

**KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN APEL DENGAN
ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI



Oleh :

CHILYATUN NISA'

NPM. 17081010050

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2021**

**KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN APEL DENGAN
ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI



Oleh :

CHILYATUN NISA'

NPM. 17081010050

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**Judul : KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN APEL DENGAN
ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

Oleh : CHILYATUN NISA'

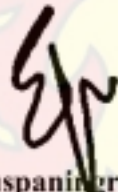
NPM : 17081010050

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Jumat, Tanggal 15 Januari 2021

Mengetahui

Dosen Pembimbing

1.



Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8907 13 0346 1

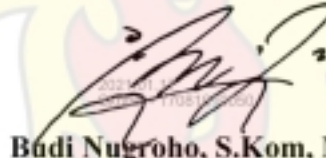
2.



Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom
NPT. 201198 31 223248

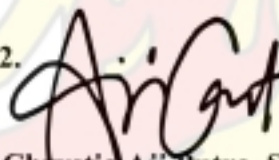
Dosen Penguji

1.



Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

2.



Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T
NPT. 3 8610 10 0296 1


Menyetujui

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer

Koordinator Program Studi
Informatika




Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT
NIP. 19650731 199203 2 001


Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Chilyatun Nisa'

NPM : 17081010050

Menyatakan bahwa Judul Skripsi/ Tugas Akhir yang Saya ajukan dan kerjakan, yang berjudul :

“Klasifikasi Citra Penyakit Daun Apel Dengan Algoritma *Convolutional Neural Network*”

Bukan merupakan plagiat dari Skripsi/ Tugas Akhir/ Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan atau *software* yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/ Tugas Akhir ini adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional “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, 15 Januari 2021

Hormat Saya,



CHILYATUN NISA'

NPM. 1708101050

KLASIFIKASI CITRA PENYAKIT DAUN APEL DENGAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Nama Mahasiswa : Chilyatun Nisa'
NPM : 17081010050
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom
Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom

ABSTRAK

Tanaman apel (*Malus sylvestris*) merupakan salah satu tanaman yang menjadi komoditas perekonomian. Menurut data produksi buah-buahan di Indonesia, produksi apel tahun 2017 mengalami penurunan sebesar 3,3% dari tahun 2016. Hal itu disebabkan oleh beragam penyakit yang sering terjadi pada produksi apel, terutama bagian daun. Berbagai macam cara telah dilakukan untuk mendeteksi penyakit daun apel, salah satunya dengan melakukan pengolahan citra digital.

Pada penelitian ini Penulis mengusulkan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* sebagai pengekstrak fitur dan pengklasifikasi citra berwarna daun apel. *CNN* dipilih karena dapat melakukan klasifikasi fitur gambar yang efektif dan otomatis daripada ekstraksi fitur metode tradisional. *Dataset* yang digunakan adalah *Plant Pathology 2020 - FGV C7*. *Dataset* tersebut berisi empat kategori citra berdasarkan jenis penyakit daun apel yaitu *healthy*, *multiple diseases*, *rust*, dan *scab* dengan jumlah 1.821 data. Data citra terlebih dahulu di pra proses sebelum masuk ke tahap klasifikasi, algoritma *CNN* dilatih pada data latih dan pengujian performa pada data uji dengan rasio 70:30 dari keseluruhan data.

Hasilnya *CNN* yang memiliki 8, 16, 32 *filter* pada lapisan konvolusi dan 1024 node pada lapisan tersembunyi memiliki performa paling baik jika dibandingkan dengan *CNN* yang memiliki jumlah *filter* dan node lainnya. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata presisi sebesar 0,88, nilai *recall* sebesar 0,7925, dan *F1-score* sebesar 0,83 serta nilai akurasi ujinya sebesar 92%.

Kata Kunci : Klasifikasi, Algoritma *Convolutional Neural Network*, Pengolahan Citra Digital, Penyakit Daun Apel, Sistem Deteksi Penyakit Daun Apel

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kepada Allah *Subhaanahu wa ta'aalaa* yang telah memberi iman, kesabaran, kekuatan, serta semua kenikmatan yang diberikan kepada Penulis. Karena hanya dengan ridho-Nya lah Penulis mampu berfikir dan mampu menyelesaikan skripsi dengan judul :

“Klasifikasi Citra Penyakit Daun Apel Dengan Algoritma *Convolutional Neural Network*”

Banyak dukungan dan bantuan yang didapatkan selama penelitian hingga akhirnya mampu menyelesaikan Penulisan laporan skripsi ini. Dengan rasa hormat, ucapan terima kasih Penulis kepada seluruh pihak terkait yang turut membantu dan terlibat dalam penyusunan laporan ini dari awal hingga akhir, *jazakumullahu khairan katsiran*.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan pengetahuan dan kemampuan Penulis. Oleh karena itu, Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari semua pihak dalam penyempurnaan laporan skripsi ini.

