

TESIS

**KLASIFIKASI MANGGA MADU MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK (CNN)**



MICRO FORTWONATUS

No. Mhs.: 195303053/PS/MInf

PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2021



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : MICRO FORTWONATUS
Nomor Mahasiswa : 195303053/PS/MInf
Konsentrasi : *Intelligence Informatics*
Judul Tesis : KLASIFIKASI MANGGA MADU MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
Paulus Mudjihartono, ST, MT, Ph.D.	08 Juni 2021	
Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.	08 Juni 2021	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : MICRO FORTWONATUS
Nomor Mahasiswa : 195303053/PS/MInf
Konsentrasi : *Intelligence Informatics*
Judul Tesis : KLASIFIKASI MANGGA MADU MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Nama Penguji

Tanggal

Tanda tangan

Paulus Mudjihartono, ST, MT, Ph.D.

08 Juni 2021

Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.

.....

.....
Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D.

.....

.....

Ketua Program Studi

Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

KLASIFIKASI MANGGA MADU MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Yang disusun oleh

Micro Fortwonatus

195303053

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 08 Juni 2021

Dosen Pembimbing 1: Paulus Mudjihartono, S.T., M.T., Ph.D

Dosen Pembimbing 2: Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.

Tim Penguji

Penguji 1: Paulus Mudjihartono, S.T., M.T., Ph.D

Penguji 2: Prof. Ir. A. Djoko Budiyo, M.Eng., Ph.D

Keterangan

Telah Menyetujui

Telah Menyetujui

Telah Menyetujui

Telah Menyetujui

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini.



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PERNYATAAN

Bersama dengan penelitian ini, maka saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : MICRO FORTWONATUS
Nomor Mahasiswa : 195303053/PS/MInf
Konsentrasi : *Intelligence Informatics*
Judul Tesis : KLASIFIKASI MANGGA MADU MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Dengan lembar pernyataan ini, penulis menyatakan bahwa penelitian tesis ini merupakan hasil dari pemikiran sendiri serta bukan duplikasi pada karya tulis yang ada sebelumnya. Sepengetahuan penulis juga belum ada karya tulis tentang ini yang diterbitkan oleh orang lain. Karya tulis yang jadi rujukan atau acuan dan yang sudah ada digunakan penulis untuk melengkapi penelitian tesis ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Penulis

Micro Fortwonatus

INTISARI

Industri pengolahan hasil pertanian dan perkebunan berkembang pesat, pertanian merupakan salah satu sektor terpenting di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil mangga terbesar di dunia. Sayangnya, meski jumlah produksinya melimpah dan memiliki pasar yang besar, produksi mangga masih dilakukan secara manual. Hal ini disebabkan minimnya terobosan teknologi bagi petani mangga. Berdasarkan permasalahan di atas, maka akan dilakukan penelitian terhadap buah mangga dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN), sebagai solusi dalam mengklasifikasikan mangga madu matang, mangga madu mentah, dan mangga non-mangga. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sistem klasifikasi mangga menggunakan metode CNN agar dapat mempermudah petani dalam mengklasifikasikan mangga yang sudah matang, mangga yang belum matang dan yang belum mangga. Hasil pencarian yang didapat dari penelitian buah mangga madu adalah 81,64%.

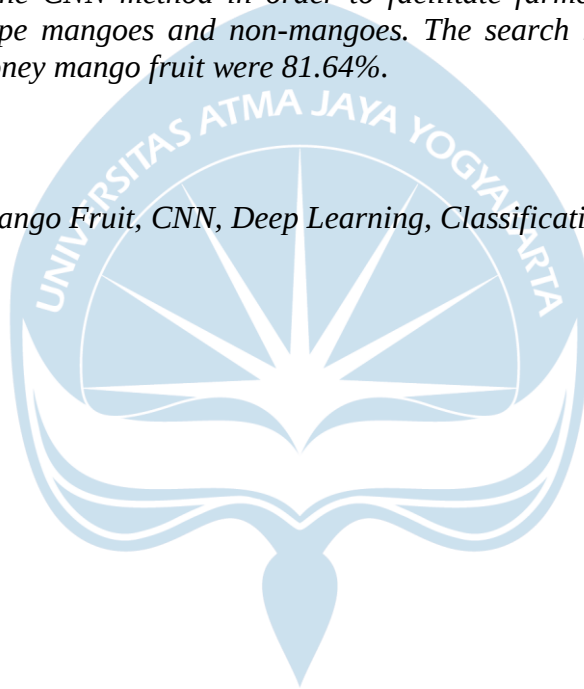
Kata kunci— Buah Mangga, *CNN*, *Deep Learning*, *Klasifikasi*



ABSTRACT

The agricultural and plantation product processing industry is growing rapidly, agriculture is one of the most important sectors in Indonesia. Indonesia is one of the largest mango producing countries in the world. Unfortunately, even though the amount of production is abundant and has a large market, mango production is still done manually. This is due to the lack of technological breakthroughs for mango farmers. Based on the above problems, research on mangoes will be carried out using the Convolutional Neural Network (CNN) method, as a solution in classifying ripe honey mangoes, raw honey mangoes, and non-mangoes. The purpose of this study was to build a mango classification system using the CNN method in order to facilitate farmers in classifying ripe mangoes, unripe mangoes and non-mangoes. The search results obtained from research on honey mango fruit were 81.64%.

