

**Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Cempedak
Dengan Menggunakan *Convolutional Neural Network***

Tugas Akhir

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Komputer**



Dibuat Oleh:

VENANSIUS BUDIONO

170709337

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH CEMPEDAK DENGAN MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

yang disusun oleh

Venansius Budiono

170709337

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 21 Juli 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: B. Yudi Dwiandiyanta, S.T.,M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Dr. Andi Wahyu Rahardjo Emanuel, BSEE., MSSE	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Joanna Ardhyanti Mita N, S.Kom., M.Kom	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 21 Juli 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

PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Venansius Budiono
NPM : 170709337
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Penelitian : Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Cempedak
Dengan Menggunakan Convolutional Neural Network

Menyatakan dengan ini:

1. Tugas Akhir ini adalah benar tidak merupakan salinan sebagian atau keseluruhan dari karya penelitian lain.
2. Memberikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas penelitian ini, berupa Hak untuk menyimpan, mengelola, mendistribusikan, dan menampilkan hasil penelitian selama tetap mencantumkan nama penulis.
3. Bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum atas pelanggaran Hak Cipta dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 17 Juni 2021

Yang menyatakan,



Venansius Budiono

170709337

HALAMAN PERSEMBAHAN

Seorang pria harus bangga dengan apa yang telah dibuatnya.

(Tom-One Piece)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan tugas akhir “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Cempedak Dengan Menggunakan Convolutional Neural Network” ini dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana komputer dari Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu membimbing dan menyertai penulis dan memberi kedamaian hati buat penulis sehingga menyelesaikan penulisan ini.
2. Bapak Dr. A. Teguh Siswantoro, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Keluarga inti saya, kedua orang tua yang selalu menjadi *support system* dan atas kebaikan yang mereka berikan selama ini serta kedua adik saya Benediktus Aristoteles dan Maria Sophia Loren.
6. Teman-teman selama perkuliahan dan teman diskusi yang telah memberi bantuan selama perkuliahan.
7. Teman-teman magang yang banyak sekali memberi ilmunya buat saya untuk

berkembang.

- 8 Teman kosan dan kontrakan yang telah berbagi pengalaman hidup.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 21 Juli 2021

Venansius Budiono

170709337

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah.....	1
1.4. Tujuan Penelitian	1
1.5. Metode Penelitian.....	1
1.6. Sistematika Penulisan	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
BAB III. LANDASAN TEORI.....	11
3.1. Klasifikasi Citra	11
3.2. <i>Machine Learning</i>	12
3.3. <i>Deep Learning</i>	12
3.4. <i>Convolutional Neural Network</i>	13
3.4.1 Convolutional Operation.....	14
3.4.2 Padding.....	20
3.4.3 Pooling layer	21
3.4.4 Depthwise Convolutional.....	22
3.4.4.1 Spatial Separable Convolutions	23

