JIMU: Jurnal Ilmiah Multi Disiplin
Vol. 02, No. 03, Tahun 2024, Hal. 639– 647, ISSN: 3031-9498 (Online)

Klasifikasi Penyakit Tanaman Tomat Melalui Citra Daun Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*

Ahmad Choirul Anwari
Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Email: ahmadkhoirulanwari2002@gmail.com

Article Info

Article history:

Received May 25, 2024
Revised May 29, 2024
Accepted June 02, 2024

Keywords:

Tomato Plants; Deep Learning; Convolutional Neural Network;

ABSTRACT

This study aims to classify tomato plant diseases through leaf imagery using the Convolutional Neural Network (CNN) method. Tomatoes are a major commodity in the agricultural industry that are susceptible to various diseases, such as root rot and leaf blight, which can damage crop yields and farmers' economies. Disease classification has traditionally been often inefficient and inaccurate. Therefore, the CNN method is applied in this study to identify tomato leaf disease effectively. The dataset used consisted of 4000 images of tomato leaves divided into four categories: bacterial spot, early blight, healthy, and late blight. The results showed that the developed CNN model had an accuracy of 88% on training and validation data. This model is also able to classify diseases with a good level of accuracy in the test data, namely bacterial spot (90%), early blight (100%), healthy (70%), and late blight (80%). This study proves that the CNN method is effective in classifying diseases in tomato leaves, so that it can be used as an accurate diagnostic tool for farmers.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Article Info

Article history:

Received May 25, 2024
Revised May 29, 2024
Accepted June 02, 2024

Keywords:

Tanaman Tomat; Deep Learning; Convolutional Neural Network;

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit tanaman tomat melalui citra daun menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Tomat merupakan komoditas utama dalam industri pertanian yang rentan terhadap berbagai penyakit, seperti busuk akar dan hawar daun, yang dapat merusak hasil panen dan ekonomi petani. Klasifikasi penyakit secara tradisional sering tidak efisien dan kurang akurat. Oleh karena itu, metode CNN diterapkan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi penyakit daun tomat secara efektif. Dataset yang digunakan terdiri dari 4000 gambar daun tomat yang terbagi dalam empat kategori: bacterial spot, early blight, healthy, dan late blight. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan memiliki akurasi sebesar 88% pada data pelatihan dan validasi. Model ini juga mampu mengklasifikasikan penyakit dengan tingkat akurasi yang baik pada data pengujian, yaitu bacterial spot (90%), early blight (100%), healthy (70%), dan late blight (80%). Penelitian ini membuktikan bahwa metode CNN efektif dalam

mengklasifikasikan penyakit pada daun tomat, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu diagnosis yang akurat bagi petani.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:
Ahmad Choirul Anwari
Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Email: ahmadkhoirulanwari2002@gmail.com

Pendahuluan

Tomat merupakan komoditas utama dalam industri pertanian dan menjadi salah satu sumber pendapatan utama bagi banyak petani di seluruh dunia. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, produksi tomat di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 1.12 ton, naik sebesar 0.21% dari tahun sebelumnya sebanyak 1.11 juta ton (BPS 2022). Keberhasilan dalam budidaya tomat sangat penting untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia. Namun, tantangan dalam menjaga kesehatan tanaman tomat tetap optimal adalah ancaman penyakit yang dapat merusak hasil panen. Penyakit seperti busuk akar, hawar daun, dan berbagai penyakit daun lainnya dapat merusak tanaman tomat secara signifikan, mengurangi kualitas dan kuantitas panen, serta berdampak buruk pada perekonomian petani [1]. Beberapa petani juga belum memiliki pengetahuan yang cukup mengenai penyakit pada tanaman padi sehingga tidak dapat mendeteksi sejak dini daun tanaman padi yang terkena penyakit. Hal ini dikarenakan pengetahuan yang dimiliki petani hanya terbatas pada penyuluhan dan pengetahuan yang berasal dari pengalaman. Kesalahan penanganan dan kurangnya pengetahuan tersebut seringkali mengakibatkan gagal panen dan menyebabkan kerugian bagi petani [2].

