

**KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN TANAMAN BUAH
DAN SAYUR MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN
DAN *RANDOM FOREST***

SKRIPSI



Oleh :

MICHAEL JEFFRY SETIAWAN

19081010107

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2023**

KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN TANAMAN BUAH DAN SAYUR MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN DAN *RANDOM FOREST*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Dalam Menempuh Gelar Sarjana
Komputer Program Studi Informatika



Oleh :

MICHAEL JEFFRY SETIAWAN

19081010107

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**Judul : KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN TANAMAN BUAH DAN
SAYUR MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN DAN *RANDOM
FOREST***

**Oleh : MICHAEL JEFFRY SETIAWAN
NPM : 19081010107**

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Selasa, Tanggal 11 Juli 2023

Mengetahui

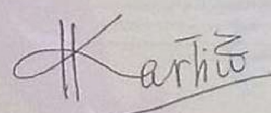
Dosen Pembimbing

1.

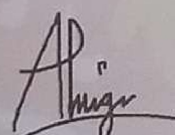

Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NIP. 19800907 2021211 005

Dosen Penguji

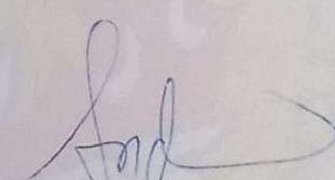
1.


Dr. Ir. Kartini, S.Kom, M.T
NIP. 19611110 1991032 001

2.


Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT
NPT. 222198 60 816400

2.

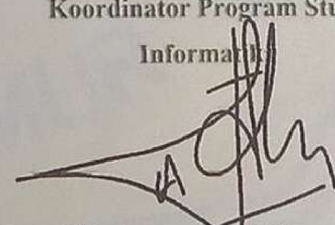

Andreas Nugroho Sihananto, S.Kom, M.Kom
NPT. 211199 00 412271

Menyetujui

**Dekan
Fakultas Ilmu Komputer**


Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

**Koordinator Program Studi
Informatika**


Fetty Tri Anggrahy, S.Kom, M.Kom
NIP. 19820211 2021212 005

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

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

Nama : Michael Jeffry Setiawan

NPM : 19081010062

Menyatakan bahwa laporan skripsi yang saya ajukan dan kerjakan, dengan
judul:

**“KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN TANAMAN BUAH DAN
SAYUR MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN DAN *RANDOM
FOREST* “**

Bukan merupakan plagiat dari skripsi/tugas akhir/penelitian orang lain dan
juga bukan merupakan produk atau *software* yang dibeli dari pihak lain. Saya juga
menyatakan bahwa skripsi ini adalah pekerjaan pribadi, kecuali yang dinyatakan
pada daftar pustaka dan tidak pernah diajukan sebagai 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 mempertanggungjawabkan.

Surabaya, 11 Juli 2023

Hormat saya,



MICHAEL JEFFRY SETIAWAN

NPM. 19081010107

Klasifikasi Penyakit Daun Tanaman Buah dan Sayur Menggunakan Algoritma CNN dan *Random Forest*

Nama Mahasiswa : Michael Jeffry Setiawan
NPM : 19081010107
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom., Dr. Eng. Ir.
Anggraini Puspita Sari, ST., MT.

ABSTRAK

Penyakit daun merupakan penyakit yang terjadi pada daun dan disebabkan oleh jamur ataupun bakteri yang tersebar melalui tanah, udara, ataupun air. Pada umumnya pengklasifikasian penyakit daun dilakukan dengan metode tradisional dengan melakukan pengamatan yang terjadi pada perubahan permukaan daun, metode ini memiliki kekurangan hasil kalsifikasi apabila dibandingkan metode pengklasifikasian menggunakan teknologi *machine learning* atau *deep learning* seperti CNN, *Fandom Forest*, *XGBoost* ataupun metode klasifikasi lainnya. Pada penelitian ini dilakukan proses pengklasifikasian menggunakan algoritma *random forest* berdasarkan data yang didapat dari ekstraksi fitur CNN, proses penelitian dilakukan dengan tahap pengumpulan data, pemilahan data, pelabelan data, pembuatan model CNN, ekstraksi fitur CNN, pembuatan model *Random Forest*, hingga pengujian program berdasarkan model *Random Forest* yang telah didapatkan untuk menentukan tingkat efektivitas metode algoritma ini dalam melakukan klasifikasi penyakit daun pada tanaman buah dan sayur.

