

SISTEM KLASIFIKASI OTOMATIS PRODUK GAHARU (AQUILARIA SPP.) MENGGUNAKAN EFFICIENTNET

Tugas Akhir

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



Dibuat Oleh:

Rayzel Hiu

210711226

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

SISTEM KLASIFIKASI OTOMATIS PRODUK GAHARU (AQUILARIA SPP.) MENGGUNAKAN EFFICIENTNET

yang disusun oleh

Rayzel Hiu

210711226

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 23 Juni 2025

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Eduard Rusdianto, ST., MT.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Prof. Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Eduard Rusdianto, ST., MT.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Dra. Ernawati, M.T., Ph.D.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 23 Juni 2025

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T.

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 dibawah ini:

Nama Lengkap : Rayzel Hiu
NPM : 210711226
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Penelitian : Sistem Klasifikasi Otomatis Produk Gaharu (Aquilaria Spp.) Menggunakan EfficientNet

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.

Demikian pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, tanggal bulan tahun

Yang Menyatakan,

Rayzel Hiu

210711226

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk Tuhan YME, segenap *civitas academica* Universitas Atma Jaya Yogyakarta, keluarga, teman terdekat, dan seseorang yang selalu mendampingi, mendoakan, dan mendukung penulis selama proses studi hingga penyelesaian tugas akhir ini.

“Karena itu Aku berkata kepadamu: Janganlah kuatir akan hidupmu, akan apa yang hendak kamu makan atau minum, dan janganlah kuatir pula akan tubuhmu, akan apa yang hendak kamu pakai”

Matius 6:25

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis menyampaikan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa. Berkat rahmat dan anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Sistem Klasifikasi Otomatis Produk Gaharu (*Aquilaria Spp.*) Menggunakan EfficientNet" dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Keberhasilan dalam menyelesaikan tugas akhir ini bukan semata-mata hasil kerja keras penulis sendiri, melainkan juga berkat dukungan dan kontribusi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu membimbing dan menyertai penulis dalam iman dan berkat-Nya sebagai sumber kekuatan penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Eduard Rusdianto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam pembuatan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Keluarga dan teman terdekat penulis yang selalu menjadi tempat bertukar pikiran serta sumber motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak lainnya.

Yogyakarta, 12 Juni 2025

Rayzel Hiu

210711226

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah.....	3
E. Metode Penelitian.....	3
1. Pengumpulan Data	4
2. Preprocessing Data dan Data Split.....	4
3. Pengembangan Model.....	5
4. Hyperparameter Tuning	6
5. Evaluasi dan Pengujian Model.....	7
6. Implementasi Sistem dan Pengujian Pengguna.....	8
F. Sistematika Penulisan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
BAB III LANDASAN TEORI.....	20
BAB IV DATASET DAN PENGEMBANGAN MODEL.....	52
A. Deskripsi Problem.....	52
B. Dataset.....	52
C. Pengembangan Model.....	66
BAB V IMPLEMENTASI MODEL DAN PENGUJIAN SISTEM.....	123
A. Implementasi Model.....	123

B. Implementasi Sistem	127
C. Pengujian Sistem.....	133
D. Pengujian Pengguna	139
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	151
A. Kesimpulan	151
B. Saran.....	151
DAFTAR PUSTAKA	153

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	16
Tabel 3.1 Tipe dan Deskripsi Jenis Gaharu di Indonesia.....	23
Tabel 3.2 Persyaratan Mutu Gaharu oleh SNI	24
Tabel 3.3 Struktur dan Fungsi Tiap Layer dalam Arsitektur EfficientNet-B0	45
Tabel 4.1 Kombinasi Tuning Parameter Model	79
Tabel 4.2 Hasil Prediksi Model pada Gambar Uji	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Metodologi Penelitian	4
Gambar 3.1 Formasi Resin pada Tanaman Penghasil Gaharu	21
Gambar 3.2 Gaharu Kelas Super.....	28
Gambar 3.3 Gaharu Kelas AB	29
Gambar 3.4 Gaharu Kelas Teri	29
Gambar 3.5 Gaharu Kelas Medang.....	30
Gambar 3.6 Gaharu Kelas Bubuk	30
Gambar 3.7 Arsitektur JST	33
Gambar 3.8 Lapisan Arsitektur CNN.....	36
Gambar 3.9 Hirarki Arsitektur CNN.....	38
Gambar 3.10 Grafik Perbandingan Akurasi dan Ukuran EfficientNet dengan Model CNN lain.....	40
Gambar 3.11 Grafik Perbandingan Compound Scaling dan Scaling Satu Dimensi dari Segi Akurasi dan FLOPS	42
Gambar 3.12 Ilustrasi Compound Scaling	43
Gambar 3.13 Tabel Perbandingan antara EfficientNet dan Model CNN Lain Dari Segi Akurasi, Jumlah Parameter, dan FLOPS	47
Gambar 3.14 Tabel Perbandingan Performa EfficientNet dan Model CNN Lain pada Skenario Transfer Learning	48
Gambar 3.15 Perbandingan Waktu Inferensi EfficientNet dan ResNet.....	49
Gambar 4.1 Grafik Distribusi Gambar per Kelas.....	58
Gambar 4.2 Distribusi Ukuran Gambar	59
Gambar 4.3 Distribusi Rasio Aspek Gambar	60
Gambar 4.4 Sampel Kelas AB	61
Gambar 4.5 Sampel Kelas Bubuk	61
Gambar 4.6 Sampel Kelas Medang	62
Gambar 4.7 Sampel Kelas Super	62
Gambar 4.8 Sampel Kelas Teri	62
Gambar 4.9 Hasil Augmentasi Gambar	64
Gambar 4.10 Hasil Augmentasi Gambar	64
Gambar 4.11 Kekurangan Yolov8	83
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Training Loss dan Validation Loss.....	88
Gambar 4.13 Grafik Learning Rate Per <i>Epoch</i>	88
Gambar 4.14 Confusion Matrix	93
Gambar 4.15 Classification Report	93
Gambar 4.16 Sampel Pengujian Pertama dari Kelas Super	117
Gambar 4.17 Sampel Pengujian Pertama dari Kelas Super	118
Gambar 4.18 Sampel Pengujian Pertama dari Kelas AB.....	118
Gambar 4.19 Sampel Pengujian Pertama dari Kelas AB.....	119
Gambar 4.20 Sampel Pengujian Pertama dari Kelas Teri.....	119
Gambar 4.21 Sampel Pengujian Pertama dari Kelas Teri.....	120

