



**KLASIFIKASI LAPISAN LILIN PADA BUAH APEL
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN
METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Indo Global Mandiri**

**Oleh
DWI OKTA ALVIRA
NPM: 2019310063
(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
JULI 2023**

**KLASIFIKASI LAPISAN LILIN PADA BUAH APEL
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN
METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI



Oleh:

**NPM : 2019.31.0063
NAMA : DWI OKTA ALVIRA
JENJANG STUDI : STRATA SATU (S1)
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER**

**PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
JULI 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**KLASIFIKASI LAPISAN LILIN PADA BUAH APEL
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN
METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

Oleh
Dwi Okta Alvira
NIM: 2019310063
(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)

Universitas Indo Global Mandiri

Menyetujui
Tim Pembimbing

Palembang, 21 Juli 2023

Pembimbing 1



Rachmansyah, M.Kom
NIK.2020.01.02.90

Pembimbing 2



Ricky Maulana Fajri, S.Kom., M.Sc
NIK.2016.01.02.20

Mengetahui
Dekan

FAKULTAS ILMU KOM & SAINS



Rudi Heriansyah, S.T., M.Eng., Ph.D
NIK.2022.01.0315

LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI

Pada hari ini Jumat Tanggal 21 Juli 2023 telah dilaksanakan Ujian Skripsi oleh Program Studi Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indo Global Mandiri Palembang.

Menyetujui
Tim Penguji

Palembang 21 Juli 2023

Ketua Penguji



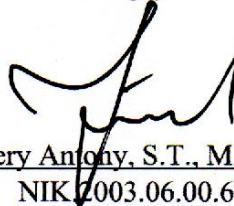
Rachmansyah, M.Kom
NIK.2020.01.02.90

Penguji 1



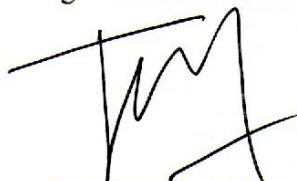
Ir. Hastha Sunardi, M.T
NIK.2005.01.00.72

Penguji 2



Fery Antony, S.T., M.Kom
NIK.2003.06.00.67

Mengetahui
Ketua Program Studi Sistem Komputer



Tasmi, S.Si., M.Kom
NIK.2017.01.02.30

SURAT KETERANGAN REVISI SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

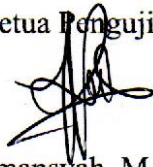
Nama : Dwi Okta Alvira
NPM : 2019310063
Judul Skripsi : Klasifikasi Lapisan Lilin pada Buah Apel Menggunakan
Pengolahan Citra Digital dengan Metode *Convolutional Neural
Network*

Mahasiswa yang namanya tercantum diatas, telah selesai merevisi penulisan skripsi.

Menyetujui
Tim Penguji

Tanggal 24 Juli 2023

Ketua Penguji



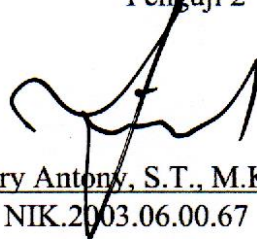
Rachmansyah, M.Kom
NIK.2020.01.02.90

Penguji 1



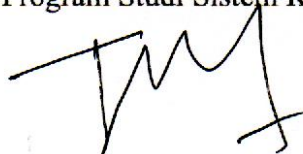
Ir. Hastha Sunardi, M.T
NIK.2005.01.00.72

Penguji 2



Fery Antony, S.T., M.Kom
NIK.2003.06.00.67

Mengetahui
Ketua Program Studi Sistem Komputer



Tasmi, S.Si., M.Kom
NIK.2017.01.02.30

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

“Where there is a will there is a way”

وَالِى رَّبِّكَ فَارْغَبْ

(QS. Al-Insyirah 94: Ayat 8)

Persembahan

Kepada Kedua Orangtua, Bapak Fathul Hoiri dan Ibu Kurnaini serta saudari-saudari saya, Ika Savira, Tri Suci Olga Nabila dan Al-ya Khoirunisya serta seluruh keluarga besar tercinta, teman-teman seperjuangan yang tidak dapat disebutkan namanya yang telah memberikan dukungan lahir dan batin semoga Allah senantiasa membersamai dan menjaga kita semua.

ABSTRAK

KLASIFIKASI LAPISAN LILIN PADA BUAH APEL MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Buah-buahan merupakan salah satu dari macam komoditas pada sektor pertanian yang sangat rentan akan pembusukan salah satu nya adalah buah apel. Kualitas pada buah dapat dilihat dari berbagai faktor yaitu ukuran, warna, kondisi, tekstur, nilai nutrisi dan citarasa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara kualitas dari citra buah apel yang mengandung lapisan lilin dengan kualitas citra yang tidak mengandung lapisan lilin. Proses identifikasi lapisan lilin pada buah apel ini dapat dilakukan dengan menggunakan pengolahan citra digital atau yang sering dikenal *Image Processing* dengan melakukan proses ekstraksi citra menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik yang mirip dengan fungsi otak manusia dalam bentuk matematika dan menjalankan proses perhitungan secara paralel. Penelitian ini melakukan uji identifikasi citra menggunakan *deep learning convolutional neural network*, dengan menggunakan dua proses yaitu *training* dan *testing* untuk melakukan uji akurasi dengan menggunakan 200 data citra 100 citra buah apel dengan kandungan lilin dan 100 citra buah apel yang tidak terkandung lilin dan memiliki 100 data citra sebagai data testing 50 untuk yang terkandung apel dan 50 yang tidak terkandung lilin. Hasil yang telah didapatkan pada penelitian ini adalah akurasi 98% untuk proses *training* dan 97.50% untuk proses *testing* yang telah dilakukan menggunakan 10 epoch.

