

**IMPLEMENTASI
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
PADA KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN
CABAI MELALUI CITRA DAUN**

SKRIPSI

Oleh:

BUDI SANTOSO

201810225012



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Implementasi *Convolutional Neural Network*
Pada Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai
Melalui Citra Daun
Nama Mahasiswa : Budi Santoso
Nomor Pokok Mahasiswa : 201810225012
Program Studi/Fakultas : Informatika / Ilmu Komputer
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juli 2022

Jakarta, 8 Juli 2022

Menyetujui,

Pembimbing I



R. Wisnu Prio Pamungkas, S.Kom., M.Kom.
NIDN : 0321127201

Pembimbing II



Dani Yusuf, S.Kom., M.Kom.
NIDN : 0330067003

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Implementasi *Convolutional Neural Network*
Pada Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai
Melalui Citra Daun
Nama Mahasiswa : Budi Santoso
Nomor Pokok Mahasiswa : 201810225012
Program Studi/Fakultas : Informatika / Ilmu Komputer
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juli 2022

Jakarta, 26 Juli 2022

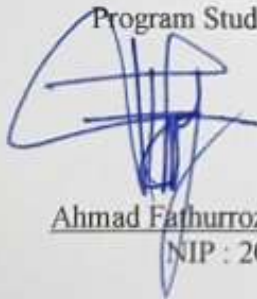
MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Wowon Priatna, ST., M.Ti
NIDN : 0429118007

Penguji I : Asep Ramdhani Mahbub, S.Kom.,
M.Kom
NIDN : 0329087703

Penguji II : R. Wisnu Prio Pamungkas, S.Kom.,
M.Kom.
NIDN : 0321127201

Ketua
Program Studi Informatika



Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I
NIP : 2012486

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Dra. Tyastuti Sri Lestari, M.M
NIP : 1408206



LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Budi Santoso
NPM : 201810225012
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : Implementasi *Convolutional Neural Network* Pada
Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai Melalui Citra Daun

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan **hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya**. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia bertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan dari pihak manapun.

Jakarta, 26 Juli 2022

Penulis



Budi Santoso

ABSTRAK

Budi Santoso. 201810225012. Implementasi *Convolutional Neural Network* Pada Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai Melalui Citra Daun. Penyakit tanaman merupakan salah satu ancaman menurunkan kualitas dan hasil panen budidaya tanaman pada sektor pertanian khususnya di wilayah Indonesia. Cabai merupakan salah satu tanaman budidaya terpenting dalam kebutuhan bahan pokok pangan terutama khususnya di negara Indonesia. Untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil harus mengetahui sejak dini penyakit tanaman, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman dengan menggunakan teknik *Deep learning* dengan metode *Convolution Neural Network* untuk mengklasifikasi penyakit cabai berdasarkan citra daun untuk memudahkan pencegahan dini terhadap penyakit cabai tersebut. Metode *Convolution Neural Network* dirancang dengan arsitektur terbaik dan diterapkan dapat meningkatkan akurasi untuk prediksi dalam pemrosesan citra data gambar, berdasarkan pelatihan klasifikasi *Convolution Neural Network* yang dilakukan pada citra daun sehat, virus gemini dan virus kerupuk mendapatkan tingkat akurasi sebesar 96, 36% dengan menggunakan arsitektur parameter dataset 80% : 20%, size 128 x 128 piksel, kernel 5x5, *optimizer Adam*, *epoch* 150 dan *batch size* 10.

Kata Kunci: CNN, *Deep learning*, Klasifikasi, Pengolahan Citra, *Convolutional Neural Network*.

ABSTRACT

Budi Santoso. 201810225012. *Implementation of Convolutional Neural Networks for Classification of Chili Plant Diseases Through Leaf Imagery.* Plant disease is one of the threats to reduce the quality and yield of crop cultivation in the agricultural sector, especially in the territory of Indonesia. Chili is one of the most important cultivated plants in the needs of staple foods, especially in Indonesia. To increase productivity and yield quality, it is necessary to identify plant diseases early on, therefore this study aims to identify diseases in plants using Deep learning techniques with the Convolution Neural Network method to classify chili diseases based on leaf image to facilitate early prevention of chili diseases. The Convolution Neural Network method is designed with the best architecture and is applied to increase accuracy for prediction in image data image processing, based on the Convolution Neural Network classification training carried out on images of healthy leaves, gemini virus and cracker virus getting an accuracy rate of 96.36% by using this architecture. dataset parameters 80% : 20%, size 128 x 128 pixels, kernel 5x5, Adam optimizer, epoch 150 and batch size 10.