Kata kunci: *convolutional neural network*, klasifikasi citra, penyakit daun, *random forest*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia, rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Klasifikasi Penyakit Daun Tanaman Buah dan Sayur Menggunakan Algoritma CNN dan *Random Forest*". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Dalam era digital yang semakin canggih, perkembangan teknologi berperan signifikan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk pertanian. Salah satu masalah yang kerap dihadapi oleh para petani adalah penyakit daun yang menyerang tanaman buah dan sayur. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi penyakit daun pada tanaman buah dan sayur yang akurat, efisien, dan dapat diandalkan dengan penerapan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dan *Random Forest*.

Sistem ini diharapkan mampu membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit daun dengan lebih cepat dan tepat, sehingga langkah-langkah pengendalian penyakit dapat segera dilakukan untuk mengurangi dampak kerugian yang mungkin ditimbulkan. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kemampuan petani dalam menghadapi permasalahan penyakit daun pada tanaman buah dan sayur.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Klasifikasi Penyakit Daun Tanaman Buah dan Sayur Menggunakan Algoritma CNN dan *Random Forest*". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di program studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom. selaku Ketua Jurusan Informatika Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
4. Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom, sebagai dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT, sebagai dosen pembimbing kedua yang telah memberikan masukan dan saran yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di program studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
7. Keluarga tercinta, orang tua, saudara dan saudari yang telah memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang tidak pernah putus dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Alif Ernanda Putra, Achmad Yuneda Alfajr, Achmad Dendy Prasongko sebagai sahabat yang telah membantu serta mendukung saya dalam proses perkuliahan di program studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
9. Teman-teman seperjuangan di program studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan skripsi ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menjadi inspirasi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
Ucapan Terimakasih.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Penyakit Daun	9
2.2.1 Apple Scab	9
2.2.2 <i>Apple Black Rot</i>	11
2.2.3 <i>Cedar Apple Rust</i>	12
2.2.4 <i>Cherry Powdery Mildew</i>	14
2.2.5 <i>Corn Cercospora Leaf Spot (Gray Leaf Spot)</i>	16
2.2.6 <i>Common Rust</i>	17
2.2.7 <i>Corn Northern Leaf Blight</i>	19
2.2.8 <i>Grape Black Rot</i>	21
2.2.9 <i>Grape Esca (Black Measles)</i>	24
2.2.10 <i>Grape Leaf Blight (Isariopsis Leaf Spot)</i>	25
2.2.11 <i>Bacterial Spot</i>	27
2.2.12 <i>Early Blight</i>	28
2.2.13 <i>Late Blight</i>	31
2.2.14 <i>Strawberry Leaf Scorch</i>	34
2.2.15 <i>Tomato Leaf Mold</i>	35
2.2.16 <i>Tomato Septoria Leaf Spot</i>	38