Kata Kunci: Buah Apel, Pengolahan Citra, CNN.

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF WAX COATING ON APPLES USING DIGITAL IMAGE PROCESSING WITH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHOD

Fruits are one of the types of commodities in the agricultural sector that are very susceptible to decay, one of which is apples. The quality of the fruit can be seen from various factors, namely size, color, condition, texture, nutritional value and taste. This study aims to determine the difference between the quality of the image of an apple that contains a wax layer and the quality of an image that does not contain a layer of wax. The process of identifying the wax coating on apples can be done using digital image processing or what is often known as Image Processing by performing an image extraction process using the Artificial Neural Network method. An Artificial Neural Network is an information processing system that has characteristics similar to the functions of the human brain in the form of mathematics and performs computation processes in parallel. This study conducted an image identification test using a deep learning convolutional neural network, using two processes, namely training and testing to perform an accuracy test using 200 image data, 100 images of apples with wax content and 100 images of apples that do not contain wax and has 100 data. imagery as testing data 50 for those containing apples and 50 for those not containing wax. The results obtained in this study are 98% accuracy for the training process and 97.50% for the testing process which has been carried out using 10 epochs.

Keywords: Apples, Image Processing, CNN.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Saya ucapkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala berkat Rahmat dan Hidayah-Nyalah akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik tepat pada waktunya, tidak lupa shalawat serta salam selalu dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi Wassallam beserta keluarga sahabat para pengikut dan insyaallah kita semua hingga akhir zaman.

Skripsi yang penulis buat dengan judul “**KLASIFIKASI LAPISAN LILIN PADA BUAH APEL MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***” disusun guna memenuhi syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana (S1) pada Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indo Global Mandiri Palembang.

Tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan yang diberikan selama penyusunan skripsi ini kepada

1. Kedua Orang Tua, Ayah Fathul Hoiri dan Ibu Kurnaini serta saudari-saudari saya Ika Savira, Tri Suci Olga Nabila dan Al-ya Khoirunnisya dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, semangat serta dukungan.
2. Dr. H. Marzuki Alie, SE., MM selaku Rektor Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
3. Rudi Heriansyah, S.T., M.Eng, Ph.D Sebagai Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
4. Tasmi S.Si., M.Kom Sebagai Ketua Program Studi Sistem Komputer.
5. Rachmansyah, S.Kom., M.Kom Sebagai Dosen Pembimbing I dan Pembimbing Akademik.
6. Ricky Maulana Fajri, S.Kom., M.Sc Sebagai Dosen Pembimbing II.
7. Seluruh dosen program studi Sistem Komputer yang telah memberi ilmu kepada saya.
8. Kepada Sahabat Karib seperjuangan *Rich* Aunty (A.A Malati, Artati dan Inka Gustin).

9. Kepada yuk da (Usda Nilawati) yang telah begitu baik hati membantu dan memberikan banyak saran selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
10. Dwi Okta Alvira, atas kerja keras dan semangat juang menghadapi dan berproses selama pengerjaan tugas akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan (Ridho Ibrani, Satra Nurdi, Regi Safikri, M.Rafli, M. Reza, Raziq, Bagindo Rafli, M.Arigoh Waluyo, Dina Oganita, Karin Carmelita).
12. Seluruh teman-teman Angkatan 2019 dan Kakak Tingkat Angkatan 2017-2018.
13. Seluruh teman-teman yang telah membantu baik dari segi materil dan moril selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu dibutuhkan kritik dan saran untuk perbaikan dan pengembangan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, terima kasih.

Palembang, 21 Juli 2023



Dwi Okta Alvira

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL LUAR.....	
HALAMAN JUDUL DALAM.....	
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI.....	ii
SURAT KETERANGAN REVISI SKRIPSI.....	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4.1 Tujuan.....	2
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Buah Apel.....	5
2.2 Pelapisan Lilin.....	5
2.3 Pengolahan Citra Digital	5
2.4 <i>Machine Learning</i>	6
2.5 Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>)	8
2.6 <i>Deep Learning</i>	10
2.7 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	11
2.7.1 Arsitektur Jaringan CNN.....	12
2.7.2 <i>Confusion Matrix</i>	15