Proses klasifikasi daun tomat secara tradisional menghadapi banyak kendala karena kelemahan manusia yang menyebabkan hasil yang tidak efektif. Identifikasi buah, daun tanaman, dan sayuran yang dilakukan secara manual tidak efisien dan kurang akurat untuk jumlah yang besar. Banyak upaya telah dilakukan untuk mengatasi masalah penyakit pada daun tomat, tidak hanya di bidang pertanian tetapi juga di bidang teknologi. Salah satu kontribusinya adalah penggunaan ilmu informatika untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman tomat dengan menggunakan pengolahan citra digital. Penelitian terus dilakukan untuk menemukan metode dan konsep yang tepat dalam penanganan kasus pengenalan objek secara komputasi dengan pengolahan citra. Dalam disiplin komputer, pengolahan citra adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk klasifikasi atau pengenalan objek. Pengolahan citra merupakan salah satu cara yang efektif untuk mengidentifikasi penyakit daun tomat [3].

Dalam mengembangkan sistem klasifikasi, penulis memerlukan metode yang tepat untuk diterapkan. Metode yang dipilih untuk sistem ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah metode pembelajaran mendalam yang menggunakan operasi konvolusi dalam jaringannya. CNN termasuk dalam jenis jaringan saraf yang dalam karena memiliki kedalaman jaringan yang signifikan dan sering digunakan pada data gambar. CNN adalah arsitektur yang dapat dilatih, terdiri dari beberapa tahap, yaitu input dan output, yang masing-masing berbentuk

tabel yang disebut peta fitur. Setiap tahap mencakup tiga lapisan: lapisan konvolusi, lapisan aktivasi, dan lapisan *pooling* [4].

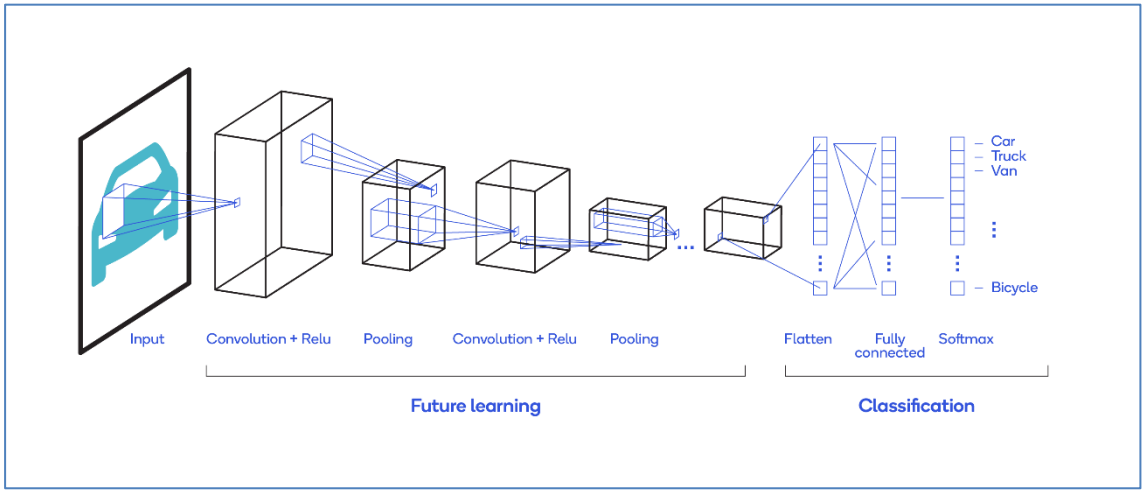
Tinjauan Pustaka

a. Deep Learning

Deep learning adalah bagian dari machine learning yang menggunakan *Deep Neural Networks* untuk mengatasi masalah dalam *domain machine learning*. *Deep learning* meniru cara berpikir manusia dan menggunakan *Artificial Neural Networks* berlapis-lapis (multi-layer). *Artificial Neural Networks* ini dirancang menyerupai otak manusia, dengan *neuron-neuron* yang saling terhubung membentuk jaringan *neuron* yang sangat kompleks. Deep learning, yang juga dikenal sebagai *deep structured learning*, *hierarchical learning*, atau *deep neural*, adalah metode pembelajaran yang menggunakan *multiple non-linear transformations*. Dengan demikian, *deep learning* dapat dianggap sebagai kombinasi antara *machine learning* dan *Artificial Intelligence* (AI) [5].