2.2.17	<i>Tomato Spider Mites (Two-Spotted Spider Mite)</i>	40
2.2.18	<i>Tomato Target Spot</i>	41
2.2.19	<i>Tomato Mosaic Virus</i>	42
2.2.20	<i>Tomato Yellow Leaf Curl Virus</i>	43
2.3	<i>Random Forest</i>	45
2.3.1	Penentuan jumlah pohon keputusan yang akan dibangun.....	47
2.3.2	Pemilihan sampel acak dari data training.....	48
2.3.3	Membangun setiap pohon keputusan secara independen.....	48
2.3.4	Penggunaan <i>bootstrap aggregating (bagging)</i>	49
2.3.5	Penentuan jumlah fitur	49
2.4	<i>Convolutional Neural Network</i>	52
2.4.1	<i>Convolutional Layer (Lapisan Konvolusi)</i>	53
2.4.2	<i>Polling Layer</i>	55
2.4.3	<i>Fully Connected Layer</i>	56
2.4.4	<i>Softmax Classifier</i>	58
2.4.5	<i>Adam Optimizer</i>	58
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		60
3.1	Pengumpulan Data	61
3.2	Filter Data.....	61
3.3	Pembagian Data	63
3.4	Model CNN.....	66
3.4.1	Lapisan Konvolusi	67
3.4.2	Lapisan Polling.....	69
3.4.3	<i>Dropout</i>	69
3.4.4	<i>Flatten</i>	70
3.4.5	<i>Dense Layer (FC Layer)</i>	70
3.4.6	<i>Adam Optimizer</i>	71
3.4.7	Ekstraksi CNN	71
3.5	Model Random Forest.....	72
3.6	Skenario Pengujian Program.....	75
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		76
4.1	Pendefinisian Label Data	76
4.2	Pengubahan Gambar Menjadi <i>Array</i>	77
4.3	Pembagian Data	80

4.4	Modelling CNN.....	80
4.4.1	Konvolusi 2D	82
4.4.2	Polling Layer	84
4.4.3	<i>Batch Normalization</i>	85
4.4.4	<i>Dropout</i>	85
4.4.5	<i>Flatten</i>	86
4.4.6	<i>Dense Layer</i>	86
4.5	Pelatihan Model CNN	88
4.6	Ekstraksi Fitur CNN.....	88
4.7	Klasifikasi CNN	90
4.8	Klasifikasi <i>Random Forest</i>	93
4.8.1	<i>Node</i>	95
4.8.2	<i>Decision Tree</i>	96
4.8.3	<i>Random Forest</i>	98
4.9	Pengujian Program	104
BAB V PENUTUP.....		106
5.1	Kesimpulan	106
5.2	Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA		108
Lampiran I.....		114
Lampiran II.....		118
Lampiran III		121
Lampiran IV		122
Lampiran V		124
Lampiran VI.....		127
Lampiran VII.....		128
Lampiran VIII		130
BIODATA PENULIS		134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Apple Scab</i>	9
Gambar 2. 2 <i>Apple Black Rot</i>	11
Gambar 2. 3 <i>Cedar Apple Rust</i>	13
Gambar 2. 4 <i>Cherry Powdery Mildew</i>	15
Gambar 2. 5 <i>Gray Leaf Spot</i>	16
Gambar 2. 6. <i>Common Rust</i>	18
Gambar 2. 7 <i>Corn Northern Leaf Blight</i>	20
Gambar 2. 8 <i>Grape Black Rot</i>	22
Gambar 2. 9 <i>Grape Esca</i>	24
Gambar 2. 10 <i>Grape Leaf Blight</i>	26
Gambar 2. 11 <i>Bacterial spot</i> pada tanaman persik	27
Gambar 2. 12 <i>Bacterial spot</i> pada tanaman paprika	27
Gambar 2. 13 <i>Bacterial spot</i> pada tanaman tomat	28
Gambar 2. 14 <i>Early blight</i> pada tanaman kentang.....	29
Gambar 2. 15 <i>Early blight</i> pada tanaman tomat	29
Gambar 2. 16 <i>Late blight</i> pada tanaman kentang.....	31
Gambar 2. 17 <i>Late blight</i> pada tanaman tomat	32
Gambar 2. 18 <i>Strawberry leaf scorch</i>	34
Gambar 2. 19 <i>Tomato leaf mold</i>	35
Gambar 2. 20 <i>Septoria leaf spot</i>	38
Gambar 2. 21 <i>Tomato spider mites</i>	40
Gambar 2. 22 <i>Tomato target spot</i>	41
Gambar 2. 23 <i>Tomato mosaic virus</i>	42
Gambar 2. 24 <i>Tomato yellow leaf curl virus</i>	44
Gambar 2. 25 <i>Random Forest</i>	46
Gambar 2. 26 Lapisan Konvolusi.....	53
Gambar 2. 27 FC Layer.....	57
Gambar 3. 1 Alur Metodologi Penelitian.....	60
Gambar 3. 2 Contoh gambar data latih	65
Gambar 3. 3 Contoh gambar data uji	66
Gambar 3. 4 Lapisan pada arsitektur model CNN	67
Gambar 3. 5 Nilai Pixel RGB <i>dataset</i> Penyakit daun	68
Gambar 3. 6 Hasil <i>Convolution</i>	69
Gambar 3. 7 Hasil <i>Convolution</i>	69
Gambar 3. 8 Hasil <i>Convolution</i>	69
Gambar 3. 9 Ilustrasi proses Flatten.....	70
Gambar 3. 10 Ilustrasi proses <i>dense + softmax</i>	70
Gambar 3. 11 Pohon Keputusan <i>Node X2</i>	74
Gambar 3. 12 Pohon Keputusan <i>Node X4</i>	74
Gambar 3. 13 Pohon Keputusan Akhir	74
Gambar 4. 1 Contoh hasil Ekstraksi CNN	90
Gambar 4. 2 Grafik Pelatihan Model CNN <i>Split Data</i> 60:40	93