2.8	Google Colaboratory	16
2.9	Python	17
2.10	<i>Flowchart</i>	17
2.11	Penelitian Terdahulu	18
BAB III	METODE PENELITIAN	22
3.1	Metode Penelitian.....	22
3.2	Identifikasi Masalah.....	23
3.3	Pengumpulan Data	23
3.3.1	<i>Dataset</i>	24
3.3.2	Metode Pengumpulan Data	25
3.4	Pengolahan Data.....	26
3.4.1	Persiapan <i>Hardware</i>	26
3.4.2	Persiapan <i>Software</i>	26
3.4.3	Desain Sistem.....	26
3.4.4	<i>Data Preprocessing</i>	28
3.4.5	<i>Training</i>	29
3.4.6	<i>Testing</i>	32
3.4.7	Proses Pengujian (<i>Testing</i>).....	34
3.5	Analisis Hasil.....	34
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Persiapan dan Instalasi	35
4.2	Sistem <i>Convolutional Neural Network</i>	36
4.2.1	<i>Feature Extraction Layer</i>	37
4.2.2	<i>Fully Connected Layer</i>	38
4.3	Proses Pengujian	39
4.4	Hasil Pengujian	40
4.4.1	Hasil Proses <i>Training</i>	40
4.4.2	Hasil Proses <i>Testing</i>	41
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	48
	DAFTAR PUSTAKA	49
	LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Apel.....	5
Gambar 2.2 Survised Learning Model	7
Gambar 2.3 Struktur Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.....	8
Gambar 2.4 Karakteristik <i>Neural Network</i>	8
Gambar 2.5 Grafik Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i> dan <i>Tanh</i>	9
Gambar 2.6 Grafik Fungsi Aktivasi ReLu	10
Gambar 2.7 Arsitektur MLP Sederhana.....	11
Gambar 2.8 Proses Konvolusi pada CNN.....	12
Gambar 2.9 Operasi dari Konvolusi.....	13
Gambar 2.10 <i>Max Pooling</i>	14
Gambar 2.11 Distribusi Fungsi Sigmoid.....	15
Gambar 2.12 Google Colaboratory	17
Gambar 2.13 Python.....	17
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	22
Gambar 3.2 Citra buah apel dengan lapisan lilin	23
Gambar 3.3 Citra buah apel tanpa lapisan lilin	24
Gambar 3.4 <i>Dataset</i>	24
Gambar 3.5 Grafik <i>Dataset</i>	25
Gambar 3.6 Proses Pengumpulan Data.....	25
Gambar 3.7 Desain Sistem.....	27
Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Training	30
Gambar 3.9 Skema Penelitian <i>training</i> dan <i>testing</i>	31
Gambar 3.10 Arsitektur CNN	32
Gambar 3.11 Alur Proses <i>Testing</i>	33
Gambar 3.12 <i>Output</i> Klasifikasi	33
Gambar 4.1 Proses <i>Installasi Library</i> Keras pada Google Colab	35
Gambar 4.2 <i>Import Library</i>	35
Gambar 4.3 Data Gambar	36
Gambar 4.4 Arsitektur CNN Identifikasi lapisan lilin	36
Gambar 4.5 <i>Source Code</i> Pengolahan Data	37
Gambar 4.6 Tampilan <i>preprocessing</i> data	37
Gambar 4.7 Source Code Pembuatan Model	39
Gambar 4.8 Pemanggilan Model proses <i>training</i>	39
Gambar 4.9 Model <i>Compile</i> proses <i>training</i>	39
Gambar 4.10 Grafik akurasi dan <i>loss</i> proses <i>training</i>	41
Gambar 4.11 Proses <i>Testing</i>	41
Gambar 4.12 Grafik Akurasi dan <i>Loss Testing</i>	46
Gambar 4.13 Grafik <i>Recall</i> dan <i>Precision</i>	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i>	16
Tabel 2.2 Simbol <i>Flowchart</i>	18
Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya	18
Tabel 3.1 <i>Hardware</i> yang diperlukan	26
Tabel 3.2 <i>Software</i> yang diperlukan.....	26
Tabel 3.3 Inisialisasi Parameter	31
Tabel 4.1 Hasil Prediksi proses <i>training</i>	41
Tabel 4.2 Hasil <i>test realtime</i>	42
Tabel 4.3 Hasil Prediksi Proses <i>testing</i>	45

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
JST	Jaringan Syaraf Tiruan	8
MLP	<i>Multi Layer Perception</i>	11
CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>	13
TP	<i>True Positive</i>	38
TN	<i>True Negative</i>	38
FP	<i>False Positive</i>	38
FN	<i>False Negative</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	54
Lampiran 2 Kartu Bimbingan	55
Lampiran 3 Surat Keterangan Bebas Plagiat	56
Lampiran 4 Halaman Pengesahan 2 Pembimbing	57
Lampiran 5 Surat Keterangan Siap Sidang Skripsi.....	58
Lampiran 6 Surat Rekomendasi Sidang Skripsi	59
Lampiran 7 Surat Persetujuan Ujian Skripsi	60
Lampiran 8 <i>Source Code</i> Program.....	61
Lampiran 9 Data Penelitian.....	66