Keywords: *CNN, Deep learning, Classification, Image Processing, Convolutional Neural Network.*

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Budi Santoso
NPM : 201810225012
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)**, atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Implementasi *Convolutional Neural Network* Pada Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai Melalui Citra Daun

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 26 Juli 2022
Yang Menyatakan



Budi Santoso
201810225012

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah robbil 'alamin, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa ta'ala*, Tuhan alam semesta yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam*, yang merupakan teladan dalam menjalankan kehidupan di dunia, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Implementasi Convolutional Neural Network* Pada Klafisikasi Penyakit Tanaman Cabai Melalui Citra Daun" dengan baik dan lancar sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan jenjang strata satu di jurusan informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan dan bimbingan serta kemurahan hati dari banyak pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Irjen Pol Purn Dr. Drs. H. Bambang Karsono, S.H., M.M, selaku Rektor Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
2. Ibu Dr. Dra. Triastuti Sri Lestari, M.M , selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Bapak Achmad Fathur Rhozi, S.E., M.M.S.I, selaku Ketua Program Studi Informatika, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
4. Bapak R. Wisnu Prio Pamungkas, S.Kom., M.Kom dan Dani Yusuf, S.Kom., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak membantu, memberikan arahan dan membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Informatika, Universitas Bhayngkara Jakarta Raya yang telah mengajari dan membagikan ilmu kepada saya dari awal kuliah hingga selesai, sehingga banyak mempeloreh pengalaman serta ilmu yang dapat saya tuangkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Kedua Orang Tua yang selalu menjadi semangat dan selalu mendoakan dan memberi nasihat serta telah banyak berjuang dan berkorban materi, tenaga dan pikiran agar anaknya dapat menyelesaikan perkuliahan dan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan Program Studi Informatika Angkatan 2018, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Angkatan yang menjadi tempat bertukar ilmu dan bertukar informasi akademik maupun non akademik serta berjuang bersama untuk menyelesaikan kuliah dan menyandar gelar sarjana.
8. Serta semua pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah banyak mendoakan, memberi motivasi serta membantu saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan tugas akhir ini, untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis mohon maaf atas segala kekurangan yang ada, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah *Subhanahu Wa ta'ala*. Semoga tugas akhir ini tidak hanya bermanfaat bagi penulis tetapi juga bermanfaat bagi para pembaca dimasa mendatang.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Jakarta, 26 Juli 2022



Budi Santoso

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Permasalahan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian.....	4
1.8 Metode Penelitian Dalam Pengolahan Data	5
1.9 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.1.1 Penelitian Menggunakan Metode CNN.....	7
2.1.2 Penelitian Tentang Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai.....	8
2.2 Cabai	11
2.2.1 Penyakit Virus Gemini	11

2.2.2 Penyakit Virus Kerupuk	12
2.2.3 Daun Sehat.....	13
2.3 Pengolahan Citra	14
2.4 Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>).....	16
2.5 <i>Deep learning</i>	17
2.6 Metode <i>Convolution Neural Network</i> (CNN).....	18
2.6.1 <i>Convolution Layer</i>	20
2.6.2 Fungsi Aktivasi.....	21
2.6.3 <i>Rectified Linier Unit (ReLU)</i>	21
2.6.4 Fungsi <i>Sigmoid</i>	22
2.6.5 <i>Pooling Layer</i>	22
2.6.6 <i>Fully Connected Layer</i>	23
2.6.7 <i>Softmax</i>	24
2.6.8 Algoritma Optimasi <i>Adam</i>	25
2.6.9 <i>Keras</i>	25
2.6.10 <i>Tensorflow</i>	26
2.6.11 Piksel (<i>Pixel</i>).....	26
2.6.12 Akurasi	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Alur Penelitian	28
3.2 Populasi dan Sampel	30
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	30
3.4 Variable dan Definisi Operasional.....	30
3.5 Metode Analisis Data.....	31
3.5.1 Analisi Sistem Berjalan	32
3.5.2 Analisis Sistem Usulan.....	32