Gambar 4. 3 Grafik Pelatihan Model CNN <i>Split Data</i> 70:30	93
Gambar 4. 4 Grafik Pelatihan Model CNN <i>Split Data</i> 80:20	94
Gambar 4. 5 Grafik Pelatihan Model CNN <i>Split Data</i> 85:15	94
Gambar 4. 6 Grafik Pelatihan Model CNN <i>Split Data</i> 90:10	94
Gambar L2. 1 Nilai Pixel RGB <i>dataset</i> Penyakit Daun.....	118
Gambar L3. 1 Hasil <i>Convolution</i>	121
Gambar L3. 2 Perhitungan <i>Maxpooling</i>	121
Gambar L4. 1 Ilustrasi proses <i>dense + softmax</i>	122
Gambar L5. 1 <i>Confussion</i> Matriks	125
Gambar L7. 1 Pohon Keputusan <i>Node</i> 1.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil Output Total perhitungan konvolusi Red Green Blue.....	68
Tabel 3. 2 Data Training Asli.....	73
Tabel 3. 3 Perhitungan Node 1.....	73
Tabel 4. 1 Hasil Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> , dan <i>F1-Score</i> CNN.....	92
Tabel 4. 2 Hasil Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> , <i>F1-Score</i> CNN + <i>Random Forest</i>	104
Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan CNN dan CNN + <i>Random Forest</i>	105
Tabel L1. 1 Data hasil pengumpulan data.....	114
Tabel L2.1 Nilai Matriks Pengkali.....	118
Tabel L2. 2 Hasil tahapan perhitungan konvolusi <i>Channel Red</i>	120
Tabel L2. 3 Hasil tahapan perhitungan konvolusi <i>Channel Green</i>	120
Tabel L2. 4 Hasil tahapan perhitungan konvolusi <i>Channel Blue</i>	120
Tabel L2. 5 Hasil <i>Output</i> Total perhitungan konvolusi <i>Red Green Blue</i>	120
Tabel L6. 1 Data <i>Training</i> Asli.....	127
Tabel L6. 2 <i>Dataset Bootstrap</i>	127
Tabel L7. 1 Tabel Perhitungan Node 1	128
Tabel L8. 1 Data Hasil Klasifikasi Salah CNN + <i>Random Forest</i>	130