3.4.4.2 Depthwise Separable Convolutions	24
3.4.5 Batch Normalization	25
3.4.6 Fully Connected Layer	25
3.4.7 Dropout	25
3.4.8 Aktivation.....	26
3.5. Confusion Matrix	27
3.6. Data Augmentation	28
3.7. <i>MobileNet</i> Architecture	28
BAB IV. DATASET DAN PENGEMBANGAN MODEL.....	30
4.1. Deskripsi Problem.....	30
4.2. Dataset.....	30
4.3. Prinsip Kerja Program.....	32
4.4. Hasil Pengambilan Data	33
4.5. Pengembangan Model	36
4.6. Pelatihan dan Evaluasi Model.....	37
4.7. Pengujian Model	38
BAB V. IMPLEMENTASI MODEL DAN PENGUJIAN SISTEM.....	47
5.1. Implementasi Model.....	47
5.2. Implementasi Sistem	51
5.3. Pengujian Sistem.....	52
BAB VI. PENUTUP	59
6.1. Kesimpulan	59
6.2. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Representasi Digit 8 [23].....	14
Gambar 3.2 MNIST digit [7]	16
Gambar 3.3 Konvolusi (sumber: google.com).....	17
Gambar 3.4 hierarki spasial pola kucing [7].	18
Gambar 3.5 Cara kerja konvolusi [7].....	19
Gambar 3.6 CNN (sumber google.com)	20
Gambar 3.7 Padding [7]	21
Gambar 3.8 Max pooling [24].....	22
Gambar 3.9 spasial separable [1]	23
Gambar 3.10 kernel sobel [1].....	23
Gambar 3.11 DS Konvolusi [25]	24
Gambar 3.12 Sigmoid [26].....	26
Gambar 3.13 ReLU [26]	27
Gambar 3.14 Architecture MobileNet [25]	29
Gambar 4.1 Cempedak mentah (sumber: google.com).....	31
Gambar 4.2 Cempedak setengah matang (sumber: google.com).....	32
Gambar 4.3 Cempedak matang (sumber: google.com).....	32
Gambar 4.4 Resize gambar (sumber: google.com)	34
Gambar 4.5 training mentah (sumber: google.com)	35
Gambar 4.6 training setengah matang (sumber: google.com)	35
Gambar 4.7 training matang (sumber: google.com)	36
Gambar 4.8 Split dataset	36
Gambar 4.9 Potongan kode MobileNet.....	37
Gambar 4.10 Compile	37
Gambar 4.11 Model	38
Gambar 4.12 Confusion matrix pengujian data baru	46
Gambar 5.1 Optimization Methods [27]	48
Gambar 5.2 Tensorflow lite converter [28].....	49

Gambar 5.3 Konversi model ke format tflite	50
Gambar 5.4 Tensorflow lite dan Android Studio (sumber: google.com)	51
Gambar 5.5 Inisialisasi TensorBuffer	53
Gambar 5.6 Kelas ImageClassifier	53
Gambar 5.7 pemetaan label dan model	54
Gambar 5.8 Fungsi bitmapPrediction	55
Gambar 5.9 Klasifikasi Setengah Matang di Android	56
Gambar 5.10 Klasifikasi Cempedak Mentah di Android.....	57
Gambar 5.11 Klasifikasi Matang di Android.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan.....	7
Tabel 4.1 Pengujian model menggunakan cross validation	39
Tabel 4.2 Hasil pengujian data baru.....	39

INTISARI

PENELITIAN KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH CEMPEDAK DENGAN MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Cempedak merupakan tanaman yang merupakan salah satu jenis tanaman tropis di Indonesia. Tanaman cempedak memiliki buah yang memiliki tingkat ketuaan yang tidak seragam. Buah yang sudah tua akan cepat membusuk, untuk bisa mengurangi tingkat busuk maka dilakukan deteksi kematangan buah cempedak. Klasifikasi buah cempedak terdiri dari tiga klasifikasi yaitu mentah, setengah matang, dan matang.

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan kematangan berdasarkan fitur warna kulit yang artinya hanya berdasarkan citra gambar buah cempedak adalah *convolution neural networks*. Metode CNN menggunakan model dasar yaitu MobileNet untuk bisa di implementasi di aplikasi Android sehingga dengan memotret atau mengambil data dari galeri cempedak bisa diketahui klasifikasi buah cempedak berdasarkan nilai akurasi. Penelitian melakukan *cross validation* untuk mendapatkan nilai rata-rata akurasi tiap *fold* dan didapatkan rata-rata akurasi terendah dengan *epoch* 10 adalah 61,87% dan yang tertinggi dengan *epoch* 50 dengan akurasi rata-rata 67.47%, dan untuk kata pengujian didapatkan akurasi 63.33% dan dengan presisi 62,6%.

Kata Kunci: CNN, kematangan buah, cempedak, klasifikasi

Dosen Pembimbing I : Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T.

Jadwal Sidang Tugas Akhir : 12 Juli 2021

Venansius Budiono

170709337