Surabaya, 15 Januari 2021

Chilyatun Nisa'

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan izin dan ridho Allah *Subhaanahu wa ta'ala* penelitian dan laporan ini berhasil terselesaikan. Selain itu, dengan segala hormat, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada seluruh pihak terkait yang telah membantu atas selesainya laporan skripsi ini. Tanpa bantuan dan dukungan mereka, laporan ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Ibu, Bapak, Mbak, dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, kasih dan sayang serta kesabaran hingga segala bentuk masukannya selama ini dan selalu menghibur ketika di rumah.
2. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom selaku Dosen Pembimbing 1 dan Kepala Laboratorium SCR yang dengan sabar membimbing, mengarahkan serta memberikan masukan sejak awal penelitian ini berlangsung hingga akhir.
5. Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom selaku Dosen Pembimbing 2 dengan sabar membimbing, mengarahkan serta memberikan masukan sejak awal penelitian ini berlangsung hingga akhir.
6. Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom dan Chrystia Aji, S.Kom, M.T selaku Dosen

Penguji skripsi saya yang telah memberikan arahan serta pelajaran yang berharga dalam pendidikan dan kehidupan.

7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah mendidik dan memberikan ilmunya sehingga Penulis memiliki bekal untuk dapat melakukan penelitian ini.
8. Agen Neptunus, yang telah membantu saya menyelesaikan skripsi ini serta memberikan banyak wawasan baru dan pengalaman hidup.
9. Rahayu dan Fero sebagai orang yang mengisi hari-hari saat menjadi anak kos. Terima kasih banyak atas perhatian, dukungan dan kenangan yang berharga selama merantau di Surabaya.
10. Tim *Work* (*Ex*-P penghuni Lab. JarKom 2017-2018). Terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya, serta canda tawa yang menghibur selama kuliah di UPN.
11. Keluarga besar HIMATIFA 2020-2021, khususnya Departemen Pendidikan. Terima kasih atas kerjasamanya, ingat dimanapun kita harus jadi bermanfaat!
12. Teman seperjuangan yang ada dimanapun yang selalu mengingatkan, menghibur, dan menyemangati dalam pengerjaan skripsi ini. Tak lupa juga, ucapan terima kasih ini Penulis sampaikan kepada teman-teman angkatan 2017 dan kakak maupun adik tingkat serta pihak-pihak lain yang terkait yang tidak disebutkan atas segala bentuk kepeduliannya dalam pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR RUMUS	xi
DAFTAR KODE	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Pembelajaran Mesin	8
2.3 Pengolahan Citra.....	9
2.4 Pencitraan Digital.....	10
2.5 Penyakit Daun Apel	12
2.6 Jaringan Saraf Tiruan.....	14
2.7 <i>Convolutional Neural Network</i>	16
2.7.1 Lapisan Konvolusi.....	18

2.7.2 Lapisan <i>Pooling</i>	19
2.7.3 Lapisan <i>Fully-Connected</i>	20
2.7.4 <i>Dropout Regulation</i>	20
2.7.5 Fungsi Aktivasi <i>Softmax</i>	21
2.7.6 Fungsi Kerugian <i>Cross-Entropy</i>	21
2.7.7 Proses Propagasi Balik pada <i>CNN</i>	22
2.8 <i>Deployment Model</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tahapan Penelitian	25
3.2 Studi Literatur	26
3.3 Pengumpulan Data.....	27
3.4 Praproses Data	28
3.5 Perancangan Algoritma <i>CNN</i>	31
3.6 Pelatihan Model.....	33
3.7 Pengujian Model.....	34
3.8 Evaluasi Model.....	35
3.9 Skenario Pengujian.....	36
3.10 Menanam Model pada Aplikasi.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Implementasi Program.....	38
4.1.1 Praproses Data.....	39
4.1.2 Lapisan konvolusi.....	41
4.1.3 Lapisan <i>Pooling</i>	42
4.1.4 Inisialisasi parameter algoritma dan arsitektur <i>CNN</i>	42

