercakdaun	0.94	0.83	0.88	70
Accuracy			0.93	320
Macro Avg	0.93	0.93	0.93	320
Weighted Avg	0.93	0.93	0.93	320

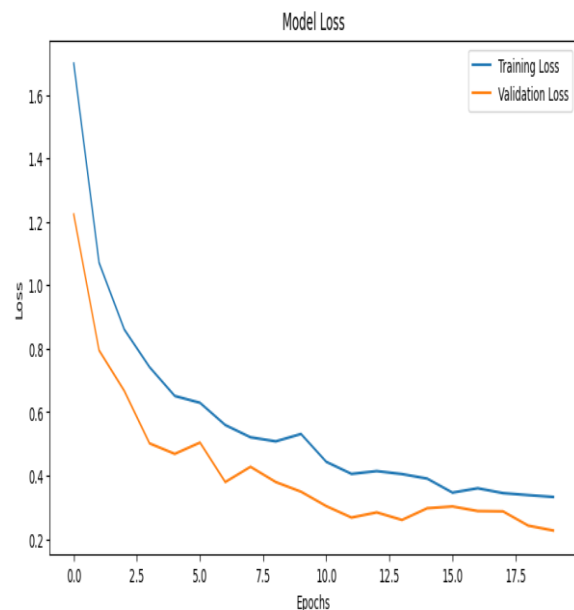
Metode ANN menunjukkan performa yang sangat baik dalam mengklasifikasikan penyakit pada daun tanaman cabai, dengan akurasi keseluruhan sebesar 93%. Untuk kategori "cabai sehat", model mencapai precision, recall, dan F1-score masing-masing sebesar 0.93 dengan jumlah kasus (support) 89. Pada kategori "leaf curl", precision adalah 0.94, recall 0.99, dan F1-score 0.96 dengan support 82, menunjukkan bahwa model hampir sempurna dalam mendeteksi penyakit ini. Untuk kategori "yellowwis", precision, recall, dan F1-score masing-masing adalah 0.92, 0.96, dan 0.94 dengan support 79. Sedangkan untuk kategori "bercakdaun", precision adalah 0.94, recall 0.83, dan F1-score 0.88 dengan support 70, menunjukkan sedikit tantangan dalam mengidentifikasi penyakit ini dengan benar. Secara agregat, rata-rata precision, recall, dan F1-score adalah 0.93, baik secara makro (rata-rata sederhana) maupun secara tertimbang (dengan mempertimbangkan distribusi kelas). Hasil ini menunjukkan bahwa model ANN dapat memprediksi dengan benar dan mengidentifikasi sebagian besar kasus penyakit pada daun cabai dengan akurasi dan konsistensi yang tinggi di semua kategori penyakit.



Gambar 4. Plot akurasi

Gambar ini menunjukkan plot akurasi model selama pelatihan dan validasi sepanjang beberapa epoch. Garis biru mewakili akurasi pelatihan, yang meningkat secara konsisten dari sekitar 30% hingga mendekati 90%, menunjukkan bahwa model belajar dengan baik dari data pelatihan. Garis oranye mewakili akurasi validasi, yang juga meningkat dengan cepat pada awalnya dan kemudian berfluktuasi antara 80% hingga lebih dari 90%. Fluktuasi pada akurasi validasi bisa menunjukkan potensi overfitting atau variasi dalam dataset validasi. Namun, secara keseluruhan, tren akurasi menunjukkan peningkatan performa, menandakan bahwa model ANN yang digunakan mampu belajar dan menggeneralisasi dengan baik pada data yang tidak terlihat, dengan akurasi pelatihan dan validasi akhir mendekati dan sedikit melebihi 90%. Pencapaian ini menunjukkan bahwa model memiliki potensi untuk diterapkan pada tugas klasifikasi yang lebih luas dengan hasil yang dapat diandalkan. Meskipun ada fluktuasi, model menunjukkan stabilitas yang baik dalam proses pembelajaran dan validasi. Hal ini memberikan keyakinan bahwa model dapat beradaptasi dengan baik pada berbagai variasi data, bahkan ketika menghadapi tantangan seperti data yang tidak seimbang atau noise. Adanya penurunan fluktuasi pada epoch-epoch akhir juga mengindikasikan bahwa model mulai mencapai titik konvergensi. Dengan akurasi yang mendekati 90%, model ini dapat menjadi alat yang berguna untuk aplikasi praktis, seperti deteksi penyakit pada tanaman