b. Convolutional Neural Network (CNN)

CNN adalah algoritma yang dikembangkan dari Multi Layer Perceptron (MLP), yang dirancang khusus untuk memproses data dua dimensi. Perbedaan utama antara CNN dan MLP terletak pada proses konvolusi dan beberapa hidden layer yang ada pada CNN namun tidak terdapat pada MLP. Berikut ini adalah gambar arsitektur CNN [5].



Gambar 1 Arsitektur CNN

c. Tanaman Tomat

Tanaman tomat *(Solanum lycopersicum syn. Lycopersicum esculentum)* adalah tanaman yang mudah tumbuh di iklim tropis khususnya Indonesia, memiliki nilai ekonomi tinggi, dan menjadi salah satu bahan baku yang paling dibutuhkan dalam industri makanan. Salah satu faktor utama yang membuat tomat tetap menjadi komoditas panen terbesar di Indonesia adalah karena kondisi iklim yang sangat mendukung untuk budidaya tanaman tomat. Tanaman tomat dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi di Indonesia. Pertumbuhan optimal tomat biasanya terjadi pada ketinggian 100-2000 meter di atas permukaan laut, dengan suhu ideal antara 18-27°C di siang hari dan 15-20°C di malam hari, serta pada tanah yang memiliki tingkat

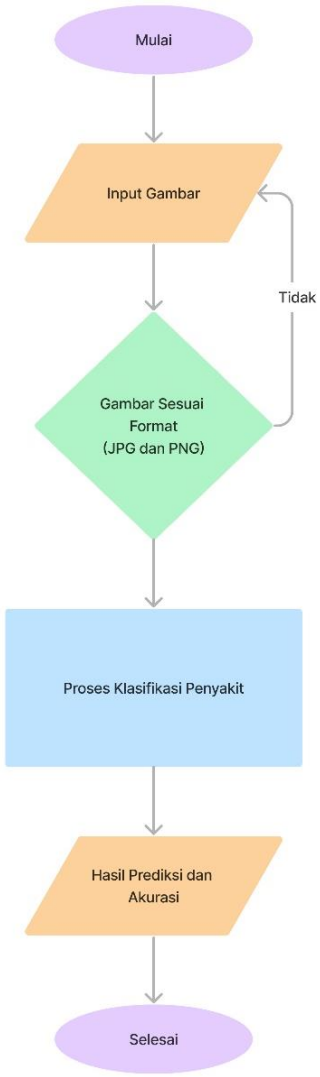
keasaman ideal antara 6-7 pH [6].

Dalam penelitian untuk mendeteksi penyakit pada daun tanaman kentang menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN), diperoleh hasil yang memuaskan. Pada epoch ke-10 dengan batch size 20, akurasi pelatihan mencapai 95% dan akurasi pengujian mencapai 94% [2].

Kebaruan pada penelitian ini terletak pada penerapan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dioptimalkan khusus untuk klasifikasi penyakit tanaman tomat. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang fokus pada tanaman padi, sistem ini dirancang untuk memproses data gejala tanaman tomat secara cepat dan akurat, meningkatkan efisiensi dan efektivitas diagnosis.