4.1.5 Proses Pelatihan Model Algoritma <i>CNN</i>	43
4.1.6 Proses Pengujian Model Algoritma <i>CNN</i>	48
4.1.7 Evaluasi Model.....	48
4.1.8 Menyimpan Model Hasil Pembelajaran.....	49
4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan	49
4.2.1 <i>Confusion Matrix</i>	49
4.2.2 Evaluasi Metrik Pengujian	53
4.3 <i>Deploy</i> Model pada Aplikasi	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
BIODATA PENULIS	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teknik pembelajaran mesin	8
Gambar 2.2 Perbandingan hasil sebelum dan sesudah pengolahan citra.....	10
Gambar 2.3 Representasi citra digital dalam 2 dimensi.....	12
Gambar 2.4 Daun apel sehat.....	12
Gambar 2.5 Daun apel <i>scab</i>	13
Gambar 2.6 Daun apel <i>rust</i>	14
Gambar 2.7 Daun apel <i>multiple diseases</i>	14
Gambar 2.8 Arsitektur sederhana sebuah <i>neuron</i>	15
Gambar 2.9 Struktur sederhana jaringan saraf tiruan.....	16
Gambar 2.10 Arsitektur <i>CNN</i>	18
Gambar 2.11 Ilustrasi proses pada lapisan konvolusi.....	19
Gambar 2.12 Ilustrasi proses pada lapisan <i>pooling</i>	19
Gambar 2.13 Ilustrasi lapisan <i>fully-connected</i>	20
Gambar 2.14 Ilustrasi <i>dropout regulation</i>	21
Gambar 2.15 Ilustrasi proses <i>backpropagation</i>	23
Gambar 2.16 Ilustrasi proses <i>deploy</i> model pada aplikasi.....	24
Gambar 3.1 Diagram tahapan penelitian.....	25
Gambar 3.2 Sampel citra berwarna daun sehat.....	27
Gambar 3.3 Sampel citra berwarna daun berpenyakit.....	28
Gambar 3.4 Tahapan praproses citra.....	29
Gambar 3.5 Ilustrasi proses <i>SMOTE</i>	30
Gambar 3.6 Ilustrasi arsitektur <i>CNN</i> yang diusulkan.....	31
Gambar 3.7 Diagram alir proses algoritma <i>CNN</i> yang diusulkan.....	32

Gambar 3.8 Diagram alir proses pelatihan model.....	33
Gambar 3.9 Diagram alir proses pengujian model.....	34
Gambar 4.1 Diagram pai persebaran data sebelum dilakukan <i>SMOTE</i>	40
Gambar 4.2 Diagram pai persebaran data sesudah dilakukan <i>SMOTE</i>	41
Gambar 4.3 Grafik pelatihan skenario pertama.....	44
Gambar 4.4 Grafik pelatihan skenario kedua.....	45
Gambar 4.5 Grafik pelatihan skenario ketiga.....	45
Gambar 4.6 Grafik pelatihan skenario keempat.....	46
Gambar 4.7 Grafik pelatihan skenario kelima.....	47
Gambar 4.8 Grafik pelatihan skenario keenam.....	47
Gambar 4.9 Masukan data daun yang hendak dideteksi penyakitnya.....	55
Gambar 4.10 Hasil deteksi penyakit daun apel.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Confusion matrix</i>	35
Tabel 4.1 <i>Confusion matrix CNN</i> dengan 8, 16, 32 <i>filter</i> dan 256 node	50
Tabel 4.2 <i>Confusion matrix CNN</i> dengan 8, 16, 32 <i>filter</i> dan 512 node	50
Tabel 4.3 <i>Confusion matrix CNN</i> dengan 8, 16, 32 <i>filter</i> dan 1024 node	51
Tabel 4.4 <i>Confusion matrix CNN</i> dengan 16, 32, 64 <i>filter</i> dan 256 node	51
Tabel 4.5 <i>Confusion matrix CNN</i> dengan 16, 32, 64 <i>filter</i> dan 512 node	52
Tabel 4.6 <i>Confusion matrix CNN</i> dengan 16, 32, 64 <i>filter</i> dan 1024 node	52
Tabel 4.7 Evaluasi metrik <i>CNN</i> yang menggunakan <i>filter</i> 8, 16, 32 dan 256 node lapisan tersembunyi.....	53
Tabel 4.8 Evaluasi metrik <i>CNN</i> yang menggunakan <i>filter</i> 8, 16, 32 dan 512 node lapisan tersembunyi.....	53
Tabel 4.9 Evaluasi metrik <i>CNN</i> yang menggunakan <i>filter</i> 8, 16, 32 dan 1024 node lapisan tersembunyi.....	54
Tabel 4.10 Evaluasi metrik <i>CNN</i> yang menggunakan <i>filter</i> 16, 32, 64 dan 256 node lapisan tersembunyi.....	55
Tabel 4.11 Evaluasi metrik <i>CNN</i> yang menggunakan <i>filter</i> 16, 32, 64 dan 512 node lapisan tersembunyi.....	55
Tabel 4.12 Evaluasi metrik <i>CNN</i> yang menggunakan <i>filter</i> 16, 32, 64 dan 1024 node lapisan tersembunyi.....	56

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	11
Rumus 2.2	11
Rumus 2.3	11
Rumus 2.4	22
Rumus 3.1	30
Rumus 3.2	32
Rumus 3.3	33
Rumus 3.4	35
Rumus 3.5	35
Rumus 3.6	36
Rumus 3.7	36

DAFTAR KODE

Kode Program 4.1 Praproses data	39
Kode Program 4.2 Lapisan konvolusi	41
Kode Program 4.3 Lapisan <i>pooling</i>	42
Kode Program 4.4 Inisialisasi parameter dan arsitektur <i>CNN</i>	42
Kode Program 4.5 Proses pelatihan <i>CNN</i>	43
Kode Program 4.6 Proses pengujian <i>CNN</i>	48
Kode Program 4.7 Evaluasi model	48
Kode Program 4.8 Menyimpan model hasil pembelajaran	49