3.6 Analisis Kebutuhan Sistem	33
3.6.1 Kebutuhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	33
3.6.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	34
3.7 Desain Sistem.....	34
3.7.1 <i>Input</i> Gambar	35
3.7.2 <i>Preprocessing</i> Citra	35
3.7.3 Implementasi CNN	36
3.7.4 <i>Output</i>	39
BAB IV PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI	43
4.1 Pengambilan Data	43
4.2 <i>Pre-processing</i> Data Citra.....	44
4.3 Pelabelan Kategori	44
4.4 Skenario Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i>	44
4.5 Pembuatan Model CNN	47
4.6 Membandingkan Nilai <i>Epoch</i>	48
4.7 Membandingkan Skenario Dataset	48
4.8 Hasil Klasifikasi Model Terbaik	52
4.9 Perancangan Sistem dan Implementasi.....	57
4.9.1 Perancangan Sistem.....	57
4.9.2 Implementasi	62
4.9.3 Hasil Uji Coba	65
BAB V PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Penelitian Menggunakan Metode CNN	7
Tabel 2. 2 Penelitian Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai	9
Tabel 2. 3 Perbedaan Dengan Penelitian Penulis.....	10
Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel.....	30
Tabel 4. 1 Skenario Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i>	45
Tabel 4. 2 Hasil Perbandingan Nilai <i>Epoch</i>	48
Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan Skenario Dataset	49
Tabel 4. 4 Hasil Tingkat Akurasi	57
Tabel 4. 5 Hasil Uji Coba.....	65



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Citra Jenis Penyakit Virus Gemini	12
Gambar 2. 2 Citra Jenis Penyakit Virus Kerupuk	13
Gambar 2. 3 Jenis Citra Daun Sehat	14
Gambar 2. 4 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	17
Gambar 2. 5 Ilustrasi <i>Convolution Neural Network</i>	18
Gambar 2. 6 Iustrasi Arsitektur CNN	19
Gambar 2. 7 Proses <i>Convolution Operation</i>	20
Gambar 2. 8 Fungsi Aktivasi <i>ReLU</i>	21
Gambar 2. 9 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Biner</i>	22
Gambar 2. 10 Aktivasi <i>Max pooling</i> dan <i>Avarage Pooling</i>	23
Gambar 2. 11 Aktivasi <i>Fully Connected</i>	24
Gambar 3. 1 Diagram Tahapan Penelitian	28
Gambar 3. 2 Sistem Laporan Masalah Tanaman	32
Gambar 3. 3 Sistem Usulan.....	33
Gambar 3. 4 Desain sistem.....	34
Gambar 3. 5 Arsitektur CNN	36
Gambar 3. 6 Simulasi CNN Model	37
Gambar 3. 7 <i>Confusion Matrix Model</i>	39
Gambar 3. 8 <i>Classification Report</i>	41
Gambar 3. 9 Hasil Klasifikasi	42
Gambar 3. 10 <i>Use Case Diagram</i>	57
Gambar 3. 11 <i>Activity Diagram User</i>	59
Gambar 3. 12 <i>Sequence Diagram User</i>	60
Gambar 4. 1 Dataset Dalam Satu Folder.....	43
Gambar 4. 2 <i>Output</i> Pelabelan Data.....	44
Gambar 4. 3 Skema Arsitektur CNN	49
Gambar 4. 4 <i>Output Summary</i> Model Terbaik.....	51
Gambar 4. 5 Grafik <i>Loss</i> (kiri) dan <i>Acuracy</i> (kanan).....	52
Gambar 4. 6 Hasil Prediksi Data <i>Testing</i>	52
Gambar 4. 7 <i>Confusion Matrix Model</i>	53

Gambar 4. 8 <i>Classification Report</i>	55
Gambar 4. 9 <i>Confusion Matrix Model</i>	56
Gambar 4. 10 <i>Class Diagram</i>	60
Gambar 4. 11 Tampilan Halaman Awal	61
Gambar 4. 12 Tampilan Prediksi Tanaman Sehat.....	61
Gambar 4. 13 Tampilan Prediksi Virus Gemini.....	62
Gambar 4. 14 Tampilan Hasil Prediksi Virus Kerupuk	62
Gambar 4. 15 Implementasi Halaman Awal	63
Gambar 4. 16 Implementasi Hasil Prediksi Tnaman Sehat.....	63
Gambar 4. 17 Implementasi Hasil Prediksi Virus Gemini.....	64
Gambar 4. 18 Implementasi Hasil Prediksi Virus Kerupuk.....	64



DAFTAR LAMPIRAN

1. Kartu Bimbingan
2. Dokumentasi Lapangan
3. Data Citra

