



**DETEKSI KUALITAS BUAH APEL BERDASARKAN
TEKSTUR DAN WARNA MENGGUNAKAN VISION
TRANSFORMER (ViT) DAN GRADIENT BOOSTING**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**ANDIKA GUSTI RESTU PUTRA
41522010187**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**DETEKSI KUALITAS BUAH APEL BERDASARKAN
TEKSTUR DAN WARNA MENGGUNAKAN VISION
TRANSFORMER (ViT) DAN GRADIENT BOOSTING**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

ANDIKA GUSTI RESTU PUTRA

41522010187

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Gusti Restu Putra

NIM : 41522010187

Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Implementasi Penulisan Laporan Tugas Akhir yang baik dan benar di lingkungan Teknik Informatika” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 13 Agustus 2026

Andika



Gusti Restu Putra

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN



072.423.4.03.01

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK */SIMILARITY CHECK STATEMENT*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
/The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama /Name : Andika Gusti Restu Putra
NIM /Student ID Number : 41522010187
Program Studi /Study Program : Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir

/The title:

**“DETEKSI KUALITAS BUAH APEL BERDASARKAN TEKSTUR DAN WARNA
MENGUNAKAN ALGORITMA VISION TRANSFORMER (ViT) DAN GRADIENT
BOOSTING”**

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:

/Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

30 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :

/with a percentage value of:

17%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di **Fakultas Ilmu Komputer**
Universitas Mercu Buana. */declared to meet standards in accordance with applicable
regulations at the Faculty of Computer Science, Universitas Mercu Buana.*

File hasil cek similarity turnitin:

/Turnitin similarity report file

https://drive.google.com/file/d/12TnRRT-9oHrZdrKHrp0LmjnpLnubvngs/view?usp=drive_link



Jakarta, 30 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc
NIK : 322970503

Fakultas Ilmu Komputer

KAMPUS MENARA BHAKTI

Jl. Raya Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650

Telp. 021-5840816 (Hunting), Psw : 5700 Fax. 021-5840813

<http://www.mercubuana.ac.id>, e-mail : fasilkom@mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : ANDIKA GUSTI RESTU PUTRA
NIM : 41522010187
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : DETEKSI KUALITAS BUAH APEL
BERDASARKAN TEKSTUR DAN WARNA
MENGUNAKAN VISION TRANSFORMER (ViT)
DAN GRADIENT BOOSTING

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 13 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Lukman Hakim, S.T., M.Kom

NIDN/NUPTK: 0327107701

UNIVERSITAS

Jakarta, 13 Agustus 2026

MENGETAHUI
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI
NIDN/NUPTK: 0320037002

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Informatika pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Lukman Hakim, S. T., M.Kom selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan tugas akhir ini terjadwal dengan baik.
5. Kedua Orang Tua saya yang selalu mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana.
6. Teman – teman saya yang telah membantu, mendukung, dan menemani saya selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, motivasi, serta pengalaman yang telah diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan studi dan tugas akhir ini dengan baik.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 13 Agustus 2026

Andika Gusti Restu Putra

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Gusti Restu Putra
NIM : 41522010187
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Deteksi Kualitas Buah Apel Berdasarkan Tekstur dan Warna
Menggunakan Vision Transformer (ViT) dan Gradient Boosting

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Agustus 2026

Yang menyatakan,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Andika



Gusti RPSW Putra

DETEKSI KUALITAS BUAH APEL BERDASARKAN TEKSTUR DAN WARNA MENGGUNAKAN VISION TRANSFORMER (ViT) DAN GRADIENT BOOSTING

ANDIKA GUSTI RESTU PUTRA

ABSTRAK

Kualitas buah apel menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi nilai jual dan tingkat kepuasan konsumen, sehingga proses penyortiran perlu dilakukan secara tepat dan konsisten. Namun, proses penilaian kualitas yang masih dilakukan secara manual sering kali bergantung pada pengalaman serta pengamatan visual masing-masing individu, sehingga berpotensi menimbulkan perbedaan hasil dan menurunkan efisiensi ketika jumlah buah yang disortir cukup banyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi yang mampu mendeteksi kualitas buah apel ke dalam dua kategori, yaitu *fresh* (segar) dan *rotten* (busuk), berdasarkan karakteristik tekstur dan warna pada citra digital. Pendekatan yang digunakan mengombinasikan fitur tekstur yang diekstraksi menggunakan *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), fitur warna berbasis statistik RGB, serta fitur visual tingkat tinggi yang diperoleh dari model *Vision Transformer* (ViT) *pretrained* tanpa proses *fine-tuning*. Seluruh fitur yang dihasilkan kemudian digabungkan dan diklasifikasikan menggunakan algoritma *Gradient Boosting Classifier*. Performa model dievaluasi menggunakan *confusion matrix* dengan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score* untuk mengetahui kemampuan model dalam mengklasifikasikan kualitas buah apel. Selain itu, model yang telah dikembangkan diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis *web Apple Quality AI* sehingga dapat digunakan untuk melakukan deteksi kualitas buah apel secara otomatis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih cepat, konsisten, dan objektif dibandingkan proses sortasi manual serta menjadi salah satu alternatif penerapan teknologi *computer vision* dan *machine learning* dalam mendukung pengendalian mutu hasil pertanian.

