

**KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN PADA TANAMAN  
CABAI RAWIT MENGGUNAKAN TIGA MODEL  
ARSITEKTUR *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)**

**SKRIPSI**



Oleh :

**FAHMI ANUGRAH DANENDRA**

**NPM : 18081010128**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

**Judul** : KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN PADA  
TANAMAN CABAI RAWIT MENGGUNAKAN TIGA  
MODEL ARSITEKTUR *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK* (CNN)

**Oleh** : Fahmi Anugrah Danendra

**NPM** : 18081010128

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :  
Hari Kamis, Tanggal 26 Januari 2023

### Mengetahui

**Dosen Pembimbing**

**Dosen Penguji**

1.

1.

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom

NIP. 19820211 2021212 005

NIP. 19890705 2021212 002

2.

2.

Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom

Agung Mustika Rizki, S.Kom, M.Kom

NPT. 201198 31 223248

NIP. 19930725 2022031 008

### Menyetujui

**Dekan**

**Koordinator Program Studi**

**Fakultas Ilmu Komputer**

**Informatika**

Dr. Novirina Hendrasarie, S.T, M.T

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom

NIP. 19681126 199403 2 001

NIP. 19820211 2021212 005

## SURAT KETERANGAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fahmi Anugrah Danendra

NPM : 18081010128

Menyatakan bahwa judul skripsi yang saya ajukan dan kerjakan dengan judul

**“KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN PADA TANAMAN CABAI RAWIT MENGGUNAKAN TIGA MODEL ARSITEKTUR *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)”**

Bukan merupakan plagiat dari skripsi/tugas akhir/penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk atau *software* yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam daftar pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di UPN “Veteran” Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lain.

Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, 26 Januari 2023

Hormat saya,



**Fahmi Anugrah Danendra**

**NPM. 18081010128**

# KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN PADA TANAMAN CABAI RAWIT MENGGUNAKAN TIGA MODEL ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

**Nama Mahasiswa : Fahmi Anugrah Danendra**

**NPM : 18081010128**

**Program Studi : Informatika**

**Dosen Pembimbing : Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom.**

**Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom.**

## ABSTRAK

Kemajuan dalam bidang visi komputer menghadirkan peluang untuk meningkatkan praktik perlindungan tanaman dan memperluas pasar visi komputer di bidang pertanian. Cabai rawit merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta memiliki kandungan gizi yang tinggi. Salah satu penyakit yang sangat penting adalah penyakit virus yang menyerang daun cabai rawit yaitu virus kuning dan keriting. Strategi untuk melibatkan kemajuan mekanis di bidang visi komputer untuk tanaman salah satunya dengan memanfaatkan *deep learning* dengan memanfaatkan teknik klasifikasi citra digital yang kemudian menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN).

Pada penelitian ini, objek yang akan diteliti adalah daun cabai rawit dengan tiga macam jenis kelas yaitu daun yang sehat, daun yang terkena penyakit keriting, dan daun yang terkena penyakit kuning. Metode yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan menggunakan tiga model arsitektur berbeda yaitu ResNet34, AlexNet, dan SqueezeNet yang bertujuan untuk sebagai perbandingan akurasi yang tertinggi dari ketiga model tersebut. Hasil akurasi dari penelitian ini yang memiliki nilai akurasi terbaik dimiliki oleh model arsitektur ResNet34 dengan persentase akurasi sebesar 93% dan memiliki nilai rata – rata *running* selama 4720.960 detik.

**Kata kunci:** *Penyakit Daun Cabai Rawit, Convolutional Neural Network, ResNet34, AlexNet, SqueezeNet.*

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan keberkahan dan kesehatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian skripsi ini dengan judul

**“KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN PADA TANAMAN  
CABAI RAWIT MENGGUNAKAN TIGA MODEL  
ARSITEKTUR *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*  
(CNN)”**

Skripsi ini dibuat penulis untuk memenuhi mata kuliah skripsi sebagai syarat untuk menyelesaikan Strata Satu (S1) dari Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis berharap dengan adanya penyusunan skripsi ini dapat menambah ilmu baru dan wawasan yang bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan penelitian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan laporan skripsi ini, maka penulis sangat mengharapkan kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan.

Surabaya, 26 Januari 2023

**Penulis**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan keberkahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan kegiatan penelitian skripsi ini dengan baik. terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai macam pihak yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini. Secara khusus penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu.

Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada seluruh civitas akademika UPN “Veteran” Jawa Timur yang terdiri atas :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Novirina Hendrasarie, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur serta selaku Dosen Pembimbing satu yang telah memberikan banyak masukan serta membantu dengan sabar dalam membimbing penulis untuk pengerjaan skripsi serta jurnal penulis dengan maksimal. .
4. Bapak Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom, M.Kom. selaku Dosen Wali yang telah banyak membantu penulis dari awal perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi.
5. Ibu Intan Yuniar Purbasari, S.Kom, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing pra – skripsi. Penulis mengucapkan terima kasih karena telah menerima penulis untuk menjadi mahasiswa bimbingan dari sebelum dimulainya pra – skripsi dan membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi selama menjadi Dosen Pembimbing satu hingga beliau melanjutkan pendidikan S3 sehingga penulis harus mengganti Dosen Pembimbing satu.

6. Bapak Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing dua yang telah membantu penulis dengan sabar dalam proses pengerjaan skripsi penulis secara maksimal.
7. Seluruh Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas segala ilmu pengetahuan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan. Semoga penulis dapat mengamalkan ilmu pengetahuan yang telah diberikan dan akan menjadi bekal yang berguna bagi penulis untuk masa depan.

Lalu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

8. Papah dan Mamih yang telah memberikan dukungan secara materi dan non – materi sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
9. Nadianto Nugroho Rizky Abadi yang telah membantu penulis dengan meminjamkan laptop untuk proses pengerjaan skripsi ini dari awal hingga skripsi ini terselesaikan serta memberikan bantuan secara moral kepada penulis dari awal bertemu hingga saat ini.
10. Naufal Adli Nadhif, Ridho Aji Pangestu, Mohammad Faisal Rifiarrasyid yang telah membantu memberikan arahan kepada penulis dalam proses pengerjaan program dan laporan skripsi dengan baik.
11. Fayi Awaluddin Z., Wahyu Faishal F., Moh. Ainur Rofiq, Muhammad Hilal, M. Rafli Agung Subekti, Hamzah Dimas S. R., Angga D. S., Ilham Malik H., Iqbal A., Iqyan H.R., Bagas Cakra W. yang telah saling mengingatkan dan memberikan semangat dalam proses pengerjaan skripsi hingga terselesaikan.
12. Rekan – rekan Dag Industry yang telah memberikan semangat dan memberikan motivasi kepada penulis dengan turut membantu keinginan penulis untuk membangun sepeda motor *custom* sebagai acuan penulis agar dapat menyelesaikan skripsi. Semoga Dag Industry akan terus berjaya dalam dunia industri sepeda motor *custom*.

13. Cready C.G., M. Yusuf Abidin, serta rekan – rekan Warung Kopi Alang – Alang yang telah berusaha menghibur dan menyemangati penulis agar dapat menyelesaikan skripsi.
14. Unit Kegiatan Mahasiswa Veteran eSport UPN “Veteran” Jawa Timur, Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur (HIMATIFA UPN “Veteran” Jawa Timur) dan Badan Legislatif Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur (BLM FASILKOM UPN “Veteran” Jawa Timur) yang telah menjadi wadah bagi penulis untuk belajar berorganisasi, menambah relasi serta melatih manajemen yang dapat berguna bagi masa depan penulis.
15. Seluruh teman – teman angkatan 2018 Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah berjuang bersama dalam proses perkuliahan dari awal hingga selesai.



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
SURAT KETERANGAN ANTI PLAGIAT .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR KODE PROGRAM .....	xv
BAB I     PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II     TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2. Penyakit Daun Cabai Rawit .....	9
2.2.1. Penyakit Daun Keriting Kuning.....	10
2.2.2. Penyakit Daun Kuning .....	11
2.2.3. Penyakit Daun Keriting.....	12
2.2.4. Penyakit Bercak Daun.....	13
2.3. Pengolahan Citra .....	13