Gambar 4.22 Sampel Pengujian Pertama dari Kelas Bubuk.....	120
Gambar 4.23 Sampel Pengujian Kedua dari Kelas Bubuk	121
Gambar 5.1 Diagram Alur Proses Sistem	130
Gambar 5.2 Hasil Prediksi Kelas AB.....	137
Gambar 5.3 Hasil Prediksi Kelas Super	137
Gambar 5.4 Hasil Prediksi Kelas Teri.....	138
Gambar 5.5 Hasil Prediksi Kelas Medang	138
Gambar 5.6 Hasil Prediksi Kelas Bubuk.....	139
Gambar 5.7 Tampilan Antar Muka Sistem	139
Gambar 5.8 Tangkapan Layar Pengguna	144
Gambar 5.9 Diagram Sebaran Usia Responden	144
Gambar 5.10 Diagram Sebaran Profesi Responden	145
Gambar 5.11 Diagram Sebaran Pengalaman Responden.....	145
Gambar 5.12 Diagram Sebaran Akurasi Sistem	146
Gambar 5.13 Diagram Sebaran Persepsi Responden Terhadap Objektivitas Sistem	147
Gambar 5.14 Diagram Distribusi Waktu Penggunaan Operasi Sistem.....	147
Gambar 5.15 Diagram Distribusi Kemudahan Antar Muka Sistem	148
Gambar 5.16 Diagram Distribusi Efisiensi Penggunaan Sistem.....	148
Gambar 5.17 Diagram Distribusi Tingkat Kepuasan Terhadap Sistem.....	149
Gambar 5.18 Diagram Distribusi Tingkat Kecenderungan Responden dalam Merekomendasikan Sistem	149

INTISARI

SISTEM KLASIFIKASI OTOMATIS PRODUK GAHARU (*AQUILARIA* SPP.) MENGGUNAKAN EFFICIENTNET

Intisari

Rayzel Hiu

210711226

Indonesia memiliki potensi besar dalam industri gaharu (*Aquilaria spp.*), namun penilaian kualitas yang masih bersifat subjektif dan mahal menjadi kendala utama yang menghambat transparansi pasar, kestabilan harga, serta daya saing di tingkat global. Menanggapi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis yang mampu mengevaluasi kualitas dan grade gaharu secara objektif, efisien, dan akurat. Sistem ini dirancang dengan target tingkat akurasi minimal 80% agar dapat menjadi solusi yang andal dalam mendukung proses penilaian produk gaharu secara lebih konsisten dan terstandarisasi.

Penelitian ini menggunakan sekitar 500 citra gaharu dari lima kelas berbeda. Seluruh citra melalui tahap *preprocessing* dan augmentasi agar sesuai dengan kebutuhan model. Proses pelatihan menggunakan arsitektur EfficientNet dengan bobot *pretrained* dari ImageNet, disertai penyesuaian *hyperparameter* seperti *learning rate*, *batch size*, dan jumlah *epoch*. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi dan pengujian kecepatan prediksi untuk memastikan sistem mampu melakukan klasifikasi secara objektif, efisien, dan sesuai target.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengklasifikasikan 50 citra gaharu baru dengan akurasi 100%. Setiap citra memiliki *confidence score* yang berkisar antara 0,8 hingga 0,9 untuk lima kelas yang diuji. Waktu prediksi rata-rata hanya 0,10 detik per gambar, dengan total waktu 5,15 detik untuk satu *batch*. Sistem ini berhasil mencapai akurasi tinggi dan efisiensi prediksi, serta efektif dalam mengatasi permasalahan subjektivitas dalam penilaian kualitas gaharu dengan cara yang akurat dan cepat.

Kata Kunci: klasifikasi, gaharu, pembelajaran mesin, pengolahan citra, efficientnet

Dosen Pembimbing I : Eduard Rusdianto, S.T., M.T.

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

Jadwal Sidang Tugas Akhir : 12 Juni 2025