Metodologi

a. Rancangan Sistem



Gambar 2 Flowchart Diagram

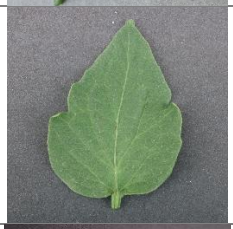
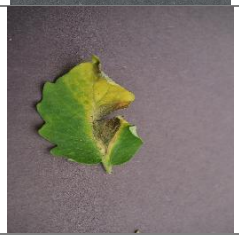
Untuk merancang sistem ini, langkah-langkah yang diperlukan dalam mendefinisikan sistem yang akan dibuat serta membuat gambaran alur kerja perangkat ini. Dari *flowchart* diatas, dapat dijelaskan bahwa proses kerja perangkat adalah sebagai berikut:

1) Pertama, mengumpulkan data dari 1000 foto daun tomat yang terbagi menjadi empat kategori, yaitu *bacterial spot*, *early blight*, *healthy*, dan *late blight.*
2) Kedua, memisahkan data tersebut menjadi tiga bagian, yaitu data pelatihan (*data training*) yang digunakan untuk melatih model, data validasi (*data validation*) yang digunakan untuk memvalidasi proses dan mencegah *overfitting*, dan data pengujian (*data testing*) Proses ini membantu menilai kemampuan generalisasi model.

b. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, dataset yang digunakan adalah Tomato leaf disease detection, yang dikumpulkan oleh penulis dari situs kumpulan dataset Kaggle, dengan kontributor bernama Mohit. Dataset gambar daun cabai dibagi menjadi 4 kelas, yaitu *bacterial spot*, *early blight*, *healthy*, dan *late blight*. Total dari keseluruhan dataset adalah 4000 gambar, dengan dataset masing-masing kelas sebanyak 1000 data.

Tabel 1. Pengumpulan Data Daun Tomat

Kategori	Detail Gambar	Jumlah Gambar
Bacterial Spot		1000
Early Blight		1000
Healthy		1000
Late Blight		1000

c. Preprocessing Data

Sebelum data digunakan untuk klasifikasi, data perlu dilakukan *preprocessing* data. Pada tahap ini data dibagi menjadi *data training*, *data validation*, dan *data testing*. Total dataset terdiri

dari 4 label/kelas dengan total dataset pelatihan sebanyak 2.800 data, dataset validasi sebanyak 800 data, dan dataset tes sebanyak 400.

Tabel 2. Prepocessing Pembagian Dataset

Kategori	Jumlah Gambar	Data Pelatihan	Data Validasi	Data Tes
Bacterial Spot	1000	700	200	100
Early Blight	1000	700	200	100
Healthy	1000	700	200	100
Late Blight	1000	700	200	100
Total	4000	2.800	800	400

Berdasarkan tabel 2, pembagian data tidak seimbang, yang dapat menyebabkan hasil pelatihan data menjadi *overfitting*. *Overfitting* sering terjadi karena jumlah data pelatihan yang terlalu sedikit. Oleh karena itu, diperlukan augmentasi data. Augmentasi data adalah teknik untuk memperbanyak data pelatihan dengan membuat tiruan dari data yang sudah ada, seperti mengubah rotasi gambar secara acak, membalik gambar secara horizontal atau vertikal, memotong bagian gambar secara acak, dan sebagainya. Tujuan augmentasi data adalah untuk mencegah *overfitting* dan meningkatkan akurasi model.

Hasil dan Pembahasan

a. Pengujian Sistem

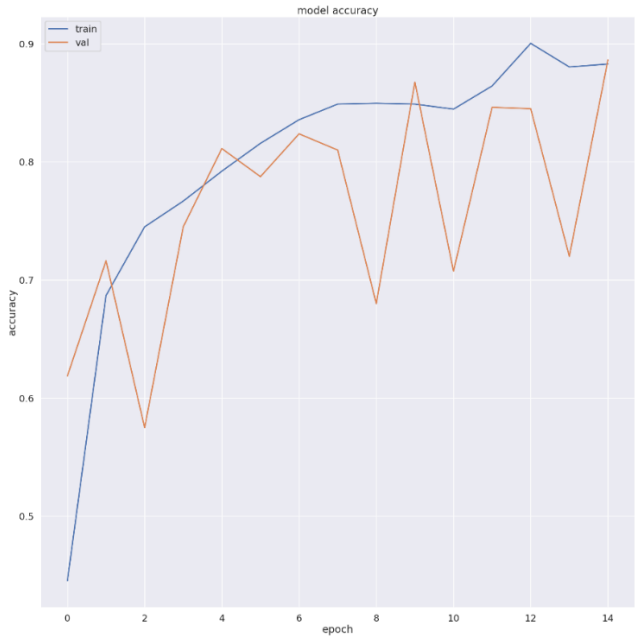
Epoch adalah satu siklus lengkap di mana seluruh dataset dilatih melalui *Neural Network* dan kemudian dikembalikan ke awal untuk siklus berikutnya. Pada dasarnya, *epoch* berfungsi untuk mengukur seberapa sering model melihat seluruh dataset dalam upaya meminimalkan kesalahan dan meningkatkan akurasi. Berikut ini adalah rincian hasil *epoch* dari data pelatihan dan data validasi.