2.4.	Citra Digital .....	14
2.5.	Kecerdasan Buatan .....	15
2.6.	<i>Machine Learning</i> .....	16
2.7.	<i>Deep Learning</i> .....	16
2.8.	Jaringan Syaraf Tiruan .....	17
2.9.	<i>Convolutional Neural Network</i> .....	18
2.9.1.	Arsitektur CNN .....	18
2.9.2.	ResNet .....	22
2.9.3.	AlexNet .....	23
2.9.4.	SqueezeNet.....	24
2.9.5.	<i>Flatten</i> .....	24
2.9.6.	Fungsi Aktivasi .....	25
2.9.7.	<i>Softmax</i> .....	25
2.9.8.	<i>Adam Optimizer</i> .....	25
2.10.	<i>Transfer Learning</i> .....	26
2.10.1.	Pendekatan <i>Transfer Learning</i> .....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b> .....	<b>28</b>
3.1.	Kebutuhan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> .....	28
3.2.	Jenis dan Sumber Data .....	28
3.3.	Studi Pustaka .....	30
3.4.	Tahapan Penelitian .....	30
3.5.	Proses Pelatihan.....	31
3.6.	Pengumpulan Data .....	31
3.7.	Pra Proses .....	32
3.8.	Perancangan Metode CNN .....	32

3.9. Pelatihan Model.....	34
3.10. Pengujian Model.....	36
3.11. Skenario Uji Coba .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1. Penyiapan <i>Dataset</i> .....	39
4.2. Implementasi Proses.....	39
4.2.1. Menyiapkan Data dan Label .....	39
4.2.2. Pembagian Data .....	41
4.2.3. Pra Proses .....	42
4.2.4. Implementasi Model Arsitektur CNN.....	43
4.2.5. Pelatihan Model .....	51
4.2.6. Pengujian Model .....	56
4.2.7. Analisa Hasil Pengujian .....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
5.1. Kesimpulan.....	64
5.2. Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Jenis dan jumlah data pada citra .....	37
<b>Tabel 3.2</b> Parameter CNN.....	37
<b>Tabel 3.3</b> Variabel uji coba.....	37
<b>Tabel 3.4</b> Model Arsitektur CNN .....	38
<b>Tabel 4.1</b> Tabel Arsitektur CNN Model ResNet34.....	44
<b>Tabel 4.2</b> Tabel Arsitektur CNN Model AlexNet.....	47
<b>Tabel 4.3</b> Tabel Arsitektur CNN Model SqueezeNet .....	48
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Performa Pelatihan dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001.....	60
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Performa Pelatihan dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002.....	61
<b>Tabel 4.6</b> Hasil <i>Performance Metrics</i> dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001 ...	61
<b>Tabel 4.7</b> Hasil <i>Performance Metrics</i> dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002 ...	62
<b>Tabel 4.8</b> Hasil <i>F1 – Score</i> dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001 .....	62
<b>Tabel 4.9</b> Hasil <i>F1 – Score</i> dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002.....	63

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Ilustrasi dari <i>Flowchart Preprocessing</i> (Tsany & Dzaky, 2021). .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Arsitektur CNN (Maulana & Rochmawati, 2019). .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Perbedaan gejala yang ditimbulkan akibat infeksi penyakit daun keriting kuning.....	10
<b>Gambar 2.4</b> Penyakit Daun Kuning pada Daun Cabai Rawit .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Penyakit Daun Kuning pada Daun Cabai Rawit .....	12
<b>Gambar 2.6</b> Penyakit Bercak Daun pada Daun Cabai Rawit.....	13
<b>Gambar 2.7</b> Citra Digital (Anita Sindar RM Sinaga, 2017).....	14
<b>Gambar 2.8</b> Contoh gambaran <i>deep learning</i> (Gill, 2020). .....	17
<b>Gambar 2.9</b> Arsitektur CNN menggunakan model ResNet (He et al., 2016).....	19
<b>Gambar 2.10</b> Arsitektur CNN menggunakan model AlexNet (Satyo et al., 2021).....	19
<b>Gambar 2.11</b> Arsitektur CNN menggunakan model SqueezeNet (Irawan et al., 2021). .....	20
<b>Gambar 2.12</b> Ilustrasi proses <i>Convolutional Layer</i> . .....	20
<b>Gambar 2.13</b> Proses Konvolusi.....	21
<b>Gambar 2.14</b> Aktivasi ReLu .....	21
<b>Gambar 2.15</b> <i>Max – Pooling</i> .....	22
<b>Gambar 3.1</b> Contoh sampel data daun cabai rawit.....	29
<b>Gambar 3.2</b> Flowchart (A) Pelatihan, (B) Pengujian.....	30
<b>Gambar 3.3</b> Flowchart perancangan metode CNN .....	32
<b>Gambar 3.4</b> Arsitektur ResNet34.....	33