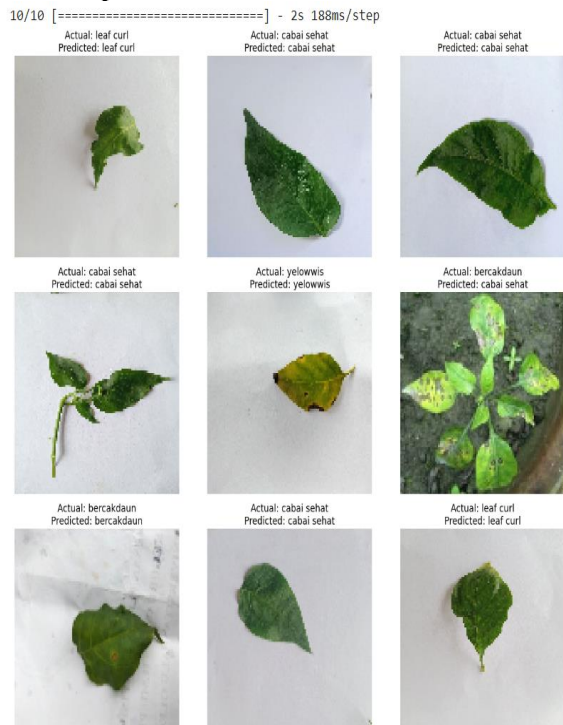
cabai atau tugas klasifikasi lainnya. Ke depan, model ini bisa ditingkatkan lebih lanjut dengan meningkatkan kualitas data pelatihan dan memperkenalkan teknik regulasi untuk mengurangi potensi overfitting.



Gambar 5. Plot loss

Gambar ini menunjukkan plot loss model selama pelatihan dan validasi sepanjang beberapa epoch. Sumbu horizontal (x) mewakili jumlah epoch, sedangkan sumbu vertikal (y) mewakili nilai loss, yang menunjukkan seberapa besar kesalahan model dalam prediksi. Garis biru mewakili loss pelatihan, yang secara konsisten menurun dari nilai awal yang tinggi (sekitar 1.7) menjadi sekitar 0.3. Garis oranye mewakili loss validasi, yang juga menurun dengan cepat pada awalnya dan kemudian menurun lebih lambat, stabil di sekitar 0.4 hingga di bawah 0.3. Penurunan nilai loss pada kedua garis menunjukkan bahwa model belajar untuk memprediksi dengan lebih akurat seiring bertambahnya epoch. Secara keseluruhan, tren penurunan loss ini menunjukkan bahwa model ANN yang digunakan berhasil mengurangi kesalahan prediksi baik pada data pelatihan maupun data validasi, menandakan bahwa model mampu belajar dan menggeneralisasi dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa model tidak hanya fit terhadap data pelatihan, tetapi juga dapat melakukan generalisasi yang baik terhadap data yang tidak terlihat sebelumnya. Dengan penurunan loss yang stabil, model ini menunjukkan potensi untuk diterapkan pada berbagai tugas klasifikasi dengan tingkat akurasi yang tinggi.

4.4. Output ANN



Gambar 6. Output ann

Gambar ini menampilkan hasil klasifikasi penyakit pada daun tanaman cabai menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN), dengan setiap sub-gambar menunjukkan kondisi sebenarnya dan prediksi model. Secara keseluruhan, model ANN berhasil mengklasifikasikan sebagian besar gambar daun dengan benar, baik untuk daun yang sehat maupun yang terinfeksi penyakit seperti leaf curl, yellowwis, dan bercakdaun. Hanya ada satu kasus kesalahan klasifikasi di mana daun yang seharusnya bercakdaun diprediksi sebagai cabai sehat, menunjukkan tantangan dalam membedakan kondisi tertentu. Meskipun demikian, kinerja model ini cukup baik, menunjukkan potensi besar untuk diterapkan dalam deteksi otomatis penyakit tanaman cabai, yang dapat membantu petani dalam melakukan diagnosis yang cepat dan akurat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengklasifikasikan penyakit pada daun cabai menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN). Berdasarkan hasil evaluasi model, tingkat akurasi keseluruhan mencapai 93%, dengan presision, recall, dan skor F1 yang tinggi untuk setiap jenis penyakit, khususnya cabai rawit, ada 4 penyakit, daun sehat, bercak daun, yellowish, leaf curl. Untuk kelas Cabai Sehat, model memiliki precision 0,93, recall 0,93, dan F1-score 0,93, dengan support 89. Untuk kelas Leaf Curl, model memiliki precision 0,94, recall sebesar 0,99, dan F1-score sebesar 0,96, dengan support sebesar 82. Untuk kelas Yellowwis, model memiliki precision sebesar 0,92, tingkat recall sebesar 0,96 dan F1-score sebesar 0,94,