Tabel 3. Detail Hasil Data Training dan Data Validation

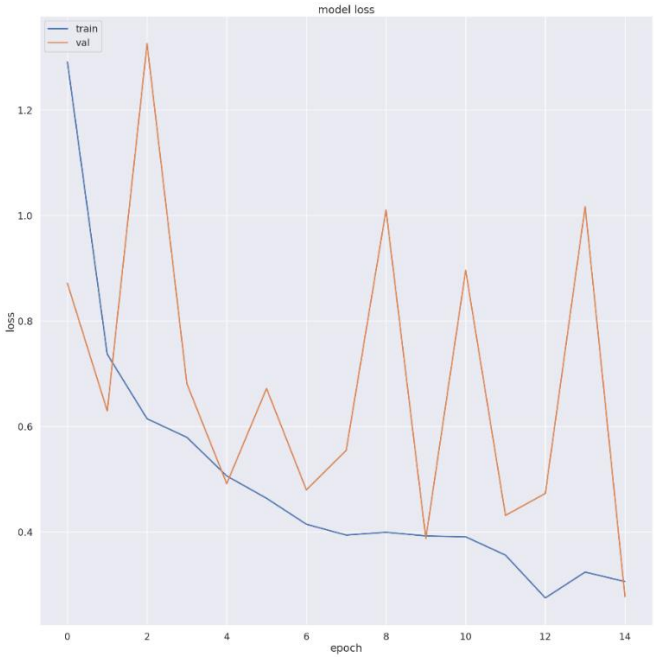
Epoch	Data Training		Data Validation	
	Loss	Accuracy	Loss	Accuracy
1	1.2911	0.4454	0.8712	0.6187
2	0.7369	0.6868	0.6295	0.7163
3	0.6145	0.7450	1.3257	0.5750
4	0.5793	0.7668	0.6808	0.7450
5	0.5061	0.7921	0.4915	0.8112
6	0.4637	0.8157	0.6719	0.7875
7	0.4146	0.8357	0.4796	0.8238
8	0.3939	0.8489	0.5546	0.8100
9	0.3994	0.8496	1.0102	0.6800
10	0.3923	0.8489	0.3876	0.8675
11	0.3907	0.8446	0.8958	0.7075
12	0.3559	0.8643	0.4313	0.8462

13	0.2749	0.9004	0.4729	0.8450
14	0.3238	0.8804	1.0168	0.7200
15	0.3059	0.8829	0.2773	0.8863

Dilihat pada tabel 3 hasil akhir akurasi dari data training adalah 88% dengan nilai loss 30%. Sedangkan pada data validation tingkat akurasi 88% dan nilai loss 27%. Agar lebih mudah memahami tabel 3, berikut adalah detail grafiknya.