<b>Gambar 3.5</b> Arsitektur AlexNet .....	34
<b>Gambar 3.6</b> Arsitektur SqueezeNet.....	34
<b>Gambar 3.7</b> <i>Flowchart</i> pelatihan model .....	35
<b>Gambar 3.8</b> <i>Flowchart</i> pengujian model .....	36
<b>Gambar 4.1</b> Tampilan keseluruhan Data.....	40
<b>Gambar 4.2</b> Klasifikasi folder <i>dataset</i> .....	40
<b>Gambar 4.3</b> Grafik persentase <i>dataset</i> .....	41
<b>Gambar 4.4</b> Pembagian jumlah <i>dataset</i> .....	42
<b>Gambar 4.5</b> Citra awal daun cabai sehat, daun yang terkena penyakit keriting, daun yang terkena penyakit kuning, daun yang terkena penyakit <i>leafspot</i> , daun yang terkena penyakit <i>whitefly</i> .....	42
<b>Gambar 4.6</b> Contoh sampel citra yang akan digunakan untuk data latih....	43
<b>Gambar 4.7</b> Waktu tempuh iterasi yang dibutuhkan pada model arsitektur ResNet34 dengan nilai <i>learning rate</i> sebesar 0.0001 .....	51
<b>Gambar 4.8</b> Waktu tempuh iterasi yang dibutuhkan pada model arsitektur ResNet34 dengan nilai <i>learning rate</i> sebesar 0.0002 .....	51
<b>Gambar 4.9</b> Waktu tempuh iterasi yang dibutuhkan pada model arsitektur AlexNet dengan nilai <i>learning rate</i> sebesar 0.0001 .....	52
<b>Gambar 4.10</b> Waktu tempuh iterasi yang dibutuhkan pada model arsitektur AlexNet dengan nilai <i>learning rate</i> sebesar 0.0002 .....	52
<b>Gambar 4.11</b> Waktu tempuh iterasi yang dibutuhkan pada model arsitektur SqueezeNet dengan nilai <i>learning rate</i> sebesar 0.0001 .....	52
<b>Gambar 4.12</b> Waktu tempuh iterasi yang dibutuhkan pada model arsitektur SqueezeNet dengan nilai <i>learning rate</i> sebesar 0.0002.....	53
<b>Gambar 4.13</b> Grafik akurasi dan grafik <i>loss</i> pada model arsitektur ResNet34 dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001.....	53

<b>Gambar 4.14</b> Grafik akurasi dan grafik <i>loss</i> pada model arsitektur ResNet34 dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002.....	53
<b>Gambar 4.15</b> Grafik akurasi dan grafik <i>loss</i> pada model arsitektur AlexNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001.....	54
<b>Gambar 4.16</b> Grafik akurasi dan grafik <i>loss</i> pada model arsitektur AlexNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002.....	54
<b>Gambar 4.17</b> Grafik akurasi dan grafik <i>loss</i> pada model arsitektur SqueezeNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001.....	55
<b>Gambar 4.18</b> Grafik akurasi dan grafik <i>loss</i> pada model arsitektur SqueezeNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002.....	55
<b>Gambar 4.19</b> Hasil Klasifikasi citra kondisi daun cabai rawit.....	57
<b>Gambar 4.20</b> Tabel <i>Confusion Matrix</i> pada model ResNet34 dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001 .....	57
<b>Gambar 4.21</b> Tabel <i>Confusion Matrix</i> pada model ResNet34 dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002 .....	58
<b>Gambar 4.22</b> Tabel <i>Confusion Matrix</i> pada model AlexNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001 .....	58
<b>Gambar 4.23</b> Tabel <i>Confusion Matrix</i> pada model AlexNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002 .....	59
<b>Gambar 4.24</b> Tabel <i>Confusion Matrix</i> pada model SqueezeNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0001 .....	59
<b>Gambar 4.25</b> Tabel <i>Confusion Matrix</i> pada model SqueezeNet dengan nilai <i>learning rate</i> 0.0002 .....	60

## DAFTAR KODE PROGRAM

<b>Kode Program 4.1</b>	Kode Program Arsitektur CNN Model ResNet34.....	44
<b>Kode Program 4.2</b>	Kode Program Arsitektur CNN Model AlexNet.....	46
<b>Kode Program 4.3</b>	Kode Program Arsitektur CNN Model SqueezeNet ....	48