support sebesar 79. Untuk kelas Bercakdaun, model memiliki precision 0,94, recall 0,83, dan F1-score 0,88, dengan support 70. Secara keseluruhan, model menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi dan membedakan cabai sehat dan berpenyakit, dengan jumlah kesalahan prediksi yang relatif rendah. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi machine learning khususnya ANN dapat menjadi solusi efektif di sektor pertanian untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi kerugian akibat penyakit tanaman. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk memperluas dataset dengan menambahkan lebih banyak gambar daun dari kondisi lingkungan dan tahapan perkembangan tanaman yang berbeda. Selain itu, menggabungkan ANN dengan teknik pemrosesan gambar yang lebih canggih dapat meningkatkan akurasi dan keandalan model.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Informasi, K. N. K. Algorithm, and C. Articles, "Jurnal Penggunaan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN) dalam Klasifikasi," vol. 10, pp. 4–6, 2024.
- [2] R. Rosalina and A. Wijaya, "Pendeteksian Penyakit pada Daun Cabai dengan Menggunakan Metode Deep Learning," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 3, pp. 452–461, 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i3.2857.
- [3] F. A. Danendra, F. T. Anggraeny, and H. Maulana, "Klasifikasi Citra Penyakit Daun Cabai Rawit Dengan Menggunakan CNN Arsitektur AlexNet dan SqueezeNet," *Syntax J. Inform.*, vol. 12, no. 01, pp. 50–61, 2023.
- [4] I. Fitriaty and Y. A. Mustofa, "Deteksi Penyakit Tanaman Daun Bayam Menggunakan Metode GLCM dan Artificial Neural Network (ANN)," *Cospijournal.Unisan.Ac.Id*, vol. 3, no. 1, pp. 2597–9329, 2019, [Online]. Available: <https://www.cospijournal.unisan.ac.id/index.php/cospihome/article/view/83>
- [5] A. W. Putri, "Implementasi Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation Untuk Klasifikasi Jenis Penyakit Pada Daun Tanaman Tomat," *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 9, no. 2, pp. 344–350, 2021, doi: 10.26740/mathunesa.v9n2.p344-350.
- [6] A. K. Ulandari, G. K. Ramdhani, W. Wahyuningsih, M. N. Arwansyuri, and F. Bimantoro, "Klasifikasi Jeruk Segar dan Busuk Melalui GLCM dan HSV dengan Menggunakan Metode ANN," *Semin. Nas. Teknol. Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 97–102, 2024, doi: 10.29407/stains.v3i1.4358.
- [7] F. Zikra, K. Usman, and R. Patmasari, "Deteksi Penyakit Cabai Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix Dan Support Vector Machine," *Semin. Nas. Has. Penelit. dan Pengabd. Masy.*, pp. 105–113, 2021.

- [8] N. Sunandar and J. Sutopo, "Pemanfaatan Artificial Neural Network Terhadap Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Citra Daun," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2024.
- [9] S. S. Zuain, H. Fitriyah, and R. Maulana, "Deteksi Penyakit pada Daun Cabai berdasarkan Fitur HSV dan GLCM menggunakan Algoritma C4.5 berbasis Raspberry Pi," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 9, pp. 3934–3940, 2021.
- [10] A. T. R. Dzaky, "Deteksi Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 3039–3055, 2021, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/14701/14478>
- [11] J. H. Heijnen *et al.*, "No Title مقایسه اثر ترکیب های مختلف تمرین بدنی، مشاهده ای و تصویرسازی ورزشی," *SSRN Electron. J.*, vol. 1, no. 2, p. -99 شماره 8; ص 117, 2013, [Online]. Available: <http://www.eldis.org/vfile/upload/1/document/0708/DOC23587.pdf%0Ahttp://socserv2.socsci.mcmaster.ca/~econ/ugcm/3ll3/michels/polipart.pdf%0Ahttps://www.theatlantic.com/magazine/archive/1994/02/the-coming-anarchy/304670/%0Ahttps://scholar.google.it/scholar?>
- [12] N. M. Yasen, S. Rifka, R. Vitria, and Y. Yulindon, "Pemanfaatan Yolo Untuk Deteksi Hama Dan Penyakit Pada Daun Cabai Menggunakan Metode Deep Learning," *Elektron J. Ilm.*, vol. 15, pp. 63–71, 2023, doi: 10.30630/eji.0.0.397.