Gambar 3 Nilai Akurasi Data Training dan data Validation



Gambar 4 Nilai Loss Data Training dan Data Validation

Gambar 5 adalah grafik dari akurasi *data training* dan data *validation*, grafik warna oranye adalah data validation, sedangkan grafik warna biru adalah *data training*. Dapat dilihat bahwa *epoch* dari *data training* naik dengan signifikan dengan nilai akhir 88%, begitupun pada nilai *validation* mengalami naik turun, tetapi hasil akhir juga mendapatkan nilai yang sama yaitu 88%. Pada gambar 6 adalah grafik dari *loss data training* dan *data validation*, warna grafik sama dengan grafik akurasi. Pada grafik *train* tingkat nilai *loss* diawal dengan sangat tinggi tetapi mengalami penurunan yang signifikan dengan nilai akhir 30%. Sedangkan pada grafik *validation* tingkat nilai *loss* mengalami naik turun dengan hasil akhir 27% Setelah proses pelatihan dataset selesai, model dapat diuji coba untuk mengukur akurasinya. Uji coba dilakukan menggunakan data test yang telah disiapkan. Hasil uji coba model digunakan untuk mengukur seberapa baik model mampu memprediksi penyakit pada daun cabai. Berikut adalah hasil uji coba model menggunakan *data test*.

Tabel 4. Hasil Uji Coba Model

Kategori	Percobaan	Benar	Salah	Akurasi
Bacterial Spot	10	9	1	90%
Early Blight	10	10	0	100%
Healthy	10	7	3	70%
Late Blight	10	8	2	80%

Pada tabel 4 dapat dilihat setelah dilakukan uji coba 10 kali setiap kategori mendapatkan hasil yang baik. Pada kategori *Bacterial Spot* mendapatkan akurasi 90%, *Early Blight* dengan akurasi 100%, *Healthy* 70% dan *Late Blight* 80%. Dari hasil uji coba yang didapatkan bahwa model *Convolutional Neural Netowork* (CNN) dapat mengklasifikasikan penyakit pada daun tomat dengan baik.

Simpulan

Penelitian yang dilakukan dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi penyakit pada daun tomat menunjukkan tingkat akurasi sebesar 88% pada *data train* dan pada *data validation*, hasil dari uji coba model di semua kategori mendapatkan hasil yang baik, pada kategori *Bacterial Spot* mendapatkan akurasi sebesar 90%, *Early Blight* 100%, *Healthy* 70% dan *Late Blight* 80%, dapat disimpulkan bawah metode yang digunakan dapat mengklasifikasikan penyakit daun cabai dengan baik dan akurat.

Daftar Referensi

[1] M. Muslih dan A. D. Krismawan, "Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berbasis Algoritma K-Nearest Neighbor," *semnasristek*, vol. 8, no. 01, Jan 2024, doi: 10.30998/semnasristek.v8i01.7141.

[2] S. Sheila, I. Permata Sari, A. Bagas Saputra, M. Kharil Anwar, dan F. Restu Pujianto, "Deteksi Penyakit Pada Daun Padi Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Jurnal Multimedia Networking Informatics*, vol. 9, no. 1, hlm. 27–34, Apr 2023, doi: 10.32722/multinetics.v9i1.5255.

[3] K. I. Nauval dan S. Lestari, "Implementasi Deteksi Objek Penyakit Daun Kentang dengan

Metode Convolutional Neutral Network," *jatim*, vol. 3, no. 2, hlm. 136–149, Nov 2022, doi: 10.31102/jatim.v3i2.1576.

[4] A. M. Tama dan R. C. N. Santi, "Klasifikasi Jenis Tanaman Hias Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *INTECOMS*, vol. 6, no. 2, hlm. 764–770, Sep 2023, doi: 10.31539/intecoms.v6i2.7002.

[5] A. Pribadi dan Ade Kurniawan, "Deteksi Penyakit Sawit Menggunakan Metode Deep Learning," *JUSIT*, vol. 5, no. 2, hlm. 72–76, Des 2022, doi: 10.59061/jsit.v5i2.86.

[6] P. Palupiningsih, A. R. Sujiwanto, dan R. R. B. P. Prawirodirjo, "Analisis Perbandingan Performa Model Klasifikasi Kesehatan Daun Tomat menggunakan arsitektur VGG, MobileNet, dan Inception V3," *JIKA*, vol. 10, no. 1, hlm. 98–110, Jun 2023, doi: 10.29244/jika.10.1.98-110.