Keyword— *Mango Fruit, CNN, Deep Learning, Classification*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala hikmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Adapun tesis ini berjudul “**Klasifikasi Mangga Madu Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)**“. Penyusunan tesis ini sebagai salah satu syarat akademik dalam meraih kelulusan dan mendapatkan gelar Strata Dua (S2) pada **Program Pascasarjana, Magister Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta**.

Penulis menyadari bahwa telah mendapat bantuan dari berbagai pihak baik itu berupa ide, pikiran, tenaga, waktu, dukungan maupun doa kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat dan anugerah-Nya kepada penulis.
2. Kedua orang tua, Adik-adik, dan Keluarga yang telah memberikan dukungan dalam kelancaran penelitian ini.
3. Bapak Ir. A. Djoko Budiyanto SHR, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Megister Informatika, Program Pascasarjana, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Paulus Mudjihartono, ST, MT, PhD selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia memberi bimbingan, gagasan ide, koreksi dan pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada penulis.
6. Bapak/Ibu, selaku dosen penguji, terimakasih atas kritik dan saran yang diberikan kepada penulis.

7. Seluruh Dosen, Staf Pengajar, dan Karyawan Program Pascasarjana, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu penulis selama masa kuliah di Program Studi Magister Informatika, Program Pascasarjana, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
8. Semua teman dan sahabat tahun angkatan 2019 Magister Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan semangat.
9. GPIBI AA yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga dapat menyelesaikan tesis ini.
10. Semua orang yang secara tidak langsung memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan waktu dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu segala bentuk kritik maupun saran yang sifatnya membangun akan sangat diharapkan kedepannya. Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua pihak.

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Micro Fortwonatus

MOTTO

Matius 6:33

**Tetapi Carilah Dahulu Kerajaan Allah dan
Kebenarannya, maka semuanya itu akan ditambahkan
kepadamu.**



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TESIS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN INTISARI	vi
HALAMAN ABSTRAK.....	vii
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN MOTTO.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Tujuan Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
1.8 Kontribusi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Deteksi Otomatis	13
3.2 Kecerdasan Buatan	13
3.3 Machine Learning.....	14
3.4 Deep Learning	14

3.5 Deteksi Objek.....	15
3.6 Segmentasi	15
3.7 Computer Vision	16
3.8 Buah Mangga	16
3.9 Pengolahan Citra	18
3.10 K-fold Cross Validation.....	18
3.11 Presisi, Recall, dan F1 Score.....	19
3.12 Convolutional Neural Network (CNN).....	21
3.12.1 Convolution Layer	22
3.12.2 Activation Function	23
3.12.3 Pooling Layer	24
3.12.4 Fully Connected Layer.....	25
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	27
4.1 Alat dan Bahan.....	27
4.1.1 Dataset.....	27
4.1.2 Perangkat Lunak.....	29
4.1.3 Perangkat Keras.....	30
4.2 Identifikasi Data	30
4.2.1 Tahap 5-Fold Cros Validation.....	31
4.3 Alur Implementasi Algoritma	33
4.4 Model Arsitektur CNN	34
4.5 Proses Pelatihan.....	36
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
5.1 Hasil Pelatihan.....	49
5.2 Hasil Pengujian	51
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	54
6.1 Kesimpulan	54
6.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Tabel Tinjauan Pustaka	11
Tabel 3.1 Tabel Rumus Evaluasi.....	20
Tabel 4.1 Tabel Deskripsi Nilai <i>stratified 5-fold cross validation</i>	32
Tabel 5.1 <i>Classification Report</i>	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Buah Mangga Madu Matang.....	17
Gambar 3.2 Buah Mangga Madu Mentah.....	17
Gambar 3.3 Gambaran Arsitektur Convolutional Neural Network.....	21
Gambar 3.4 Ilustrasi Convolution Layer.....	23
Gambar 3.5 Operasi Max Pooling	25
Gambar 3.6 Proses Fully Connected Layer.....	26
Gambar 4.1 Non Mangga, Mangga Madu Matang, Dan Mangga Madu Mentah .	28
Gambar 4.2 Alur Implementasi Program	33
Gambar 4.3 Arsitektur Model CNN	34
Gambar 5.1 Grafik Loss Pada Proses Pelatihan	50
Gambar 5.2 Grafik Akurasi Pada Proses Pelatihan	51
Gambar 5.3 Confusion Matrix.....	52