Kata kunci: Kualitas Buah Apel, Vision Transformer, Gradient Boosting, GLCM, RGB, Computer Vision.

APPLE QUALITY DETECTION BASED ON TEXTURE AND COLOUR USING VISION TRANSFORMER (ViT) AND GRADIENT BOOSTING

ANDIKA GUSTI RESTU PUTRA

ABSTRACT

Apple quality is one of the key factors influencing market value and consumer satisfaction; therefore, the sorting process must be carried out accurately and consistently. However, the quality assessment process—which is still performed manually—often relies on individual experience and visual observation, potentially leading to inconsistent results and reduced efficiency when sorting large quantities of fruit. This study aims to develop a classification model capable of detecting apple quality into two categories—fresh and rotten—based on texture and color characteristics in digital images. The approach combines texture features extracted using the Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM), RGB-based color features, and high-level visual features obtained from a pretrained Vision Transformer (ViT) model without fine-tuning. All the resulting features were then combined and classified using the Gradient Boosting Classifier algorithm. The model's performance was evaluated using a confusion matrix with metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score to assess the model's ability to classify apple quality. Additionally, the developed model was implemented into the web-based application “Apple Quality AI” so it can be used to automatically detect apple quality. This research is expected to provide a faster, more consistent, and more objective solution compared to manual sorting processes and to serve as an alternative application of computer vision and machine learning technologies in supporting the quality control of agricultural products.

Keywords: Apple Quality, Vision Transformer, Gradient Boosting, GLCM, RGB, Computer Vision.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Teori Pendukung.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Jenis Penelitian.....	21
3.2 Tahapan Penelitian.....	23
3.2.1 Akuisisi dan Seleksi Data.....	24
3.2.2 Pelabelan dan Pengacakan Data	25
3.2.3 Standardisasi Ukuran Citra.....	26
3.2.4 Normalisasi Nilai Piksel.....	27
3.2.5 Ekstraksi Fitur Tekstur (GLCM).....	28
3.2.6 Ekstraksi Fitur Warna.....	29

3.2.7	Esktraksi Fitur Vision.....	30
3.2.8	Penggabungan dan Penskalaan Fitur	31
3.2.9	Pembagian Data Latih dan Data Uji.....	32
3.2.10	Pelatihan Model Gradient Boosting	32
3.2.11	Evaluasi Model.....	33
3.2.12	Implementasi Model ke Aplikasi Web.....	34
BAB IV	PEMBAHASAN	35
4.1	Hasil Ekstraksi Fitur	35
4.2	Hasil Pelatihan dan Evaluasi Model	36
4.3	Implementasi Sistem dalam Aplikasi Web	38
4.4	Pengujian Sistem dengan Data Uji Nyata	40
4.5	Analisis Hasil Pengujian	41
4.5.1	Pengujian Tambahan pada Varietas Apel Berbeda (Apel Hijau)	42
4.6	Perbandingan dengan Pipeline Penelitian Sebelumnya	44
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA.....	54
	LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	9
Tabel 3.1 Tahapan Penelitian.....	23
Tabel 4.1 Ringkasan Fitur yang Diekstraksi	35
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sistem dengan Data Uji Nyata	40
Tabel 4.3 Pipeline Penelitian Sebelumnya.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Akuisisi dan Seleksi Data	25
Gambar 3.3 Labeling Data	26
Gambar 3.4 Standardisasi Ukuran Citra	27
Gambar 3.5 Normalisasi Nilai Piksel.....	28
Gambar 3.6 Ekstraksi Fitur Tekstur	29
Gambar 3.7 Ekstraksi Fitur Warna	30
Gambar 3.8 Ekstraksi Fitur Vision Transformer (ViT)	31
Gambar 4.1 Classification Report Model ViT + Gradient Boosting	37
Gambar 4.2 Confusion Matrix Model pada Data Uji	37
Gambar 4.3 Antarmuka Aplikasi Apple Quality AI	39
Gambar 4.4 Antarmuka Pengujian Apel Hijau	43
Gambar 4.5 Hasil Klasifikasi Apel Hijau sebagai Apel Segar	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Asistensi	57
Lampiran 2. Curriculum Vitae	58
Lampiran 3. Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI.....	59
Lampiran 4. Sertifikat BNSP	61

